



POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Edile–Architettura

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile–Architettura



COworking Building
Arquideas Competition for Students

Relatore: Prof. Marco IMPERADORI

Co–relatore: Prof. Matteo COLOMBO
Prof. Roberto FRANCIERI
Prof. Matteo BRASCA

Tesi di Laurea di:
Martina COMINI 704252
Alessandra VISCARDI 703597

Anno Accademico 2012 – 2013

INDICE

Abstract	1
1. LA CITTA' DI MADRID	5
1.1 LA STORIA E LO SVILUPPO URBANISTICO	7
1.2 LA FISIONOMIA ATTUALE DELLA CITTA'	12
1.3. MADRID VERDE	13
1.4. L'ANALISI CLIMATICA	14
1.5. L'ARCHITETTURA CONTEMPORANEA	17
2. IL CONCORSO	39
2.1. ARQUIDEAS	41
2.2. INTRODUZIONE AL CONCORSO	41
2.3. LA PROPOSTA E GLI OBIETTIVI	42
2.4. IL PROGRAMMA	43
2.5. I FOCUS	43
2.6. LA POSIZIONE	44
3. IL COWORKING	47
3.1. CO-WHAT?!	49
3.2. LE ORIGINI E LA DIFFUSIONE	51
3.3. GLI AMBIENTI	53
3.4. LA COLLOCAZIONE ALL'INTERNO DELLA CITTA'	55
3.5. I COWORKERS	56
3.6. LO SPAZIO COWORKING IDEALE	58
3.7. LE REALTA' MADRILENE	59
3.8. LA NOSTRA ESPERIENZA: IL TOOLBOX COWORKING DI TORINO	60
4. L'EDIFICIO ALTO	65
4.1. INTRODUZIONE	67
4.2. LA STORIA	68
4.3. GLI EDIFICI ALTI IN MADRID	75
5. IL PROCESSO CONOSCITIVO DEL SITO DI PROGETTO	89
5.1. L'EVOLUZIONE DELL'OCCUPAZIONE DEL SUOLO	91
5.2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E URBANISTICO	91
5.3. IL TRASPORTO PUBBLICO E I PARCHEGGI	93

5.4.	I SERVIZI	94
5.5.	L'ANALISI DEI PARCHI	94
5.6.	LE DESTINAZIONI D'USO	95
5.7.	IL RILIEVO FOTOGRAFICO	95
5.8.	L'OMBREGGIAMENTO	95
5.9.	L'ANALISI S.W.O.T.	96
6.	IL CONCEPT PROGETTUALE	107
6.1.	PREMESSE	109
6.2.	LE STRATEGIE	110
6.3.	IL CONCEPT	111
6.4.	I RIFERIMENTI PROGETTUALI	116
7.	IL PROGETTO ARCHITETTONICO	123
7.1.	IL PLANIVOLUMETRICO	126
7.2.	LA PROPOSTA DELLA PISTA CICLABILE	128
7.3.	LA PIAZZA: UNO SPAZIO A PROVA DI SKATE	130
7.4.	IL TETTO GIARDINO	132
7.5.	LA DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI INTERNI	134
7.6.	L'ACCESSIBILITA'	160
7.7.	L'ANTINCENDIO	164
7.8.	LE SEZIONI AMBIENTALI	174
7.9.	I SISTEMI DI ELEVAZIONE	179
7.10.	LO STUDIO DELLE FACCIATE	183
7.11.	GLI SPAZI COWORKING	188
8.	L'ILLUMINOTECNICA	202
8.1.	IL BENESSERE VISIVO E AMBIENTALE	203
8.2.	LO STUDIO DELLA LUCE	203
8.2.1.	L'illuminamento	204
8.2.2.	Il fattore di luce diurna	214
8.3.	L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCHERMATURE	220
8.4.	I SISTEMI DI ILLUMINAZIONE AD ALTA EFFICIENZA	222
9.	IL PROGETTO STRUTTURALE	225
9.1.	LA RICERCA DELL'ALTEZZA E LE PROBLEMATICHE	227
9.2.	LE AZIONI SUGLI EDIFICI ALTI	228
9.3.	SCHEMI STATICI DEGLI EDIFICI ALTI	229
9.4.	CENNI SUL COMFORT DI UN EDIFICIO ALTO	241
9.5.	LE AZIONI SULLA STRUTTURA	242
9.5.1.	La concezione strutturale	242

9.5.2.	I materiali utilizzati	244
9.5.3.	Carichi permanenti	244
9.5.4.	Carichi variabili	245
9.5.5.	Azione del vento	246
9.5.6.	Azione della neve	251
9.5.7.	Azione del sisma	252
9.5.8.	Combinazione delle azioni: SLU e SLE	252
9.6.	IL PILASTRO	254
9.6.1.	Calcolo delle azioni agenti sul pilastro	254
9.6.2.	Dimensionamento del pilastro	255
9.7.	IL SOLAIO A PIASTRA	261
9.7.1.	Il solaio alleggerito Cobiax	261
9.7.2.	L'analisi a elementi finiti – Straus7	266
9.7.3.	Il calcolo locale dell'armatura	267
9.7.4.	Il controllo degli spostamenti	271
9.7.5.	Il punzonamento	273
9.8.	IL NUCLEO DI CONTROVENTO	275
9.8.1.	Calcolo delle azioni agenti	275
9.8.2.	Verifiche	279
9.8.3.	Dimensionamento delle armature	281
9.8.4.	Verifica degli architravi	283
10.	IL PROGETTO TECNOLOGICO PER IL CONTROLLO AMBIENTALE	287
10.1.	LA PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI TECNOLOGICI	289
10.1.1.	Il controllo dell'isolamento termico	290
10.1.2.	Il controllo della condensa interstiziale	291
10.1.3.	Le prestazioni acustiche	292
10.1.4.	L'abaco delle soluzioni tecnologiche	296
10.1.5.	Le chiusure trasparenti	296
10.2.	I DETTAGLI COSTRUTTIVI	320
11.	LE STRATEGIE ENERGETICHE	329
11.1.	VALUTAZIONI INIZIALI	331
11.2.	IL FABBISOGNO ENERGETICO	331
11.2.1.	Determinazione dei carichi termici	332
11.2.2.	Determinazione delle portate d'aria	334
11.2.3.	Determinazione dei consumi elettrici	335
11.2.4.	Quadro riassuntivo	336
11.3.	LE STRATEGIE ENERGETICHE	336
11.3.1.	Il periodo invernale	337
11.3.2.	Il periodo estivo	337



11.3.3. La ventilazione naturale	342
11.4. L'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO	343
11.4.1. La centrale di trattamento dell'aria	343
11.4.2. Il sistema Flexible Space	346
11.5. LE ENERGIE RINNOVABILI	349
11.5.1. L'impianto fotovoltaico	349
11.5.2. Il recupero delle acque meteoriche	351
12. LA COSTRUIBILITA' DELL'EDIFICIO CoB MADRID	355
12.1. GLI OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE	357
12.2. L'ANALISI DEL CONTESTO URBANO	357
12.3. IL LAYOUT DI CANTIERE	359
12.4. GLI SCAVI	360
12.5. LE FASI COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO CoB MADRID	362
13. LA VERIFICA DEL PROGETTO – LEED	373
13.1. CONSIDERAZIONI INIZIALI	375
13.2. LEED – THE LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN	376
13.3. IL PROCEDIMENTO PER LA CERTIFICAZIONE LEED	377
13.4. I PROGRAMMI LEED	378
13.5. LA STRUTTURA LEED	380
13.6. I LIVELLI DI CERTIFICAZIONE	381
13.7. LEED FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATION	381
13.7.1. Location and Transportation	382
13.7.2. Sustainable Sites	383
13.7.3. Water Efficiency	384
13.7.4. Energy and Atmosphere	384
13.7.5. Materials and Resources	386
13.7.6. Indoor Environmental Quality	387
13.7.7. Innovation	388
13.7.8. Regional Priority	388
13.8. CONCLUSIONI	389
BIBLIOGRAFIA	395
INDICE FIGURE, TABELLE E GRAFICI	399
INDICE TAVOLE BOOK A3	409
RINGRAZIAMENTI	411





CoB
Madrid

Abstract

La tesi nasce dal concorso di idee rivolto a studenti di architettura, pubblicato nel settembre 2011 dalla società Arquideas. Focus progettuale è un edificio di CoWorking da realizzare in una zona periferica di Madrid, il quartiere di San Blas.

Prima di procedere alla progettazione è stato fondamentale visitare il sito di progetto, acquisendo direttamente informazioni legate al contesto sociale, al clima, alla tipologia urbana e alle problematiche dell'area. In linea con la tematica di progetto, relativa al fenomeno del CoWorking, è stato individuato uno dei più importanti centri italiani, il Toolbox di Torino. La visita della struttura ha permesso di approfondire le nostre conoscenze e acquisire nuove informazioni sulla tematica. E' stato entusiasmante conoscere le potenzialità di questo sistema, che coniuga l'indipendenza del lavoro autonomo con il beneficio della condivisione di ampi spazi fra liberi professionisti, che ne traggono stimoli creativi per il proprio lavoro, oltre alla spinta emotiva di socializzazione.

Sul piano formale e urbanistico, si è deciso di progettare un edificio riconoscibile ed identificativo dello spazio urbano, un Landmark che riqualificasse una zona periferica povera di valori forti. La soluzione di un edificio alto, precisamente un grattacielo di ventinove piani, è stata la sfida principale dell'intero percorso. Il progetto affronta la tematica della torre con innovative scelte formali ed architettoniche, quali, la silhouette sfaccettata che si modula lungo l'asse verticale, la sezione di pianta variabile, il rivestimento in nastri in zinco-titanio, l'individuazione di spazi verdi, ed infine, l'inserimento di un complesso, posto alla base della torre, che possa contenere spazi di servizio dedicati sia ai Coworkers, sia agli abitanti del quartiere che della città. Punti focali della progettazione sono rappresentati dalla flessibilità degli spazi interni associati, in relazione alle funzioni, all'accurato studio illuminotecnico e dallo sviluppo e ottimizzazione di soluzioni di involucro unite a strategie energetiche impiantistiche.

Altro aspetto, oggetto di approfondimento, è stata la progettazione strutturale di un sistema alleggerito in grado di assorbire i carichi orizzontali, indispensabile per la tipologia di edifici alti.

Nella logica dell'efficienza energetica e riduzione dei consumi, si è pensato ad un impianto fotovoltaico in copertura e a soluzioni a basso impatto, quali ventilazione meccanizzata controllata con recuperatori di calore e sistemi per il recupero dell'acqua piovana.

In conclusione, come ulteriore verifica della validità e sostenibilità del percorso progettuale, si è ricorsi al protocollo di certificazione LEED. Sfruttando il criterio di classificazione delle prestazioni energetiche in relazione all'impatto sull'ambiente, è emerso che l'edificio CoB Madrid potrebbe aspirare alla classe Platinum.



Abstract

The following thesis comes from a competition addressed to architecture students, published on September 2011 by the company Arquideas. Project's focus is a CoWorking building to be realized in San Blas district, an outskirt area of Madrid.

Before proceeding with the design phase was fundamental visiting the project's site, directly acquiring information on matters such as social contest, climate, urban typology and possible area's issues.

Consistent with the project theme, the CoWorking phenomena, it was identified in Torino one of the main Italian structures: the Toolbox.

It was possible through the structure's inspection to deepen our knowledge and gather new information on the topic. It has been thrilling getting to know this system's potential, which combines the independence of self-employment with the benefits deriving from sharing a big area between freelancers, whom get creative stimuli for their own work and thanks to socialization an emotional push.

On the formal and urban side, it was decided to design a building which would be recognizable and that would define the urban area, a Landmark which would retrain a district poor of strong values.

The solution of a tall building, to be precise a twenty-nine stores skyscraper, was the main challenge through the entire process. The project faces the tower theme with innovative formal and architectural choices, such as, multifaceted silhouette modulated through the vertical axis, variable plan section, coating with titanium zinc strings, individuation of green spots, at last, the construction of a complex, sited at the tower base, which could contain service areas dedicated both to the Coworkers as well as the San Blas district and city population.

Focus points of the design are represented by the indoor space flexibility associated, based on the need, to the accurate lighting study and to the development and optimization of solutions for different layers combined with implant's energies strategies.

Another aspect, matter of deeper study, is the structural design of a lightened structure able to absorb horizontal loads, indispensable for tall buildings.

Adopting an energy efficiency and consumption reduction logic, it was thought to use a photovoltaic implant for coating and to employ low impact solutions such as mechanized controlled ventilation with heat-recovery and rainwater recovery systems.

In conclusion, as an ulterior verification of the validity and sustainability of the designing process, it was submitted to the LEED certification protocol. Adopting the energetic performance classification criteria related to the environment impact, emerged that the CoB Madrid building could aspire to be classified as Platinum.



Capitolo 1

LA CITTA' DI MADRID



1.1. LA STORIA E LO SVILUPPO URBANISTICO

Madrid deve la sua nascita ai mussulmani; il nucleo piú antico dell'odierna città, infatti, risale all'856, quando l'emiro di Còrdoba, Muhammad I, decise di edificare un alcàzar, ovvero un palazzo-fortezza cinto da una muraglia, nel cuore della Meseta centrale, alle pendici della Sierra de Guadarrama. Si trattava di una zona fertile e ricca di acque sorgive, ma anche molto significativa dal punto di vista strategico. Erano gli anni in cui, nella Penisola Iberica, si andavano consolidando i domini arabo-andalusi del Sud e i regni cristiani del Nord; l'altopiano della Meseta costituiva a quel tempo una sorta di limbo tra queste diverse compagini e il suo controllo poteva risultare fondamentale in caso di guerra. In principio "Magrit", questo è il nome dell'insediamento, fu, dunque, poco piú che una piazzaforte, costruita sulla strada che portava a Toledo. Attorno allo stanziamento, voluto da Muhammad, nacquero numerosi sobborghi, destinati ben presto ad ospitare la popolazione rurale del circondario, e una moschea, che diedero all'antica piazzaforte araba l'aspetto di un piccolo centro abitato. La sua posizione strategica, al confine fra i territori cristiani e quelli mussulmani, spiega i numerosi attacchi di cui Magrit fu oggetto, fino alla definitiva conquista cristiana, avvenuta nel 1083 per opera del re di Castiglia Alfonso VI il Valoroso.

Le vestigia della cultura musulmana furono cancellate dai nuovi padroni cristiani nel giro di qualche decennio: contrariamente ad altre città spagnole, l'odierna Madrid conserva in effetti solo pochi toponimi del suo passato arabo, come quello della cattedrale della Almudena. Nel 1202 l'insediamento ottenne un "fuero", ovvero uno statuto, mentre nel 1309 vi si convocarono le prime Cortes. Madrid non riusciva ancora a competere a livello culturale e artistico con altri centri come Toledo e Salamanca, tuttavia, dalla seconda metà del XIV secolo, la dinastia reale cominciò a concedere alla città privilegi e spazi di autonomia, eleggendola a residenza della corte. Furono soprattutto i Re cattolici, Ferdinando d'Aragona e Isabella di Castiglia, che diedero un nuovo impulso alla città negli ultimi decenni del Quattrocento. Fu la regina Isabella a promuovere, per esempio, la costruzione di edifici religiosi, come il monastero di San Jerònimo, di ospedali, come quello di La Latina, e a ordinare una serie di opere pubbliche di rilievo, come la pavimentazione delle strade, la costruzione di un mattatoio.

Con l'ascesa al trono di Castiglia degli Asburgo, nel 1516, il destino di Madrid cambiò radicalmente. Se l'imperatore Carlo V non mostrò mai grande interesse verso questo centro di soli 4.000 abitanti, fu suo figlio, Filippo II, a dare a Madrid lo status di una grande città: vi trasferì, infatti, la corte e la proclamò capitale dell'impero nel 1561.

Le motivazioni di questa scelta non sono ancora del tutto chiare. Alcuni storici propendono per ragioni di carattere strategico, dal momento che Madrid era collocata al centro del regno, mentre altri tendono a focalizzare l'attenzione su motivi piú pratici: attorno alla nuova capitale, infatti, si trovavano boschi che fornivano legno e acqua sorgiva.

Nonostante un temporaneo declassamento ad opera di Filippo III, che portò per un breve periodo la capitale spagnola a Valladolid, Madrid cominciò ad avere un volto davvero imponente grazie a Filippo IV, grazie al duca–conte di Olivares, primo ministro e preferito del re, vero arbitro delle sorti dello Stato. E' l'apogeo del "Siglo de Oro".

Madrid e la Spagna dominarono il mondo intero e raggiunsero livelli culturali ed artistici altissimi.

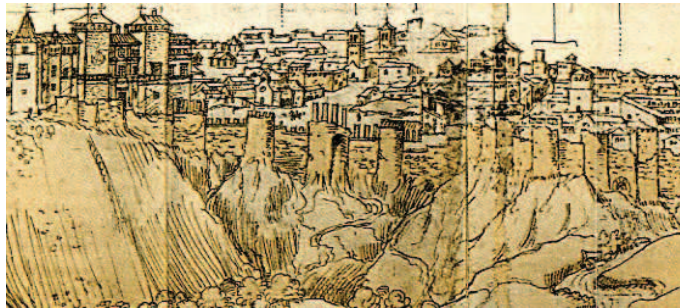


Figura 1.1. Muraglia musulmana nel 1562

La città, tuttavia, non aveva ancora conosciuto i suoi veri e piú fecondi patrocinatori: saranno poi i Borboni, già sovrani di Francia, ad insediare un loro ramo cadetto sul trono madrilenò all'inizio del Settecento, dopo la vittoria sull'Austria nella guerra di successione spagnola. Tra i monarchi di questa dinastia si distinse, per interesse nei confronti di Madrid, soprattutto Carlo III (1759–1788), già re di Napoli. Sotto il suo regno gli stilemi dell'organizzazione urbana e della politica culturale francese vennero incorporati nella vita della capitale iberica. Madrid divenne una città grandiosa: architetti italiani e francesi vennero chiamati a sovrintendere alla costruzione di nuovi palazzi, chiese e accademie in uno stile pulito e ordinato, con parchi e viali che garantivano benessere e riposo alla numerosa aristocrazia residente. Grazie a Carlo III Madrid divenne anche una città moderna. Il re, infatti, dotò la capitale di un sistema di illuminazione pubblica, completò la pavimentazione delle strade cittadine e, nel 1785, diede vita ad un'importante raccolta di opere d'arte, che costituirà poi il nucleo fondante del Museo de Prado.

Il rapporto tra la casa reale e il popolo di Madrid, però, si faceva sempre piú distante; il lusso della corte era senza freni e i sovrani si comportavano come grandi mecenati, al contrario, nei quartieri

popolari, i madrileni sopportavano le privazioni imposte da un'economia in difficoltà. Carlo IV, figlio e successore di Carlo III, meno dotato del padre dal punto di vista politico, proseguì comunque nel tentativo di fare di Madrid una delle più apprezzate capitali artistiche europee. Basti pensare che il suo "pintor de camara" era Francisco Goya, uno dei più celebri ed importanti pittori spagnoli. L'influenza esercitata sul sovrano dalla regina Maria Luisa e soprattutto dal ministro Manuel Godoy legò a doppio filo il destino della Spagna a quello della Francia napoleonica: ma l'economia segnava il passo e il popolo continuava a vedere nei sovrani dei fanatici filofrancesi. Fu quindi con grande fervore che la capitale spagnola si ribellò, il 3 maggio 1808, alle truppe francesi che avevano invaso e occupato gran parte della Penisola iberica. Le tragiche conseguenze di questo gesto liberatorio furono raccontate con lucidità dalle celebri opere di Goya, sconvolgenti testimonianze contro la guerra e l'oppressione. La rivolta di Madrid fu soffocata nel sangue: Napoleone entrò nella città il 4 dicembre dello stesso 1808, ricollocando sul trono il fratello Giuseppe Bonaparte. Quest'ultimo, che a Madrid era conosciuto con il poco decoroso nomignolo di "Pepe Botella" (per l'inclinazione a bere), venne soprannominato in seguito anche "Pepe Plazuelas" (per la sua mania di costruire piazze): gli spazi aperti dalla sua riforma urbanistica cancellarono e modificarono intere parti della città.



Figura 1.2. Goya "La fucilazione del 3 maggio"

La fine della dominazione napoleonica, nel 1814, aprì in Spagna un periodo di grave instabilità politica, destinato a caratterizzare tutto l'Ottocento e il primo trentennio del Novecento. La morte nel 1833 del re Ferdinando VII, senza eredi maschi, scatenò una guerra dinastica

tra i sostenitori della figlia primogenita Isabella e quelli del fratello del sovrano scomparso, don Carlo di Borbone. Madrid si trovò coinvolta nelle guerre carliste e nei tentativi repubblicani degli anni Settanta del XIX secolo, mentre gli ultimi anni dell'Ottocento videro anche nella capitale la nascita e il consolidamento di un proletariato operaio desideroso di organizzarsi per la rivendicazione dei propri diritti. La capitale cambiò ancora una volta il suo aspetto: la razionalizzazione dello spazio urbano venne perseguita con la creazione di nuove piazze e con la costruzione di moderni quartieri a scacchiera, destinati ad affiancare quelli più vecchi del centro storico. L'aumento della popolazione residente nella capitale all'inizio del Novecento (circa 250.000 persone) spinse le autorità a costruire e inaugurare le grandi arterie per lo scorrimento del traffico, come il Paseo de la Castellana e la Gran Vía, ai bordi delle quali si affacciarono eleganti edifici dall'architettura più moderna. Le premesse di sviluppo degli esordi del XX secolo non furono purtroppo rispettate. Nel 1936, infatti, Madrid e la Spagna precipitarono in una spaventosa guerra civile, che vide contrapposti le truppe del legittimo governo repubblicano, insediatosi nel 1931 (dopo l'esilio del re Alfonso XII), e i falangisti del generale ribelle Francisco Franco, sostenuto dalle dittature fascista e nazista. Dopo tre anni di scontri violenti e sanguinosi, la caduta di Madrid nelle mani di Franco, il 28 marzo 1939, segnò la fine delle ostilità e l'inizio dell'affermazione del futuro "Caudillo".



Figura 1.3. Francisco Franco

Gli anni che seguirono furono per Madrid un periodo di grandi difficoltà: l'autoritarismo del dittatore e il clima di sospetto da lui instaurato segnarono il punto più basso nella storia della capitale. L'atmosfera in città era opprimente, la polizia sorvegliava tutte le manifestazioni della vita cittadina, reprimendo gli slanci e i tentativi di libertà e innovazione. A livello urbanistico, il regime franchista trasformò ancora una volta Madrid. Furono costruiti interi quartieri-dormitorio alla periferia della

città, mentre nel centro furono innalzate torri e uffici ministeriali. Madrid, munita anche di una Città universitaria, divenne la vetrina della dittatura spagnola e triplicò la sua popolazione. La speculazione edilizia visse il suo periodo di splendore negli anni Cinquanta e Sessanta del Novecento, procurando vere fortune ad abili faccendieri, ma lasciando segni indelebili nella struttura urbana.

La morte di Franco nel Novembre 1975 risvegliò in Spagna e nella sua capitale il desiderio di autogestione e democrazia. Riesplosero in città la vita culturale e politica, la partecipazione, la volontà di godere appieno dei frutti della ritrovata libertà. Stretti intorno al proprio re, Juan Carlos I, designato successore dallo stesso "Caudillo" nel 1969, e salito al trono alla morte di quest'ultimo, i madrileni elessero come proprio sindaco, nel 1976, Enrique Tierno, un filosofo ex militare marxista, cui spettò il compito di traghettare Madrid verso gli anni ruggenti della "Movida". La capitale spagnola si trasformò dunque in una città allegra e ricca di opportunità, illuminata costantemente dalla luce degli innumerevoli locali notturni e delle miriadi di feste private. La Madrid degli anni Ottanta si trovava, però, isolata nei suoi privilegi di capitale di uno Stato la cui crescita economica aveva il sapore di un miracolo.

Oggi, l'antico villaggio ai piedi della Sierra de Guadarrama ha recuperato un rapporto migliore con il resto della nazione ed è riuscito a conquistare un posto di rilievo fra le altre città spagnole. I grattacieli e le linee ferroviarie ad alta velocità hanno contribuito a continuare, dal punto di vista urbanistico, la tendenza alla modernità che da secoli contraddistingue lo spirito della capitale. Tra i più importanti poli spagnoli del terziario avanzato, soprattutto nel campo della finanza e della ricerca, Madrid è diventata anche una delle mete irrinunciabili di un turismo colto e consapevole, sempre alla ricerca di un luogo dove coniugare arte, cultura e divertimento. A partire dai trascorsi anni Novanta il Museo del Prado, il Museo Reina Sofía e il Museo Thyssen-Bornemisza hanno inaugurato un'entusiasmante stagione, con ampliamenti e riposizionamenti dei propri spazi espositivi, che ha reso queste istituzioni un fiore all'occhiello della offerta culturale non solo di Madrid, ma dell'intera Spagna.

Anche nel nuovo millennio l'edilizia continua ad essere il più grande business di questa città, più volte nella storia vittima della speculazione edilizia, eppure tra le più verdi al mondo, con numerosi parchi, alcuni molto esteri, ma anche piccole aiuole, piante e giardini fioriti che abbelliscono le vie.

1.2. LA FISIONOMIA ATTUALE DELLA CITTA'

Quella di Madrid è una delle diciassette regioni autonome della Spagna. Di forma approssimativamente triangolare, è situata al centro della penisola iberica e con i suoi 8.030 km² di estensione occupa l'11,6% della superficie totale della nazione.

Al 2011 la sua popolazione ammonta a 6.489.680, con una densità di 778,76ab/km².

Essa confina a nord-ovest con le comunità autonome della Castiglia e León, in particolare con le province di Avila e Segovia, e della Castiglia La Mancha, con le province Guadalajara ad est, Cuenca a sud-est e Toledo a sud.

La Comunidad è caratterizzata da 179 comuni ed è uniprovinciale: la sua unica provincia, Madrid, è anche la capitale della Spagna, in cui si concentra la maggioranza della popolazione.

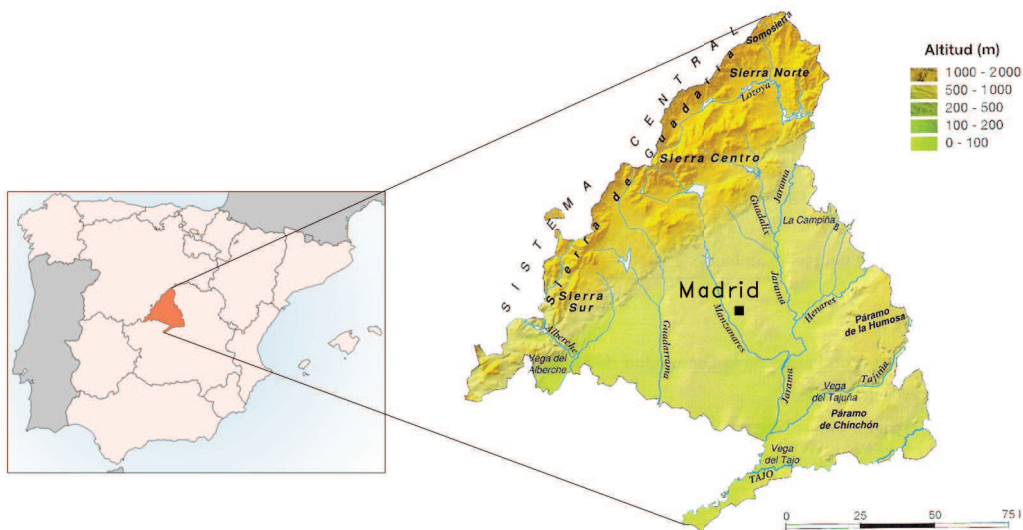


Figura 1.4. La Comunidad de Madrid

La città di Madrid è situata sul corso del fiume Manzanares, nel centro della Comunitad; ha una superficie che si estende fino a 698,77 km² e una densità di abitanti per km² di 5403,12. La popolazione della città è di circa 3,3 milioni di abitanti, al dicembre 2011, mentre quella urbana e periferica ammonta a 6,5 milioni.

La conurbazione di Madrid è la terza col PIL maggiore nell'UE e la sua influenza nella politica, nell'educazione, nella scienza, nelle arti, nella moda e nell'intrattenimento contribuisce a renderla una delle principali città globali del mondo.

Madrid è considerata il maggiore centro finanziario dell'Europa meridionale

e della Penisola Iberica, grazie al suo vasto mercato e all'elevato standard di vita; essa ospita le piú importanti società spagnole.

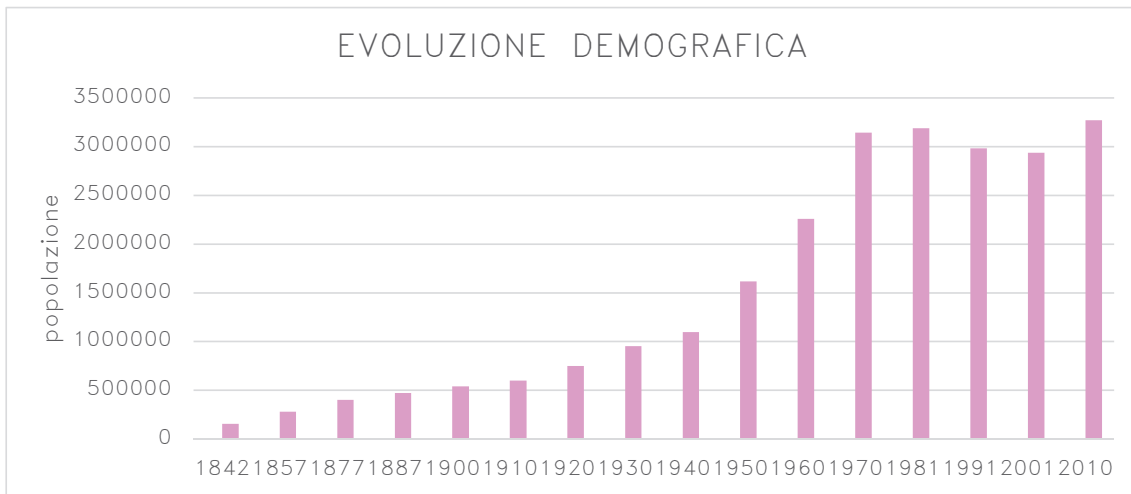


Grafico 1.1. Evoluzione demografica della città di Madrid

1.3. MADRID VERDE

Madrid, pur essendo una grande città, tra asfalto ed edifici è ricca di spazi verdi; queste zone della capitale spagnola, infatti, occupano una superficie molto estesa, superiore ai 250.000 ettari. I parchi e i giardini madrileni non garantiscono solo respiro alla città, ma sono anche luoghi ideali per passeggiare, fare sport, assistere a spettacoli, ammirare monumenti o, semplicemente, rilassarsi all'aria aperta.

Il piú centrale e rigoglioso è il Parque del Buen Retiro: i suoi giardini sono tra i piú belli che si possano trovare in una città europea. Esso fu creato nel XVII secolo da Filippo IV, riservato esclusivamente alla famiglia reale, e fu aperto al pubblico nel 1868.

Ricchi di monumenti in marmo e prati all'inglese, con qualche palazzo elegante e una ricca vegetazione, durante la settimana i giardini sono molto tranquilli, mentre nel fine settimana diventano decisamente piú animati, grazie alla presenza di artisti di strada, mostre, ecc, la maggior parte delle attività si svolge attorno al lago artificiale. Da sottolineare anche la presenza nel parco del Palacio de Cristal, una magnifica struttura in metallo e vetro e il Palacio de Velázquez, edificato nel 1883, che ospita solitamente mostre temporanee.



Figura 1.5. Parque del Buen Retiro

L'Orto Botanico Reale si trova molto vicino al parco del Retiro; ospita piú di 30.000 specie vegetali provenienti da tutto il mondo in un'area relativamente poco estesa, 8 ettari e il suo erbario è uno dei piú importante d'Europa.

Da citare è anche Casa de Campo, talvolta chiamato "polmone di Madrid", un immenso parco verde che si estende su una superficie di 17 km² ad ovest del Rio Manzanares. Esso ospita al suo interno un lago, campi da tennis, una piscina, un'area fieristica, una teleferica, uno zoo, un parco divertimenti e svariati ristoranti. Fino agli anni Trenta era proprietà esclusiva della Corona, ma il governo repubblicano che prese il sopravvento in quel decennio lo aprì al pubblico. Oggi, nei fine settimana, è preso d'assalto da quasi mezzo milione di madrileni.

1.4. L'ANALISI CLIMATICA

La regione di Madrid è caratterizzata da due tipologie di clima ben distinte, dovute, oltre alla sua collocazione, anche, e soprattutto, a due fattori. Il primo è l'attraversamento del territorio del Sistema Central, una catena montuosa lunga circa 600km situata al centro della penisola iberica, che la percorre da ovest ad est. Il secondo è la presenza della Valle del Tajo, il fiume piú lungo della Spagna, che la attraversa da est a ovest, deviando poi il suo percorso verso sud-ovest.

Da questi due elementi hanno origine le due zone climatiche principali di Madrid: quella montana, caratterizzata, alle altitudini piú elevate (come sui picchi della Guadarrama e dell'Ayllon), da climi freddi e molto freddi con frequenti precipitazioni (fino a 1.500mm all'anno), e quella contraddistinta da un clima mediterranea-continentale, tipica del resto del territorio, attenuato ai piedi della catena montuosa ed

accentuato nelle zone pianeggianti.

Queste zone sono caratterizzate da temperature invernali che scendono raramente sotto gli 8°C e le nevicate sono rare, nell'ordine di 3 o 4 all'anno. Le estati, invece, sono molto calde, con temperature medie sopra i 24°C nei mesi di Luglio e Agosto e massime che superano abbondantemente i 35°C, ma vi è il pregio di una bassa o scarsa umidità, talvolta di stampo simil-desertico, che generalmente rende il clima tollerabile.

L'escursione termica è di circa 10°C, le precipitazioni in questa zona non superano i 700mm l'anno e sono concentrate soprattutto in primavera e in autunno. Sono due, infatti, i periodi particolarmente piovosi a Madrid: uno da marzo a maggio, l'altro da ottobre a dicembre. L'autunno è la stagione con la più alta piovosità in assoluto, caratterizzata da brevi ma abbondanti rovesci. Le estati sono calde e secche, con piogge scarse da giugno a settembre.

Sono di seguito riportati alcuni grafici che mettono a confronto le caratteristiche dei dodici mesi dell'anno dal punto di vista delle temperature, dell'umidità, delle ore di sole e delle precipitazioni nella città di Madrid.

Dai grafici si evince che la situazione più critica è rappresentata dal periodo estivo, il quale è caratterizzato da temperature medie che si aggirano attorno ai 30°C e da alti valori di umidità.

Per questo motivo sarà importante studiare in modo approfondito questo aspetto e tenerlo in considerazione durante la fase progettuale.

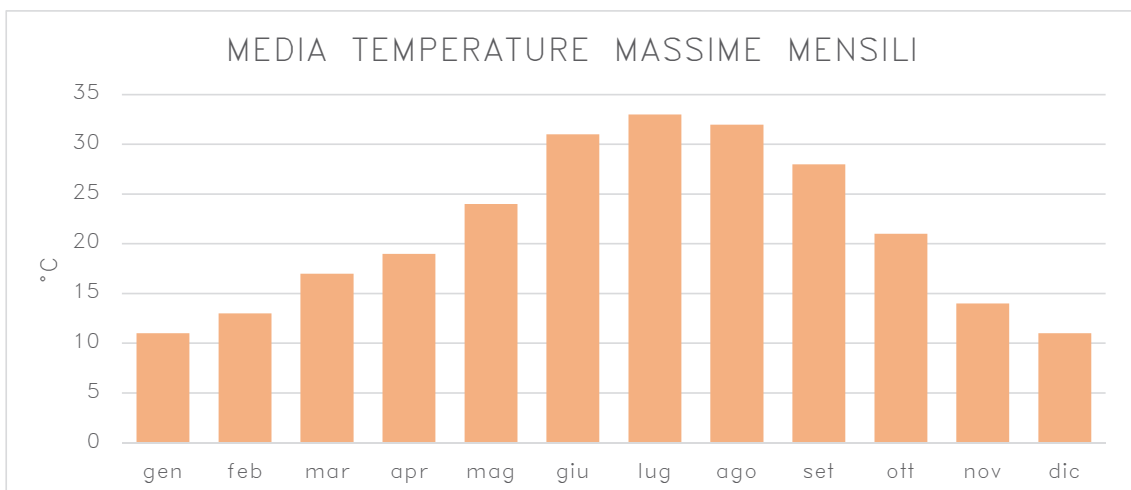


Grafico 1.2. Media delle temperature massime mensili

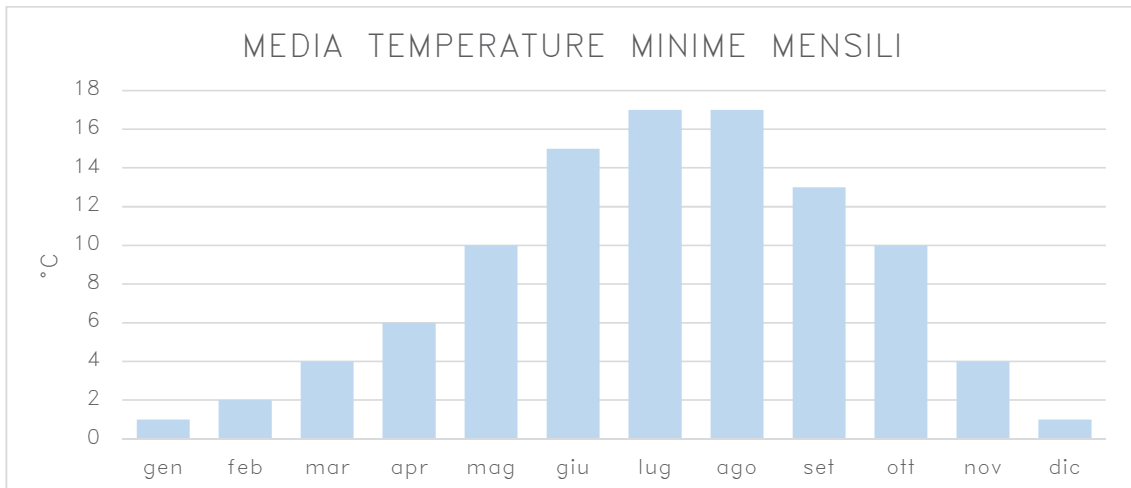


Grafico 1.3. Media delle temperature minime mensili

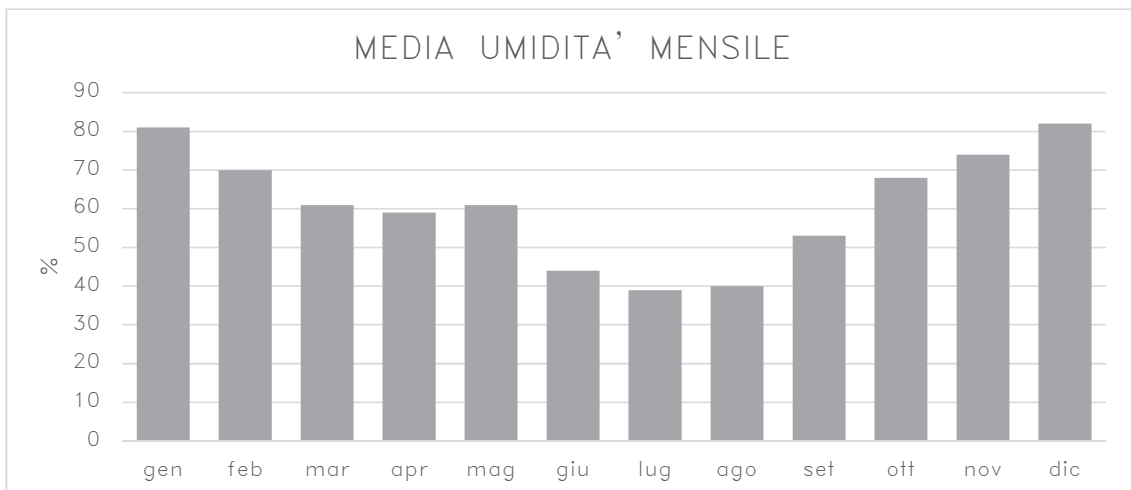


Grafico 1.4. Media dell'umidità mensile

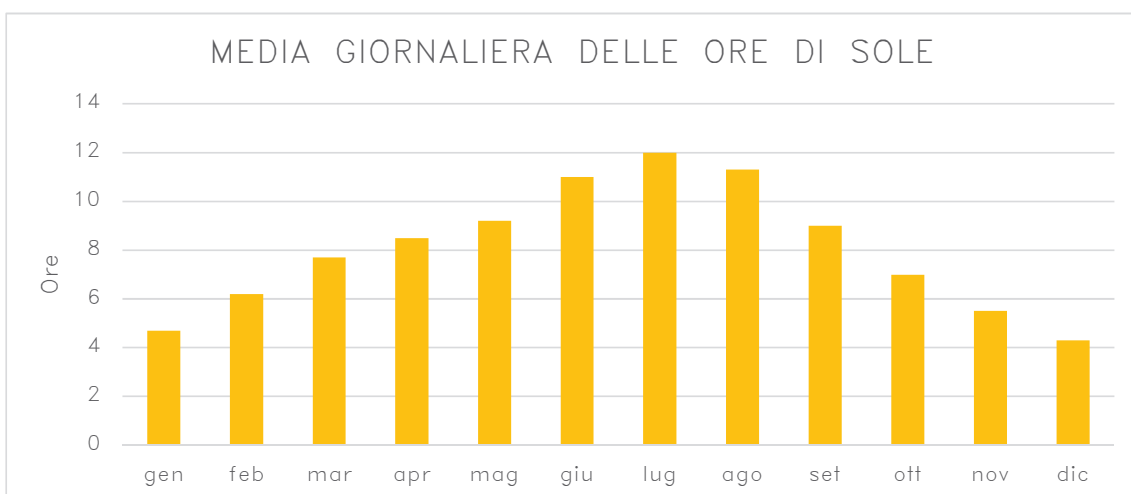


Grafico 1.5. Media giornaliera delle ore di sole

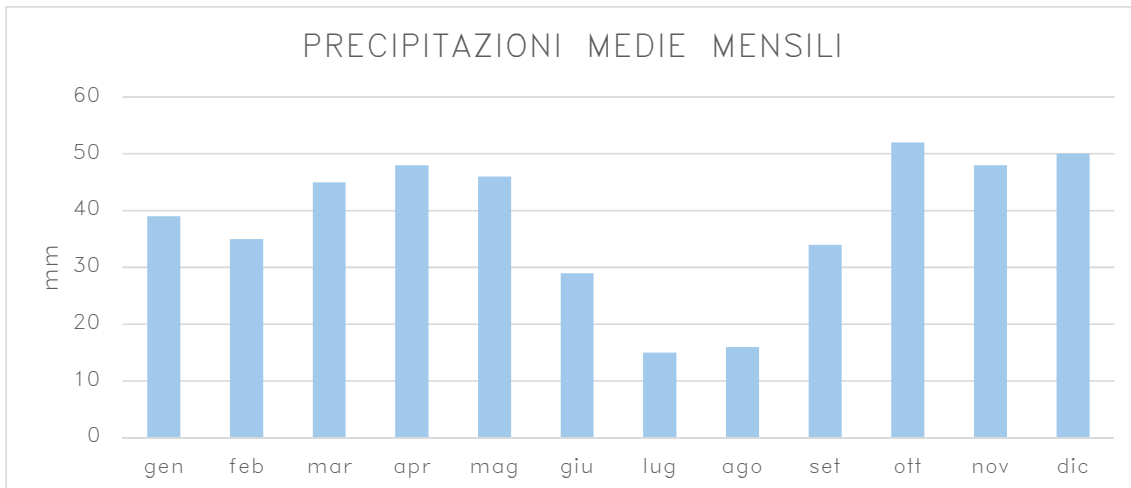


Grafico 1.6. Precipitazioni medie mensili

1.5. L'ARCHITETTURA CONTEMPORANEA

Per comprendere a fondo la tendenza architettonica di Madrid odierna, è stato fatto un approfondimento sulle costruzioni che, negli ultimi anni, hanno segnato la storia della città in ambito architettonico. Sono qui di seguito elencati alcuni degli edifici più significativi degli ultimi vent'anni.

PUERTA DE EUROPA

Si tratta di una costruzione formata da due torri inclinate una verso l'altra, che fiancheggia il Paseo de la Castellana. La Porta d'Europa è il simbolo del quartiere finanziario di Madrid. L'opera è stata progettata da Philip Johnson e John Burgee nel 1996 e ospita uffici. La facciata di ogni torre è composta da una grande griglia rivestita in acciaio inox, una griglia minore di montanti rossi, e una terza griglia che comprende i montanti grigio chiaro della facciata continua.



Figura 1.6. Puerta de Europa

EL CROQUIS

Un piccolo edificio in un tipico ambiente di periferia, sede dell'omonima rivista di architettura, una delle più conosciute in Spagna. La costruzione è stata realizzata nel 1998 e riprende il paesaggio roccioso circostante. Gli architetti dell'edificio sono i principali editori e direttori di El Croquis, Fernando Marquez Cecilia e Richard C. Levene. L'edificio non è solo lo spazio ufficio, ma viene utilizzata anche una galleria per mostre di architettura.



Figura 1.7. El Croquis

SEDE INTERNAZIONALE JC DECAUX

L'edificio è una ex fabbrica degli anni '60, situato nella zona periferica di Madrid, che nel 2001 ha subito l'intervento dell'architetto spagnolo Carlos Ferrater. Egli affronta il progetto con un senso di profondo rispetto per ciò che già esiste; in questo senso, realizza una serie di interventi architettonici non invasivi, per adeguare l'edificio alle esigenze del nuovo utente, l'azienda internazionale JC Decaux. Si tratta quindi di un complesso che ha come destinazione d'uso principale quella di uffici.



Figura 1.8. Sede internazionale JC Decaux

BIBLIOTECA PUBBLICA DI USERA

Considerata un "castello per la custodia dei libri", la biblioteca pubblica di Usera è una torre rivestita in alluminio con delle feritoie alte, disposte in modo apparentemente casuale, che permettono alla luce naturale di filtrare, illuminando l'interno in modo ottimale. La particolarità dell'edificio è l'atrio a tripla altezza e diversi spazi a doppia altezza, su cui si affacciano delle "gallerie su soppalco". La biblioteca è stata realizzata nel 2002 da Herreros Arquitectos.



Figura 1.9. Biblioteca pubblica di Usera

AMPLIAMENTO DEL MUSEO THYSSEN-BORNEMISZA

Il museo è un'importante pinacoteca e centro culturale di Madrid, situato lungo il Paseo del Prado. Esso nel 2004 ha subito una ristrutturazione di due dei suoi edifici: le loro facciate sono state mantenute e sono stati collegati al museo con un padiglione di vetro nuovo di fronte a una terrazza con giardino. Un'ulteriore modifica è stata la creazione un nuovo ingresso che ospita il bar del museo. Gli autori dell'intervento sono Manuel Baquero, Robert Brufau e BOPBAA.



Figura 1.10. Ampliamento museo Thyssen-Bornemisza

SEDE DELLA CAMERA DI COMMERCIO

L'edificio è stato realizzato da Rafael de la Hoz nel 2004; si tratta di una costruzione dalle linee pulite caratterizzato da un'ampia vetrata. Oltre alla presenza di vetro, le facciate alternano cemento bianco e lavori di carpenteria in alluminio, creando così una varietà di materiali e volumi; l'affaccio sull'autostrada è chiuso ed è metallico, quello di ingresso è in parte traslucido e in parte in vetro trasparente per creare collegamento con il parco.



Figura 1.11. Sede della camera di commercio

HOUSING IN THE PAU OF CARABANCHEL

Il sito è di forma rettangolare, delimitato a ovest da un nuovo parco urbano, mentre a nord sud ed est da altri blocchi abitativi simili. Ciascun lato della costruzione è fornito di un ampio terrazzo, con feritoie di bambú montate su telai a libro, in grado di garantire la necessaria protezione dalla forte esposizione solare a est e ovest. Il progetto ha come obiettivo quello di fornire alle residenze la quantità massima di spazio, flessibilità e qualità. L'edificio social housing è stato realizzato nel 2004 da Ruíz-Larrea & Associates.



Figura 1.12. Housing in the Pau of Carabanchel

ECO BOULEVARD DI VALLECAS

Si tratta di una serie di spazi pubblici sostenibili, un punto di incontro per coloro che vivono nella zona di Vallecas, un sobborgo di Madrid. L'edificio contiene una sala riunioni, un padiglione e una piazza ed è stato realizzato nel 2005 da Ecosistema Urbano Arquitectos. L'obiettivo è duplice: uno di natura sociale con la creazione di attività, e uno di carattere ambientale; il tutto è rappresentato dal cosiddetto "albero sociale", una struttura leggera, smontabile ed autosufficiente. L'energia prodotta da un sistema di impianti fotovoltaici, infatti, viene sfruttata in parte dall'edificio, e in parte dalla rete elettrica generale.



Figura 1.13. Eco boulevard di Vallecas

BMW MADRID

L'edificio, quasi totalmente vetrato, è stato progettato da Rafael de la Hoz nel 2005. Esso contiene uno spazio espositivo e di vendita. L'edificio è composto da tre strutture distinte per le attività specifiche svolte in ciascuna (officina, autosalone e uffici). I tre volumi sono ben distinguibili all'esterno, ma l'elemento copertura li rende tutt'uno; interiormente essi sono ben collegati per garantire fluidità di movimento.



Figura 1.14. BMW Madrid

HOUSING PRESSO CALLE CLAVEL

Si tratta di una social housing nel centro storico di Madrid realizzata da Carlos de Riaño nel 2005. E' un modello di integrazione urbana che avviene per mezzo di un linguaggio architettonico, il quale rinuncia alla reinterpretazione dell'architettura del passato.



Figura 1.15. Housing presso Calle Clavel

EDIFICIO MIRADOR

Nel quartiere di Sanchinarro si erge il Mirador, una costruzione di architettura postmoderna di 22 piani che raggiunge i 63,4 metri di altezza. Esso è stato realizzato nel 2005 da MvRdV e la destinazione d'uso è quella di housing sociale. Ciò che colpisce è il grande foro centrale; le lastre di pietra, tessere di mosaico e cemento declinati nelle sfumature del grigio, nero e bianco sottolineano i diversi blocchi, mentre le aree destinate alla circolazione sono chiaramente leggibili per il loro colore arancione acceso.



Figura 1.16. Edificio Mirador

EDIFICIO RESIDENZIALE VILLAVERDE

E' un blocco a U di otto piani di altezza progettato nel 2005 dall'architetto britannico David Chipperfield, nella zona sud di Madrid. Ha una struttura classica in cemento armato con l'impiego del GRC (glass reinforced concrete), che consente di rivestire i prospetti con una pelle che conferisce all'involucro un grande valore plastico e massivo.



Figura 1.17. Edificio residenziale Villaverde

HOTEL PUERTA AMERICA

Stabile realizzato da 19 studi d'architettura diversi (tra cui Jean Nouvel, David Chipperfield, Norman Foster, Zaha Hadid) nel 2005. L'intenzione era quella di offrire uno spazio, dove ogni architetto potesse plasmare il meglio di sè e del proprio modo di intendere il mondo, attraverso l'architettura, il design, la fotografia o la letteratura. È un'opera che rompe schemi grazie all'uso di diversi colori, materiali, forme e che fonde originalità, lusso, comfort e innovazione. Tutti i piani mostrano la stessa distribuzione, con una lobby centrale davanti all'uscita dell'ascensore ed un corridoio dal quale si diramano le camere.



Figura 1.18. Hotel Puerta America

TEATRO LAVAPIES

L'edificio, realizzato nel 2005 da Paredes y Pedrosaú, prevede una piccola sala di teatro per 30 spettatori nel seminterrato di un hotel a Lavapies, un quartiere in cui si concentra un mix di razze, nazionalità e culture.



Figura 1.19. Teatro Lavapies

AMPLIAMENTO DEL MUSEO REINA SOFIA

Jean Nouvel nel 2005 si occupa di una delle principali estensioni museali di Madrid, quella del museo nazionale centro d'arte Reina Sofia. L'innovazione consiste nell'introduzione di tre edifici che ospitano sale per le esposizioni temporanee, un auditorium, sale destinate a corsi di formazione, una grande biblioteca su vari livelli, una caffetteria e un ristorante; i tre blocchi sono sormontati da un'ampia copertura lineare perforata color ciliegia. Le facciate sono caratterizzate dall'uso armonico di vetro, zinco e acciaio.



Figura 1.20. Ampliamento del museo Reina Sofia

AMPLIAMENTO DELLA FACOLTA' DI FARMACIA

L'intervento è stato affidato a MTM Arquitectos ed è stato terminato nel 2005. Il progetto è stato diviso in due blocchi che sono organizzati attorno ad un patio, il quale si collega con il livello stradale tramite un pendio. Le facciate sono realizzate in cemento colorato di rosso, ad eccezione di quella a Nord che è vetrata e riflette la ricca vegetazione. Vi sono delle colonne di acciaio posizionate in modo irregolare che sostengono il volume e che realizzano una sorta di foresta di tronchi.



Figura 1.21. Ampliamento della facoltà di farmacia

CONDOMINIO JOSÉ PÉREZ

Composizione bipartita realizzata da Carlos Ferrater nel 2005. L'elemento piú evidente del complesso è la torre, separata dal blocco inferiore da una corte aperta. Vi sono delle scale visibili dall'estero che caratterizzano una facciata del blocco verticale e che consentono di raggiungere un ponte pedonale, il quale consente l'accesso ai piani superiori del blocco. Esternamente le finiture sono principalmente di colore bianco con zone di rivestimento grigio. La torre è di nove piani di altezza, la parte inferiore ospita appartamenti su due livelli di circa 90 metri quadrati di superficie.



Figura 1.22. Condominio José Pérez

PANORAMA BUILDING

Complesso residenziale realizzato nel 2006 da Junquera Arquitectos; si tratta di uno spazio concepito per diventare, in breve tempo, il centro finanziario di Madrid. L'edificio si erge per 22 piani ed ha un'altezza di 75 metri. La volontà degli architetti di avere un'ampia area verde al piano terra li ha portati alla realizzazione di un edificio che si sviluppa verso l'alto e consente la vista sul Paseo de la Castellana.



Figura 1.23. Panorama building

AMPLIAMENTO DELL'AEROPORTO BARAJAS

Richard Rogers, con il partner spagnolo Estudio Lamela, si è aggiudicato il concorso internazionale bandito nel 1997 ed è stato l'artefice del mastodontico progetto di ampliamento dell'aeroporto di Barajas. Il lavoro di Rogers, inaugurato nel 2006, si fonda su quattro caratteristiche: integrazione paesaggistica, risparmio energetico, leggibilità dello spazio e flessibilità. La peculiarità dell'edificio è la linea sinuosa della copertura in acciaio, poggiata su colonne inclinate, con una base di cemento armato lasciato a vista. Dall'interno le onde sono sempre visibili, ma rivestite in bambú, dando così un tono caldo all'ambiente. Da sottolineare l'attento studio dell'illuminazione, grazie a vetrate e cupole.



Figura 1.24. Ampliamento dell'aeroporto Barajas

146 SOCIAL HOUSING

Questo complesso di case popolari a Madrid, realizzato da Paredes & Pedrosa e concluso nel 2006, si presenta come un incrocio, una confluenza di aree che ben si inseriscono nel paesaggio. Gli edifici sono disposti in orizzontale e verticale per diventare un punto di riferimento urbano indipendente. La struttura forma due spazi aperti pubblici, una rivolta verso ovest e un altro verso est.



Figura 1.25. 146 social housing

KIOSK

Si tratta di un insieme di chioschi, ideati da Brut Delux nel 2006, a forma di casetta che, uno accanto all'altro, creano una sorta di piccolo villaggio; essi vengono utilizzati per mercatini temporanei o fiere artigianali. La base e la struttura sono realizzati in profili strutturali e tubi di acciaio zincato, mentre la pavimentazione interna è in lamiera.



Figura 1.26. Kiosk

MADRID PUBLIC HOUSING

L'architetto americano Thom Mayne nel 2006 realizza un complesso social housing con 141 alloggi, da due, tre, quattro camere da letto ciascuna. L'edificio è composto da elementi orizzontali e verticali perpendicolari tra loro, che formano così un blocco a L con vista sul paesaggio circostante. La struttura ha uno schema semplice, tradizionale e flessibile, che può quindi essere modificato in base alle esigenze.



Figura 1.27. Madrid public housing

CENTRO PER MALATI DI ALZHEIMER

Il complesso, progettato da Estudio Lamela e terminato nel 2006, è stato costruito in più fasi e comprende nove blocchi bassi orizzontali residenziali ben inseriti nel paesaggio verde circostante. Ogni piccolo edificio racchiude un cortile soleggiato che agisce come un'estensione degli spazi interni, grazie alla finestratura orizzontale, molto importante nella progettazione di ospedali e case di cura. L'efficienza energetica è garantita da pannelli solari presenti in ogni blocco, da facciate altamente isolanti e da un sistema di ventilazione naturale.



Figura 1.28. Centro per malati di Alzheimer

PLAZA DE LA LUNA

Piazza situata nel centro storico, realizzata da Brut Delux nel 2007. Si tratta di un grande spazio caratterizzato da un ordine geometrico, grazie agli alberi ed altri elementi architettonici come rampe, scale e torri di ventilazione, realizzati in acciaio corten arrugginito naturalmente, perforato o stampata con motivo floreale. Nel punto piú basso della piazza vi è una fontana, che funge da gioco per bambini e da elemento rinfrescante; all'estremità opposta, nel punto piú alto della piazza, sono presenti area giochi e zone ombreggiate con grandi castagni. I portici sono caratterizzati da un'ottima illuminazione notturna, per garantire maggiore sicurezza e per poter essere utilizzati anche la sera per qualsiasi attività. Un'altra particolarità della piazza sta nella pavimentazione in granito con diversi colori.



Figura 1.29. Plaza de la luna

MONUMENTO ALLA STAZIONE DI ATOCHA

E' un monumento alle vittime degli attentati terroristici avvenuti l'11 marzo 2004, realizzato nel 2007 da FAM. Si compone di 2 parti: la cupola di vetro e la camera sottostante. Da questa stanza, i visitatori possono osservare l'interno della cupola, in cui sono visibili i messaggi scritti nei giorni successivi il bombardamento, stampati sul vetro.



Figura 1.30. Monumento alla stazione di Atocha

CARABANCHEL SOCIAL HOUSING

Foreign Office Architects ha dato al bambú un ruolo di primo piano nel suo progetto per alloggi, terminato nel 2007. Le ragioni che hanno spinto ad utilizzare queste piante sono dettate dal fatto che si tratta di un materiale "eco-friendly" e rendono l'atmosfera accogliente. Esse si trovano in facciata sotto forma di lamelle per proteggere dall'irraggiamento estivo, per migliorare la sicurezza e l'indipendenza tra le varie unità.



Figura 1.31. Carabanchel social housing

AMPLIAMENTO DEL MUSEO DEL PRADO

L'intervento è stato realizzato da Rafael Monero ed è stato concluso nel 2007. Consiste in un cubo stereometrico di mattoni, collegato alle sale esistenti mediante un articolato sistema di spazi e funzioni interrato; lo spazio di connessione tra il museo e la nuova addizione si traduce in una terrazza-giardino. E' evidente la presenza predominante di pietra de Colmenar e bronzo.



Figura 1.32. Ampliamento del museo del Prado

CUATRO TORRES BUSINESS AREA (CTBA)

E' un complesso di edifici situato sul Paseo de la Castellana, a Madrid, nell'area dell'ex centro di allenamento del Real Madrid, Ciudad Deportiva. La costruzione degli edifici è cominciata nel 2004 e sono stati completati tra la fine del 2007 e l'inizio del 2008. L'area ospita i quattro grattacieli più alti della Spagna: Torre Caja Madrid (250 metri e 45 piani, di Norman Foster), Torre de Cristal (249,5 metri e ha 52 piani, di César Pelli), Torre Sacyr Vallehermoso (236 metri e ha 52 piani, di Carlos Rubio Carvajal) e Torre Espacio (224,5 metri e 57 piani, di Henry N. Cobb). Tutte le quattro torri sono edifici per uffici e, in aggiunta, la Torre Sacyr Vallehermoso ospita un albergo, mentre la Torre de Cristal prevede un giardino in sommità. Il sistema utilizzato è quello delle casseforme a ripresa autosollevanti ACS, una soluzione ottimale per il nucleo dei grattacieli e per la struttura a torre. Soltanto pochi supporti della piattaforma si incrociano con le pareti; l'armatura, pertanto, è in parte pre-assemblata. Il sistema di cassetta, compatto e completo, è quello più utilizzato per nuclei di edifici alti e strutture a sviluppo verticale. La struttura dell'impalcatura, adattata al nucleo dell'edificio, sostiene l'intero peso della costruzione compresi i carichi utili e i carichi mobili.



Figura 1.33. Cuatro Torre Business Area (CTBA)

THREE EXTENDED HOUSES

Si tratta di una tipologia mista tra la casa collettiva e casa singola realizzata nel 2007 da Nodo 17 Arquitectos. Il sistema di circolazione interna ed esterna consente una relazione continua tra gli spazi a terra ed i livelli della casa, tra gli spazi collettivi e le zone private. Ogni livello ha il suo spazio libero: una cantina con il patio di bambú, piano terra con il giardino e la sala della comunità, piano primo con il pendio terrazzato esterno, copertura con terrazze private, piscina e giardino comune.



Figura 1.34. Three extended houses

170 SOCIAL HOUSES A SANCHINARRO

Case sociali realizzate nel 2007 da Burgos & Garrido. Si tratta di un blocco che non è del tutto chiuso, ma è aperto sul lato sud, dove è visibile la facciata leggera e dove si crea un legame tra cortile interno e strada. Le facciate esterne di questo edificio sono ripetitive, con aperture uguali tra loro.



Figura 1.35. 170 social houses

CENTRO DE SALUD LAS REJAS

Questo nuovo centro per l'assistenza sanitaria si trova nel quartiere di San Blas a Madrid, e offre un luogo di informazione, assistenza sanitaria e consulenza per circa 8.048 persone, abitanti del quartiere. Esso è stato realizzato da Gil Nagel Arquitectos nel 2007 ed è parte di un progetto più grande della città di Madrid, che riguarda la costruzione di 8 nuovi ospedali e almeno 50 nuovi centri più piccoli come questo.



Figura 1.36. Centro de salud Las Rejas

4 TORRI A PARLA

Edifici per residenze progettate da Ruíz-Larrea & Associates e realizzate nel 2007. La strategia seguita è quella del risparmio dei costi di esecuzione, dovuto alla ripetizione in sequenza e la produzione di massa. Il rivestimento esterno è in pannelli prefabbricati in calcestruzzo, con una serie di finestre strette e allungate disposte a grappolo.



Figura 1.37. 4 torri Parla

CAIXA FORUM

Il Caixa Forum di Madrid, inizialmente sede di una centrale elettrica, è ora un centro culturale che offre sale espositive, un auditorium, un foyer, una biblioteca, un centro conferenze, una caffetteria, un bookshop ed un ristorante. Fu costruito dagli architetti svizzeri Herzog & de Meuron dal 2001 al 2007 e inaugurato nel 2008. Le sue due facciate principali sono di fronte al Paseo del Prado, una coperta da piante verdi, creando un giardino verticale, l'altra rivestita da acciaio Cor-ten.



Figura 1.38. Caixa Forum

PRADOLONGO SOCIAL HOUSING

Complesso residenziale situato a sud di Madrid, a nord della autostrada M40. Il progetto, di Wiel Arets Architects, realizzato nel 2008, prevede 144 appartamenti, distribuiti su due edifici di sei piani e un edificio di nove piani, collegati tra loro da un parcheggio interrato. Gli edifici sono organizzati in una serie di strisce orizzontali, che corrono da est a ovest attraversando il sito e formando i passaggi pedonali; ogni striscia nasce dall'estensione del parco Pradolongo adiacente.



Figura 1.39. Pradolongo social housing

12 TORRI A VALLECAS

Si tratta di un progetto compatto formato da diversi frammenti, ovvero un blocco chiuso che viene ritmato da piccole torri; il complesso ospita case sociali, è stato realizzato da Bunch, arquitectura y proyectos nel 2008 ed è situato a metà strada tra la zona periferica e il centro storico di Madrid.



Figura 1.40. 12 torri a Vallecas

CARABANCHEL HOUSING

Il complesso ospita case sociali ed è stato realizzato nel 2008 da Dosmasuno Arquitectos. Si compone di due blocchi che formano un edificio a L in un sito rettangolare sulla Avenida de la Peseta. Sulla faccia esterna, i prospetti sono costituiti da pannelli in poliestere bianco rivestiti di lamiera stirata che si estendono verticalmente per tutta l'altezza.



Figura 1.41. Carabanchel housing

ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA

La struttura originaria dell'edificio, del 1973, è stata rinnovata dall'architetto César Ruiz-Larrea, che ha realizzato una facciata nuova e fresca, composta da centinaia di pannelli colorati. Questa facciata si chiama "diafragma Decafónico de Dígitos" ed è un'opera dello scultore Pepe Cruz Novillo. Si tratta di un sistema di trascrizione che trasforma i colori in numeri (0-9). L'edificio è stato terminato nel 2008 e ospita uffici.



Figura 1.42. Istituto nazionale di statistica

35 APPARTAMENTI A MADRID

Il progetto, realizzato nel 2008, è di Jesus Miguel Espelosín. Le facciate in mattoni formano una lunga scatola lineare a livello della strada. Al piano superiore sette unità si aprono verso l'esterno con terrazze, e in estate è possibile aprire le finestre in modo che la stanza sembri un spazio esterno, creando così un collegamento con la città.



Figura 1.43. 35 appartamenti a Madrid

CAJA MAGICA

Si tratta del centro olimpico di tennis, realizzato nel 2008 da Dominique Perrault Architecture. E' una grande scatola trasparente, con forme semplici e lineari; viene chiamata "magica" per gli effetti di luce e di colori. Di giorno questa pelle è riflettente, mentre di notte è completamente trasparente e luminosa, tanto da poter vedere le manifestazioni anche da lontano. Le strutture che danno forma al nuovo complesso trovano ispirazione nell'idea di "indumento". Sono infatti protette da una sorta di "cappotto" che, aprendosi per ospitare di volta in volta eventi differenti, trasforma il profilo del complesso sportivo dandone una percezione sempre diversa. Proprio come un indumento protettivo, la "scatola magica" di Perrault si compone, come già detto, di diversi tipi di "tessuti": riflettente, opaco o filtrante nelle ore diurne e luminoso di notte. E' stato progettato un sistema di produzione di energia rinnovabile tramite l'utilizzo di collettori solari e un sistema di produzione di acqua riciclata.



Figura 1.44. Caja Magica



Capitolo 2

IL CONCORSO



2.1. ARQUIDEAS

Arquideas è una società che si impegna a divulgare i concorsi internazionali di architettura più rilevanti del panorama attuale, rivolti a progettisti e alla organizzazione e gestione di concorsi "Arquideas" rivolti a tutti gli studenti di architettura.

Lo scopo di questa società è, infatti, quello di promuovere la partecipazione degli studenti di architettura al dibattito architettonico attuale, generando una selezione di proposte di qualità, che apportino soluzioni alle differenti problematiche sollevate nei propri concorsi.

Attraverso la partecipazione ai concorsi gli studenti hanno l'opportunità di mostrare le loro idee architettoniche alla società e di familiarizzare con le gare pubbliche che, probabilmente, dovranno affrontare nel loro futuro professionale.

Arquideas esporrà i lavori proposti per ogni concorso nella propria piattaforma web e farà conoscere i vincitori pubblicando i loro progetti all'interno di riviste specializzate di architettura di livello internazionale, così come in pagine web e blog di architettura.

Questa iniziativa, inoltre, consentirà ai partecipanti di arricchire il proprio curriculum e ottenere premi o menzioni d'onore da parte di una prestigiosa giuria.



Figura 2.1. Coworking Building Madrid 2011

2.2. INTRODUZIONE AL CONCORSO

Madrid è la capitale e la città più grande della Spagna. La sua popolazione è di circa 3,3 milioni di abitanti, ma l'intera popolazione dell'area metropolitana (zona urbana e periferica) ammonta a quasi 6,5 milioni. È la terza città più popolata dell'Unione Europea, dopo Londra e Berlino; sul piano economico, Madrid è la quarta città più ricca d'Europa, dietro Parigi, Londra e Mosca. È il principale centro finanziario e commerciale della Spagna: attualmente il 31,8% delle

5000 piú importanti aziende spagnole hanno la loro sede a Madrid e producono il 50,1% del reddito.

Con la rivoluzione delle nuove tecnologie, le imprese e/o i professionisti richiedono nuove soluzioni per i propri spazi di lavoro.

Il concetto di ufficio tradizionale sta diventando obsoleto e stanno prendendo piede nuovi modelli di spazio di lavoro sempre piú flessibili, dinamici, leggeri, senza fili, ecc. Si capisce quindi come una buona progettazione di queste aree avrà un impatto positivo in termini di prestazione, efficienza e motivazione dei lavoratori.

Con il passare degli anni le necessità delle società e/o professionisti sono cambiate; ad esempio, con i nuovi elementi di archiviazione digitale si libera una grande quantità di spazio, offrendo la possibilità di inserire, nello spazio prima dedicato all'archiviazione, nuove destinazioni d'uso finalizzate a migliorare l'esperienza di lavoro, aree dedicate al relax e alla socializzazione.

Il soggiorno prolungato nei centri di lavoro, la flessibilità degli orari di lavoro e, soprattutto, le relazioni lavorative, hanno portato all'apertura non stop degli uffici; questo comporta la necessità di molte nuove esigenze e spazi, come mense, ristoranti, aree all'aria aperta, palestre, asili, ecc. alle quali dar risposta.

L'evoluzione di questi spazi (CoWorking Spaces) è in linea con lo sviluppo tecnologico, un uso intelligente di questi spazi di lavoro è in linea con la salute, il benessere dei lavoratori e con le differenti tipologie di collaborazione, che esistono al giorno d'oggi. A causa della competitività che vi è nel mercato odierno, infatti, è molto importante promuovere il lavoro in team e una comunicazione agile ed efficiente. Questi nuovi spazi di lavoro sono dinamici e quindi adattabili alle esigenze dell'azienda e del business in continua evoluzione.

2.3. LA PROPOSTA E GLI OBIETTIVI

Lo scopo del concorso è quello di fornire idee per la creazione di un Edificio CoWorking nella città di Madrid concentrandosi sulla collaborazione, connettività, flessibilità, accessibilità, sostenibilità ed efficienza energetica.

La problematica consiste nelle grandi distanze tra residenza e luogo di lavoro, che portano alla permanenza prolungata in ufficio e nella mancanza di servizi, spazi ricreativi nelle vicinanze del luogo di lavoro stesso.

Il concorso richiede un intervento architettonico che possa risolvere questi problemi, attraverso la creazione di un nuovo "modello di lavoro", in cui diventa importante considerare nuove possibilità di relazioni tra le diverse aziende e/o professionisti e dove orari di lavoro flessibili e

prolungati introducano una nuova organizzazione.

L'Edificio CoWorking proposto deve fornire una soluzione adeguata per la realizzazione di un centro in grado di offrire ai lavoratori le condizioni ottimali per lo sviluppo della vita personale e professionale.

2.4. IL PROGRAMMA

Per il disegno del CoWorking Building devono essere presi in considerazione i nuovi modelli di connettività che promuovano il rapporto tra le diverse imprese e/o professionisti del settore, con particolare attenzione all'efficienza energetica e ai problemi ambientali.

L'oggetto del concorso per l'Edificio CoWorking è flessibile: si dovranno introdurre sia spazi per lo sviluppo delle attività lavorative, sia aree ricreative di relax.

Per ottenere questo risultato si consiglia di incorporare nel nuovo modello di centro di lavoro il seguente programma di destinazioni d'uso:

- capacità per 500 posti di lavoro;
- sale riunioni/congressuali;
- sala videoconferenze;
- servizi igienici;
- aree relax e ricreative;
- aree all'aria aperta;
- ristorante/caffetteria;
- palestra;
- asilo/area gioco;
- parcheggio.

Poichè si tratta di un progetto di natura sperimentale implica che il programma può essere modificato in funzione del metodo scelto da ogni concorrente.

2.5. I FOCUS

In base alle richieste del concorso è possibile individuare diversi focus da tenere in considerazione durante la fase progettuale. Innanzitutto emerge la necessità di creare degli spazi di lavoro flessibili, in modo da essere adattati alle esigenze sia del mercato, che dell'attività particolare che si andrà a "installare".

Prevedere degli spazi con diverse destinazioni d'uso, che potrebbero essere sfruttati soprattutto dai lavoratori, come palestra, asilo, aree

ristoro e relax.

Fondamentale è inoltre la connettività tra i diversi luoghi di lavoro e gli spazi verdi e ricreativi, con lo scopo di offrire ai lavoratori le condizioni ottimali per l'accrescimento della propria vita professionale e personale. Infine, dare particolare attenzione allo studio della sostenibilità, all'efficienza energetica e al rispetto dell'ambiente circostante, arrivando così ad un progetto che sia ben inserito nel contesto.

2.6. LA POSIZIONE

L'ubicazione proposta per questo concorso è in un'area periferica, ad Est del centro di Madrid, in una zona in cui si incrociano la via Julian Camarillo e via San Romualdo; si tratta di un lotto a forma di "L", con una superficie di 7.650 m², collocato in un blocco rettangolare in cui si trovano numerosi edifici industriali e commerciali e due importanti aree verdi che danno respiro alla zona, il parco Quinta de los Molinos e il parco San Blas. In questa zona l'altitudine rispetto al livello del mare è di 589 metri e la zona climatica è la D3.

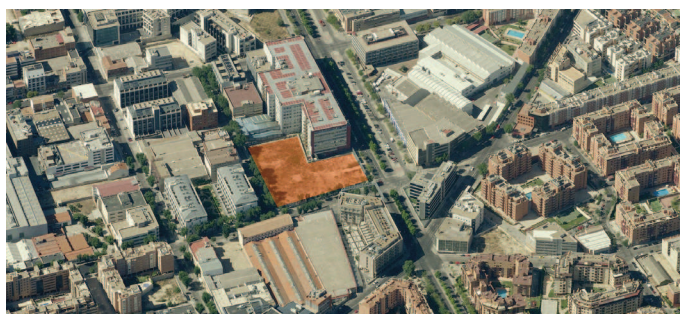
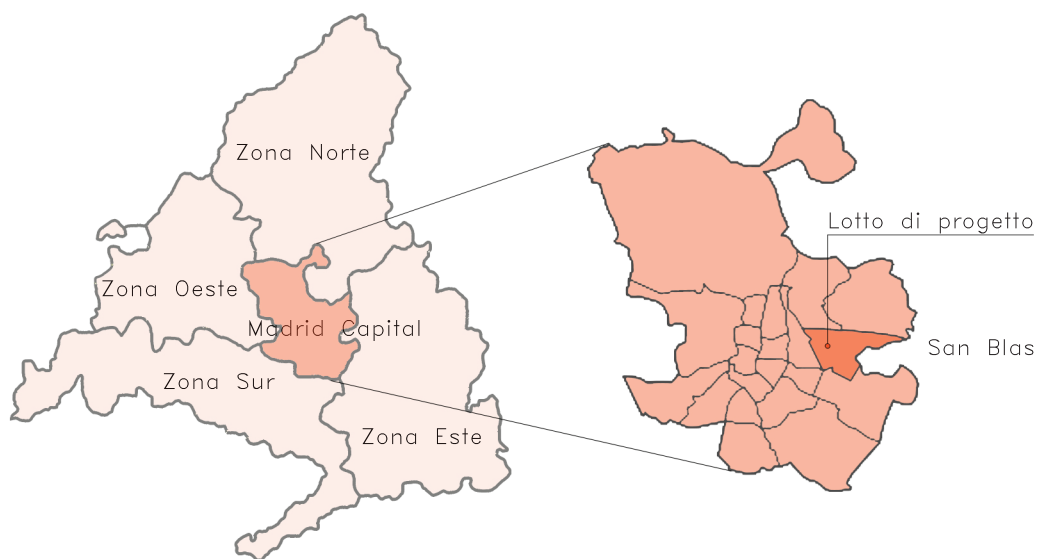


Figura 2.2. Inquadramento lotto di progetto

IL CONCORSO: Madrid, capitale e centro finanziario-commerciale della Spagna, è la terza città più popolata dell'Unione Europea; attualmente il 31,8% delle 5000 più importanti aziende spagnole hanno la loro sede a Madrid e producono il 50,1% del reddito. Con la rivoluzione delle nuove tecnologie, il concetto di ufficio tradizionale sta diventando obsoleto e stanno prendendo piede nuovi modelli più flessibili e dinamici; una buona progettazione delle aree di lavoro comporta un impatto positivo in termini di prestazione, efficienza e motivazione dei lavoratori. Il soggiorno prolungato nei centri di lavoro, la flessibilità degli orari e le relazioni lavorative comportano la necessità di nuove esigenze e spazi. L'evoluzione di queste aree (CoWorking Spaces) è in linea con lo sviluppo tecnologico, e l'uso intelligente di questi contribuisce al miglioramento della salute e del benessere dei lavoratori e le relazioni tra individui. Questi nuovi spazi di lavoro sono dinamici e quindi adattabili alle esigenze dell'azienda e del business in continua evoluzione.



OBIETTIVI:

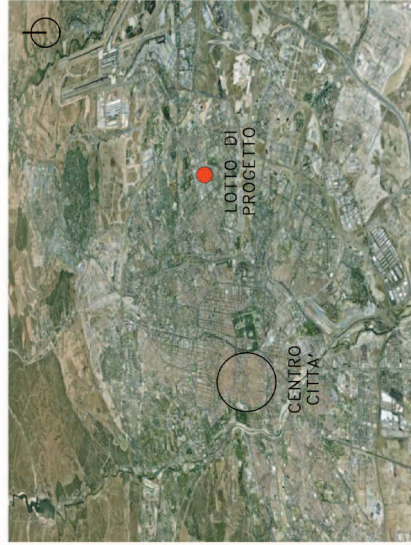
- progettare spazi che promuovano la relazioni tra diverse compagnie e/o professionisti
- creare nuovi luoghi di lavoro dove orari di lavoro flessibili e prolungati, introducano una nuova organizzazione delle attività
- offrire ai lavoratori condizioni ottimali per lo sviluppo della vita personale e professionale

PROGRAMMA:

- 500 posti di lavoro
- sale riunioni
- sale videoconferenze
- palestra/area benessere
- aree ricreative e relax
- spazi all'aria aperta
- asilo e area gioco
- parcheggi

FOCUS:

- flessibilità degli spazi di lavoro, in modo da essere adattati alle esigenze
- connettività tra i diversi luoghi di lavoro e spazi ricreativi e verdi
- sostenibilità, efficienza energetica e attenzione all'ambiente circostante



COORDINATE +40°26'14.14"
-3°37'18.99"
ALTITUDINE 589 m s.l.m.
ZONA CLIMATICA D3
AREA LOTTO 7.650 mq

Tavola 1 - CONCORSO E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Tavola 1. Concorso e inquadramento geografico
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Capitolo 3

IL COWORKING



3.1. CO-WHAT?!

Il CoWorking (da "co" = insieme e "work" = lavoro) è una modalità di organizzazione del lavoro che sta emergendo recentemente; dall'etimologia della parola si può comprendere come la parola CoWorking in se stessa includa una forte componente relativa alla cooperazione e alla condivisione.

Lo spazio CoWorking è rappresentato da un ambiente di lavoro nel quale gli utenti affittano la loro postazione e condividono il resto degli spazi (sale riunioni, sale conferenze, cucina, aree relax, ecc.). Questa idea nasce pensando ai singoli professionisti che tipicamente lavorano a casa, o persone che a causa del proprio lavoro sono di frequente in viaggio e si trovano a lavorare in posti come bar, caffè, parchi, spesso e volentieri in totale isolamento.

Il CoWorking rappresenta quindi la nuova frontiera dell'organizzazione del lavoro, a metà tra la libera professione e il lavoro dipendente; è il prodotto del modello a rete tipico della società dell'informazione, in cui si genera uno spazio dove si creano contatti e relazioni, si condividono idee, risorse, mentre singolarmente si continua a svolgere la propria professione.

Rispetto ai tradizionali studi associati, nei luoghi con impostazione CoWorking convivono professionalità molto eterogenee in cui si gode di grande flessibilità; si può sostare nel CoWorking anche solo per un'ora. A livello sociale il CoWorking permette l'instaurarsi di forti relazioni tra i lavoratori, nelle quali non vi è nessuna gerarchia, eliminando, quindi, da una parte il senso di solitudine che può provare il libero professionista lavorando a casa, dall'altra i sentimenti di tensione provocati dalle relazioni tra collega e superiore.

I vantaggi del CoWorking non sono solo quelli economici dovuti alla condivisione del canone d'affitto e delle spese d'utenza, ma sono soprattutto relazionali grazie alla possibilità di entrare in contatto con professionalità di vario tipo all'interno di un ambiente stimolante e diversificato. Solitamente vengono offerti: una sedia, una scrivania, connessione a internet, materiali d'ufficio, la possibilità di usufruire di sale riunioni e fare una pausa all'interno di una zona relax.

Il periodo di crisi a livello globale ha portato a vedere nel lavoro una delle componenti più incerte della nostra quotidianità. Il termine precarietà è spesso associato all'ambito lavorativo da parte di quasi tutta la totalità dei giovani d'oggi; il cosiddetto "posto fisso" è diventato un'utopia, un'eccezione e non più la normalità.

Un tempo il titolo di studio, dei buoni risultati scolastici, rappresentavano la sicurezza di trovare un'occupazione. Oggi questo non si verifica più: l'instabilità colpisce tutti, indistintamente dai risultati scolastici ottenuti

e dalle conoscenze.

La conseguenza è quella di cercare e svolgere lavori magari del tutto estranei a quello per il quale si è studiato per anni, o intraprendere più esperienze possibili, per arricchire il proprio curriculum, oppure ancora si decide di partire e cercare fortuna all'estero, nella speranza di trovare un lavoro nel quale potersi riconoscere.

In questo panorama il CoWorking può rappresentare uno strumento che va incontro ai lavoratori, non solo fornendo aree di lavoro. Scegliere di utilizzare uno spazio CoWorking permette di reinventarsi, di passare dal concetto di buon lavoro, inteso come posto fisso e sicuro, a bel lavoro, magari più incerto, ma sicuramente più gratificante dal punto di vista personale.

Il CoWorking consente di continuare a lavorare in maniera indipendente, in un luogo in cui non si è soli, e nel quale ci si può confrontare e chiedere aiuto o supporto, interfacciandosi con le altre realtà professionali. Questo ambiente non ammette la presenza di un superiore o un sottoposto, ma promuove la coesistenza di spazi che ricordino la casa, come la cucina, il salotto, ecc e di altri che richiamino strettamente l'ufficio, creando così un'atmosfera simultaneamente formale ed informale. Le esigenze solitamente primarie di un luogo di lavoro, come l'aver una propria scrivania, avere servizi come il Wi-Fi, ecc sono presenti, ma messe in secondo piano, per lasciare posto agli aspetti che stanno alla base del concetto CoWorking: l'ambito sociale, la condivisione, il lavorare in un ambiente dove non ci sono gerarchie, nel quale ci si confronta pur avendo ognuno la propria identità e all'interno del quale si mettono a disposizione le proprie conoscenze.

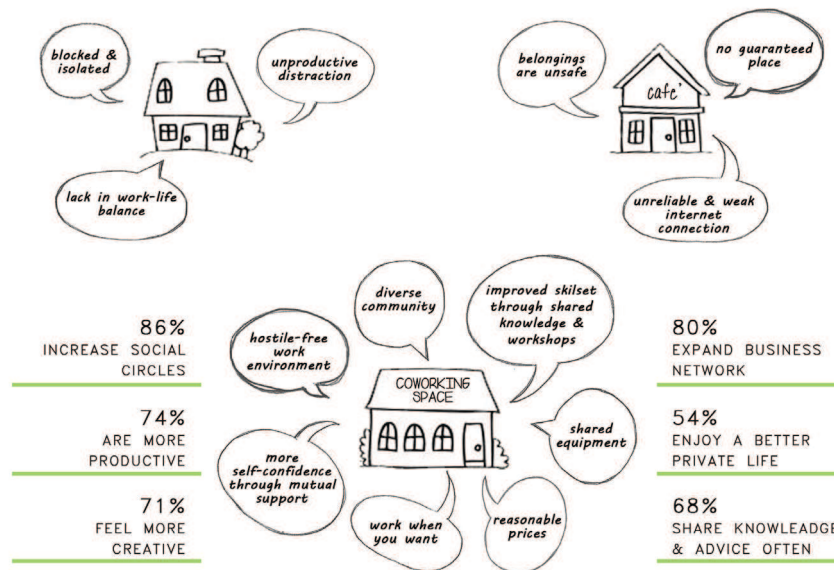


Figura 3.1. CoWorking space

3.2. LE ORIGINI E LA DIFFUSIONE

Il termine venne coniato dall'americano Bernie DeKoven nel 1999, che lo associò ad una risorsa web la quale potesse mettere in condivisione per i professionisti alcuni servizi online fruibili attraverso un'unica interfaccia.

Nel 2005, grazie al programmatore informatico californiano Brad Neuberg, nasce la prima esperienza CoWorking di cui si ha notizia, la "hat factory" di San Francisco, una ex fabbrica di cappelli ora adibita a ufficio condiviso, con un tavolo pronto ad ospitare circa dieci utenti, una cucina e un'area relax. L'intenzione di Neuberg era quella di incrociare in un'unica soluzione i vantaggi della libera professione con quelli del lavoro d'ufficio, e lo ha fatto affittando quattro grandi stanze della vecchia fabbrica e condividendo lo spazio con altri liberi professionisti.

Con il passare degli anni il modello CoWorking è cresciuto sia come numero, sia come tipologia di servizi offerti; la sua diffusione è iniziata dagli Stati Uniti, per poi raggiungere l'Europa (inizialmente i paesi del nord, spingendosi fino l'Italia) e il resto dei continenti, diventando un vero e proprio movimento globale.

La diffusione del fenomeno CoWorking ha portato ad assumere anche delle forme alternative, oltre a quella originale, andando incontro alle esigenze più varie e stravaganti. Nascono così ramificazioni, come il CoWorking Nomade, le Jelly Session o i CoWo.

Il CoWorking Nomade si fonda sugli stessi principi del classico CoWorking, quindi la collaborazione, il creare relazioni, il condividere spazi ed esperienze, ma viene introdotta la componente "nomade", ovvero il CoWorker diventa itinerante, cerca di muoversi fra i diversi centri CoWorking per vivere più esperienze lavorative, per avere una vasta rete di conoscenze e collaborazioni, destinata ad ampliarsi. I professionisti che hanno la possibilità di viaggiare grazie al loro lavoro e che decidono di appoggiarsi nelle loro tappe a questi centri sono coloro che più facilmente diventano CoWorkers.

Le Jelly Session, o anche chiamate "giornate Opencowo", sono incontri/eventi informali di lavoro nati nel 2006 a New York, quando Amit Gupte e Luke Crawford, due coinquilini americani, si sono resi conto che, pur lavorando bene da casa, sentivano il bisogno della condivisione creativa, dello spirito di comunione tipico di un ufficio tradizionale e del normale scambio che avviene tra più persone. Hanno così cominciato ad invitare un giorno alla settimana amici a casa loro, mettendo a disposizione tavoli, sedie e connessione Wi-Fi.

Da quel momento migliaia di persone in centinaia di città in America, Europa e Asia si riuniscono di tanto in tanto in case private, o

comunque uffici e centri CoWorking per lavorare una giornata insieme. Ciò che differenzia le Jelly dal tradizionale CoWorking sta nel fatto che chi vi partecipa lo fa occasionalmente ed all'interno di luoghi non strettamente adibiti allo svolgimento dell'attività lavorativa; si tratta di persone che hanno piacere di lavorare accanto ad altri creativi, condividendo idee, conoscendo nuove persone e interagendo in un ambiente comune, senza variare le proprie abitudini.

Il CoWo, infine, è un progetto tutto italiano, nato a Milano, che riprende la filosofia del CoWorking Namade riorganizzandola, fornendo cioè più che luoghi, postazioni in cui praticare il CoWorking.

Lo scopo è quello di raggiungere una rete di punti ben organizzati e riconoscibili, distribuiti su tutto il territorio. In questo modo il CoWorker sa di poter contare su un punto d'appoggio ovunque si trovi.

Concretamente, l'obiettivo del CoWo consiste nel mettere a disposizione, da parte di società o liberi professionisti, non solo uno spazio di lavoro, una scrivania, ma un vero e proprio punto di riferimento per potersi connettere ad internet, fare fotocopie, inviare un fax, o più semplicemente, prendere un caffè, scambiando qualche parola con le altre persone presenti.

La diffusione di questi spazi è avvenuta principalmente nel nord Italia, mentre al sud non è ancora molto diffuso. Ad oggi, si contano nella nazione 58 spazi CoWo, di cui 20 solo in Lombardia, 8 in Piemonte e 8 in Veneto. Le altre regioni settentrionali non superano i 2 centri CoWo e al sud non se ne conta alcuno.



Figura 3.2. Talent Garden, Brescia

3.3. GLI AMBIENTI

L'impostazione del CoWorking si articola attorno all'ambiente principale, l'openspace, nel quale sono collocate le postazioni di lavoro. Ogni unità lavorativa è solitamente costituita da una scrivania, di dimensioni da 120 a 180 cm, fornita di una sedia, una cassetiera bassa, una lampada e un punto di alimentazione elettrica/connessione dati. A questo ambiente viene spesso affiancato quello di un'altra tipologia di openspace, costituito da ampi tavoli in cui la postazione del lavoratore non è fissa, ma varia di giorno in giorno; si tratta di un luogo di lavoro più flessibile, meno privato, che garantisce una maggiore interazione con gli altri utenti e che viene solitamente usufruito dai lavoratori più giovani.

Attorno a questi ambienti sono disposti gli spazi che vanno a completare la struttura dal punto di vista dei servizi: la reception, le sale riunioni, la sala conferenze, la sala eventi, l'area stampanti, la cucina, l'area lounge, l'area relax, l'area caffè, il bar, il ristorante, l'area fitness, la nursery.

La reception rappresenta il punto di accoglienza, dove vengono fornite informazioni e dove viene raccolta e distribuita la posta.

Le sale riunioni costituiscono forse l'unico ambiente veramente privato della struttura, nel quale gli utenti possono effettuare i propri meeting in tutta riservatezza; esse sono di svariate dimensioni, in base al numero di dipendenti che possono contenere. Sempre in base alla loro capacità, le sale riunioni più piccole sono dotate di lavagna, mentre quelle più grandi di lavagna luminosa o proiettore. Le pareti solitamente sono vetrate, ma possono essere anche opache.

L'area eventi è un luogo solitamente vuoto, senza arredi, che viene allestito in base alle attività temporanee che vengono svolte: mostre, eventi culturali, feste, ecc. Spesso sono gli utenti stessi ad organizzare gli eventi, con lo scopo di mettere a disposizione le proprie conoscenze ad un pubblico costituito sia dal resto dei CoWorkers, sia da esterni.

L'area stampanti è un ambiente che può essere ricavato all'interno di uno spazio avente già una funzione; essa può contenere semplici fotocopiatrici oppure plotter. Nonostante ogni lavoratore sia libero di tenere sulla propria scrivania la propria stampante, per molti di loro questi spazi sono risultano fondamentali dal punto di vista sociale.

Come ogni ambiente familiare che si rispetti non può mancare la cucina, un luogo indispensabile per la filosofia del CoWorking. Il momento del pasto è quello di maggiore interazione, in cui gli utenti possono consumare cibo portato da casa oppure cucinare al momento. La zona lounge è uno spazio formale e sobrio dedicato all'accoglienza del cliente, situato accanto alla reception. Arredato con poltrone e divani consente alle receptionists di far accomodare gli ospiti e agli

utenti di accoglierli prima di entrare nelle sale riunioni.

La parte dedicata al relax, è un'area simile a quella lounge, ma con obiettivi differenti: l'ambiente è informale, e favorisce l'incontro e la socializzazione dei lavoratori durante le pause caffè o dopo pranzo. Anche questa zona è spesso arredata con divani e poltrone, ma ciò che rende l'ambiente confidenziale è la presenza di librerie, scaffali con riviste, televisioni, videogiochi, ecc.

L'area caffè è un ambiente annesso alla zona relax, nel quale vengono messi a disposizione distributori di snack, bevande e caffè; nel caso di edifici di grandi dimensioni e in zone molto servite, un altro servizio messo a disposizione è quello del bar, il quale può essere gestito dai CoWorkers stessi o da società esterne.



Figura 3.3. Macquarie Group, C. Wilkinson, Sydney

La progettazione di un ambiente dedicato al CoWorking necessita di alcune premesse ed analisi da svolgere ex ante riguardanti la condivisione. Bisogna stabilire a quale livello si voglia portare l'interazione e la condivisione tra i lavoratori; non vi sono regole nell'organizzazione di un CoWorking, il quale è libero di essere strutturato secondo diversi livelli di socialità.

Alcuni CoWorking puntano alla massima condivisione degli spazi, nei quali le postazioni di lavoro non sono fisse e i grandi tavoli consentono la massima interazione. Altri, invece, puntano a mantenere la filosofia del CoWorking garantendo però un minimo di riservatezza ad ogni utente.

Questa molteplice scelta nell'organizzazione degli ambienti comporta la nascita di realtà differenti, che possono essere scelte da ogni CoWorker in base alle proprie esigenze ed abitudini, lavorative e non.

3.4. LA COLLOCAZIONE ALL'INTERNO DELLA CITTA'

L'ubicazione dei CoWorking all'interno dell'area cittadina rappresenta un aspetto fondamentale per il suo sviluppo e per i servizi che offre. Un CoWorking collocato nel centro storico della città ha solitamente dimensioni ridotte e i suoi spazi sono più concentrati per il fatto che spesso si tratta di edifici preesistenti e in affitto; inoltre i servizi offerti sono ridotti, poiché già riscontrabili nella zona circostante. D'altro canto, grazie alla posizione, esso ha benefici dal punto di vista della facilità con cui lo si può raggiungere, dal momento che la zona è sicuramente ben fornita di mezzi di trasporto pubblico.



Figura 3.4. Fonte www.deskwanted.wordpress.com

Per quanto riguarda la struttura, disponendo di spazi stretti, è possibile che alcuni locali assolvano a più funzioni, come ad esempio area caffè e cucina o area lounge e relax. In certi casi alcuni servizi possono addirittura essere esclusi, ad esempio la reception. Il numero di sale riunioni è solitamente ridotto ed è possibile che l'area eventi venga "creata" secondo esigenza utilizzando lo spazio di lavoro.

Un CoWorking situato in posizione periferica, invece, presenta vantaggi dovuti alla possibilità di avere spazi più ampi e un numero maggiore di servizi offerti. Relativamente all'accessibilità, può sicuramente essere raggiunto più facilmente in macchina, ma potrebbe non essere adeguatamente collegato ai mezzi pubblici.

I servizi offerti sono molteplici: ogni stanza ha la sua destinazione

d'uso e vi sono piú locali con la medesima funzione grazie alla maggiore capacità. Vengono fornite attività aggiuntive, come una sala conferenze o una sala stampanti ed è possibile, inoltre, andare incontro alle esigenze degli utenti fornendo un servizio a 360°, includendo quindi sale fitness, nursery, ristoranti, lavanderie, bagni con doccia e vere e proprie sale dormitorio, con orari che coprono l'intero arco della giornata.

Un ulteriore servizio messo a disposizione dei CoWorkers può essere quello di alcuni uffici privati, utili per piccole società che necessitano riservatezza e privacy, ma che non vogliono però rinunciare all'utilizzo di spazi comuni e delle interazioni che vi si creano. Un edificio CoWorking di notevoli dimensioni può infine favorire la creazione di spazi aperti, come giardini e aree all'aperto attrezzate con tavoli e sedute per una pausa pranzo, un caffè ed eventi.

3.5. I COWORKERS

Come spiegato nei paragrafi precedenti, vi sono molteplici categorie di CoWorking e ogni luogo è in sé differente dagli altri; altrettanto numerose sono anche le tipologie di utenti che decidono di utilizzare il CoWorking come soluzione lavorativa. I CoWorkers vengono chiamati in questo modo poiché veri e proprio membri di una comunità sociale. Solitamente si tratta di freelance, professionisti e piccole aziende start up, che svolgono le attività piú disparate (architetti, designer, sviluppatori web, autori, pr, avvocati e commercialisti).

Dai risultati della seconda Global CoWorking Survey, che ha raccolto 1.500 interviste da piú di 50 nazioni differenti, si traggono diverse informazioni riguardanti i CoWorkers. Innanzitutto si identifica la figura del CoWorker, dato che non varia in base al paese di appartenenza: sono persone con una fascia d'età che va dai venti ai quarant'anni, con una media di trentaquattro anni, soprattutto uomini (circa i due terzi), i quali viaggiano e si spostano tra i vari CoWorking per esigenze lavorative. Al contrario le donne solitamente seguono progetti piú brevi, per cui la loro permanenza è piú ridotta ma fissa; tendono ad interagire maggiormente e a sentire in maniera piú forte il senso di appartenenza alla comunità.

In base all'età cambiano le esigenze e le aspettative: i CoWorkers piú adulti ricercano una postazione fissa, unica, alla quale accedervi durante il tipico orario lavorativo (generalmente dalle 8:30 alle 18:30), mentre gli utenti piú giovani prediligono frequentare piú punti CoWorking, ai quali si recano in base alle proprie esigenze, preferendo la scrivania flessibile, spesso cambiandola ogni giorno.

L'immagine del CoWorker è quella di un individuo colto, infatti, i tre

quarti degli utenti possiede come titolo di studio minimo un diploma. Precedentemente all'esperienza CoWorking, il 58% degli utenti lavorava a casa, il 22% erano impiegati regolari e il 4% lavorava in caffè e/o librerie.

Un'altra indagine realizzata riguarda la frequenza settimanale con cui i lavoratori utilizzano questi luoghi. I risultati spiegano il perché, molto spesso, in ogni spazio CoWorking vi siano più persone rispetto a scrivanie. Infatti, il 60% degli intervistati utilizza la postazione tre o quattro volte la settimana, solo un terzo ogni giorno. Ben il 47% dei fruitori vi accede nell'arco delle 24h, mentre il 53% lo utilizza in orario di ufficio. Sebbene molti utenti lavorino ed usufruiscano regolarmente della struttura, due su tre scelgono di utilizzare le scrivani flessibili, che devo essere liberate a fine giornata.

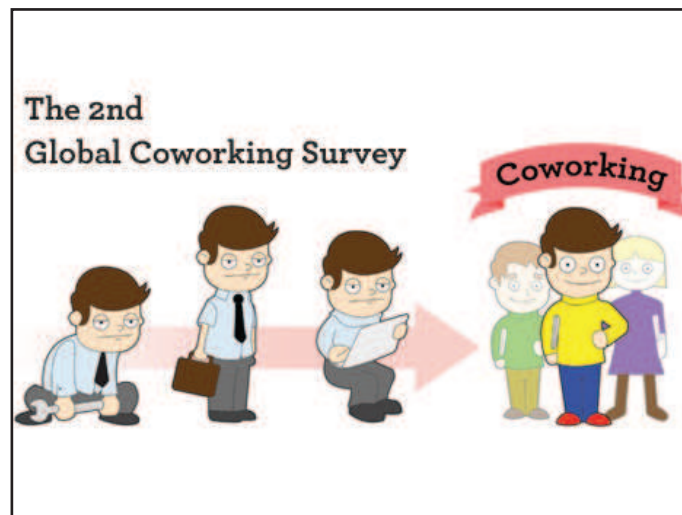


Figura 3.5. The 2nd Global CoWorking Survey

Per raggiungere il luogo di lavoro, vengono utilizzati i mezzi pubblici, soprattutto nelle città europee dotate di una considerevole rete di trasporti, l'auto, in particolar modo negli USA, oppure la bicicletta. Il CoWorker medio generalmente preferisce lavorare vicino a casa e non impiegare più di venti minuti per raggiungere il luogo di lavoro; riguardo a ciò, dalla ricerca emerge che la maggior parte dei CoWorking sono collocati all'interno della città, ma è in notevole aumento lo sviluppo anche nelle zone rurali.

3.6. LO SPAZIO COWORKING IDEALE

Analizzando ancora i risultati della seconda Global CoWorking Survey emerge che secondo gli utenti il perfetto luogo lavorativo CoWorking dovrebbe offrire accesso ventiquattro ore su ventiquattro, avere un egual numero di banchi flessibili e fissi e coinvolgere i soci nelle decisioni riguardanti il design degli interni. Uno su due membri vorrebbe poter accedere alla propria postazione di lavoro tutto il giorno; solo il 30% vorrebbe avere un orario definito entro le ore lavorative tradizionali.

E' interessante notare la differenza tra i tempi di accesso desiderati e l'accesso effettivo attuale: il 53% degli utenti vi accede durante le ore d'ufficio, ma l'orario dalle 7:00 alle 24:00 sta avendo sempre più un successo, diventando quasi lo standard nell'ambiente CoWorking.

Importante sottolineare che l'84% degli utenti sostiene che l'interazione tra i colleghi è la cosa più rilevante; tre quarti degli intervistati desiderano condividere le proprie conoscenze e capacità con le altre persone, creando una vera e propria comunità.

Per molti lavoratori il termine CoWorking non sempre significa lavorare con altre persone in team: una metà di loro (53%) è felice di lavorare singolarmente, l'altra metà in squadre occasionali. Malgrado ciò gli utenti che lavorano in team non sono sempre i più socievoli: coloro che preferiscono lavorare da soli nello spazio CoWorking dimostrano maggiore propensione alla socializzazione.

I valori più importanti che ne scaturiscono sono quindi l'indipendenza, l'apertura e la comunità.

I desideri di indipendenza e di comunità potrebbero sembrare elementi contrastanti tra loro, ma sono comunque esigenze che una buona struttura CoWorking deve saper soddisfare.

Fondamentale è inoltre la dimensione degli ambienti: il 51% preferiscono openspace di lavoro con meno di venti persone, per il fatto che un numero maggiore di persone non favorirebbe la creazione di un clima familiare.

C'è una divisione abbastanza equa tra il numero di utenti che amano avere la propria scrivania riservata (47%), e quelli che preferiscono utilizzare scrivanie flessibili (51%). E' curioso notare la differenza tra la domanda e l'offerta effettiva di queste due tipologie di scrivania: ad esempio, il numero di intervistati che ha dichiarato di prediligere la scrivania flessibile è maggiore di quello che ha dichiarato di utilizzarla.

Una delle richieste da parte dei CoWorkers, come già accennato, è quello di essere più coinvolti nelle decisioni relative al layout della struttura, soprattutto nella zona di lavoro, ma anche degli altri spazi.

Riguardo gli aspetti negativi dell'esperienza CoWorking scaturisce che

circa un lavoratore su quattro è infastidito dal livello di rumore nel loro spazio, e il 14% lamenta la mancanza di privacy o l'inadeguatezza della struttura d'ufficio. Tuttavia, un terzo degli intervistati non ha avuto alcuna lamentela.

Confrontando questi reclami con la valutazione complessiva che gli utenti danno ai loro spazi emerge che coloro che affermano di essere disturbati, danno comunque voti alti: una media di 8,2 su 10, rispetto ad una media di 8,5 su 10 ottenuto da coloro che non hanno individuato il rumore come un problema.

3.7. LE REALTA' MADRILENE

A Madrid l'esperienza del CoWorking sta prendendo sempre piú piede; sono svariati i centri offerti, situati soprattutto in centro città.

Ciò che accomuna la maggior parte delle strutture CoWorking a Madrid è la presenza di sale riunioni, locali con stampanti, fotocopiatrici e fax, aree per la pausa caffè, cucine attrezzate, phonebox, cassette per la posta, reception, vicinanza ai mezzi di trasporto pubblici, vicinanza all'aeroporto, accesso consentito ventiquattro ore su ventiquattro e sette giorni su sette, connessione internet, aria condizionata e armadietti; ogni singolo centro ha poi dei servizi aggiuntivi, come una segreteria, una nursery, un parcheggio privato, una prova gratuita e l'accesso consentito ai cani.



Figura 3.6. HUB Madrid



Figura 3.7. CoWorking Space Madrid

Gli edifici CoWorking piú conosciuti sono la HUB Madrid e il CoWorking Space Madrid. Il primo si trova nel cuore del quartiere di Las Letras, nella Calle Gobernador. E' un ambiente che unisce i luoghi dedicati al lavoro d'ufficio e il comfort di casa. Agli spazi dedicati a open space si affiancano aree private, come sale riunioni, sala coaching, un laboratorio di innovazione, una cucina e una biblioteca.

Il secondo è situato ad Alcobendas, a meno di un chilometro da

aziende multinazionali come Indra, Samsung e Capgemini. Non solo dispone di ampie scrivanie per il lavoro individuale, ma anche altri servizi, come l'ufficio virtuale, sale riunioni, sale stampanti e scanner, connessione wireless e molto altro.

3.8. LA NOSTRA ESPERIENZA: IL TOOLBOX COWORKING DI TORINO

Per comprendere più a fondo la realtà di uno spazio CoWorking ci siamo recate a Torino per visitare di persona il Toolbox, un'azienda tessile degli anni Settanta di 4.500mq vicino alla ferrovia, che è stato trasformato in un grande ambiente lavorativo e non, dedicato ad una vasta gamma di utenti. Il centro è stato fondato da Aurelio Balestra il 6 aprile del 2010, anno in cui il termine CoWorking era relativamente nuovo nel panorama italiano.

Si tratta di due edifici ex-industriali di tre piani con connessione Wi-Fi ovunque, che ospitano molteplici spazi di lavoro e un sistema flessibile di servizi personalizzati o condivisi.

Il fulcro del lavoro, secondo Caterina Tiazzoldi, progettista e docente presso la Columbia University di New York, è capire come il disegno funzionale ed architettonico può unire una "pluralità e coerenza d'insieme": il Toolbox è stato infatti sviluppato modulando livelli di socialità e privacy, spazi di lavoro e relax, range di formalità ed informalità.

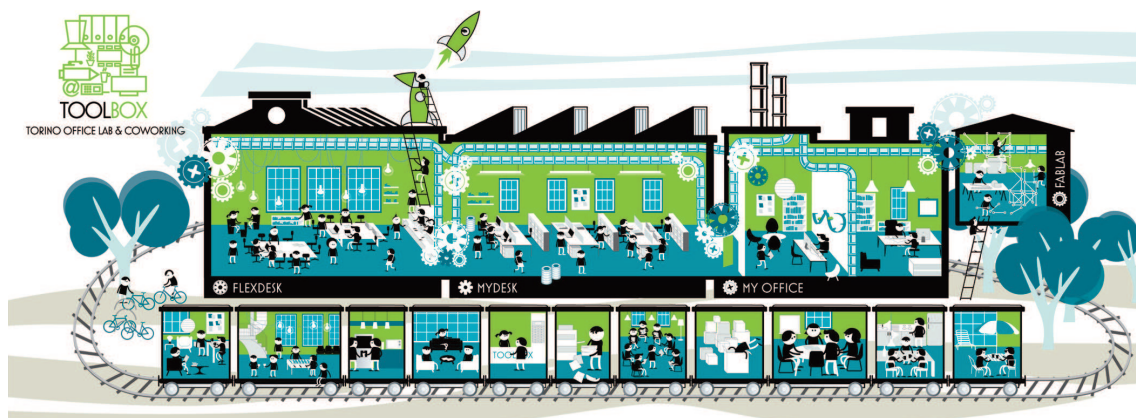


Figura 3.8. Schema Toolbox, Torino

L'intervento ha voluto mantenere quanto più intatta e visibile la struttura originale in calcestruzzo. Lo spazio verso le finestre ospita quarantaquattro postazioni CoWorking, mentre sul lato opposto, privo di aperture, è stato creato un corridoio sul quale si affacciano le "scatole"

contenenti i servizi comuni, come sale riunioni, area stampanti, bagni, cassette per la posta, cucina e patio; essi si differenziano tra loro per il tipo di materiale utilizzato, in base alle esigenze termiche ed acustiche di ogni singolo locale. In un'altra area, infine, sono collocati la zona lounge, relax e il bar.

La sostenibilità è uno degli aspetti che caratterizza il centro: la struttura è alimentata con fonti rinnovabili certificate, viene effettuata la raccolta differenziata (carta, plastica, vetro, lattine), viene utilizzata acqua pubblica e microfiltrata, naturale o gassata, fornita in bottiglie di vetro, una per ogni utente e gli snack e il caffè sono equo solidali. La struttura del Toolbox contiene tutto ciò che serve per far crescere ogni idea. Gli spazi di lavoro vengono suddivisi in due categorie, a seconda delle esigenze dell'utente: open space e private space. Il primo, dedicato a chi vuole sentirsi connesso ad altri anche quando si dedica alla sua attività professionale, è caratterizzato da postazioni fisse (My Desk) complete di scrivania, cassetiera, libreria, armadietto e la possibilità di attrezzarla come l'utente preferisce o flessibili (Flex Desk). Il secondo, invece, è uno spazio che può accogliere una decina di persone che garantisce più intimità; esso comprende: uno o più tavoli da lavoro, sedie ergonomiche, linea telefonica dedicata con copertura cordless in tutta la struttura, linea fax specifica, indirizzo per domiciliazione legale, servizio di gestione posta e pacchi, servizio di centralino telefonico, posto auto in parcheggio interno e logo nella billboard all'ingresso.

All'interno dell'edificio vi sono, inoltre, sale riunioni, dotate di connessione Wi-Fi e cavo dati, tavolo, lavagna magnetica, videoproiettore, servizio accoglienza ospiti in reception e sala d'attesa, acqua naturale e gassata e utilizzo dell'area lounge e del "Bar Box". Gli utenti possono scegliere tra tre tipologie di sale riunioni: Small (fino a quattro persone), Medium (fino a otto/dieci persone) e Large (fino a dodici/quattordici persone). Toolbox offre anche molti spazi comuni, ideali per chiacchierare, incontrare clienti o per far nascere il prossimo grande progetto. Vi sono: il "Toolbar", dove si accolgono e assistono le persone, l'area lounge, il "Bar Box", l'area relax, la cucina, i "Phone Box", la sala stampanti, il "Roof Garden" e la "Fun Room".

La struttura, infine, contiene locali per ospitare eventi: la sala eventi, che può contenere sino a centocinquanta persone, ideale per lezioni, workshop non convenzionali e feste private e la sala conferenze, situata nell'area lounge, in grado di ospitare comodamente centoventi persone sedute, utile per dibattiti, incontri, presentazioni e press conference.



Figura 3.9. Reception Toolbox, Torino

Nel febbraio 2012 negli spazi Toolbox CoWorking apre Fablab Torino, il primo laboratorio permanente in Italia dedicato alla fabbricazione digitale, uno spazio in cui tutti potranno progettare e realizzare oggetti, partendo da un disegno 3D, esattamente come li desiderano. Nello stesso giorno apre anche Lunchpad, un nuovo spazio progettato interamente per i giovanissimi che muovono i primi passi nel mondo del lavoro autonomo: posizioni condivise e servizi altamente professionali con un approccio low cost e rivolto al networking.

Con l'apertura di Fablab Torino e Launchpad, Toolbox CoWorking rafforza la propria vocazione legata ai nuovi lavori e alle nuove professioni della conoscenza, realizzando sotto lo stesso tetto una miscela generativa di freelance, creativi, professionisti e aziende di vario genere accomunati dalla condivisione di valori come apertura, scambio, sostenibilità e senso di comunità.



Figura 3.10. Toolbox, Torino

”L’ufficio cambia formula: in Toolbox il lavoro autonomo diventa sociale, dinamico, condiviso. Spazi dedicati alle aziende, ai professionisti e alle nuove generazioni di freelance, per unire autonomia e contaminazione in un ambiente attivo e sostenibile. In puro spirito CoWorking. Perché lavorare insieme è piú bello e produttivo che farlo da soli.

Toolbox offre spazi, servizi e soluzioni per il lavoro autonomo, al centro di un’area strategica per lo sviluppo delle nuove professionalità a Torino. Dalla singola postazione in open space alla team room a misura di azienda, Toolbox dà una nuova definizione all’idea di ufficio, combinando le esigenze di organizzazione e il bisogno di flessibilità, il bello dell’indipendenza e il vantaggio della condivisione, per una comunità attiva di liberi professionisti, imprese e innovatori.

Con questo spirito, Toolbox organizza e ospita eventi di confronto e networking sui temi della creatività, del lavoro autonomo e dell’innovazione d’impresa.”

Concept Toolbox, Torino



Capitolo 4

L'EDIFICIO ALTO



4.1. INTRODUZIONE

Uno dei ruoli piú importanti dell'architettura è quello di lasciare nel tempo una testimonianza dei cambiamenti susseguitisi nel corso dei secoli, rendendo quindi possibile la creazione di un legame di continuità tra passato, presente e futuro.

Gli storici, infatti, sono soliti guardare all'architettura per "tastare il polso di un'epoca", ripercorrendo la storia dell'evoluzione dei vari stili progettuali.

Il grattacielo, costituendo il punto di incontro fra mercato immobiliare, finanza, tecnologia, aspirazioni sociali e sensibilità culturali e, in qualità di artefatto culturale, funge da segno architettonico capace di riassumere in sé il presente, diventando simbolo di una "contemporaneità verticale".

Il termine grattacielo deriva dall'inglese "skyscraper", che letteralmente significa "coloro che grattano il cielo"; tale termine sta ad indicare la caratteristica principale di questo edificio di grandi dimensioni che si slancia in senso verticale, verso l'alto ed è costituito da numerosi piani sovrapposti (e abitabili).

La parola "skyscraper" veniva utilizzata nel XVIII secolo per indicare gli altissimi alberi maestri che reggevano le vele nelle navi inglesi. In seguito, sin dagli inizi del XX secolo e in tutta l'era moderna e contemporanea, il termine "skyscraper" inizia ad essere utilizzato per indicare una particolare tipologia di edificio, la piú imponente costruzione fisica concepita dagli esseri umani: la torre moderna caratterizzata da una struttura metallica con scansione in piani.

Il grattacielo è carico di una grande valenza simbolica; tra gli edifici alti, infatti, solo i grattacieli sono in grado di creare una presenza iconica capace di diventare simbolo di una città. Esso è stato definito un "condensatore sociale" e una "macchina per far rendere il terreno" (Cass Gilbert, architetto del Woolworth Building) e il suo situarsi a metà tra forma ed economia, stile architettonico e necessità tecnologica, concezione visionaria e utilità sociale, lo rende un efficace indicatore delle condizioni culturali ed economiche di un'epoca. Secondo Erich Howler, infatti, questa tipologia di edificio sta assumendo un ruolo sempre piú importante, in quanto si sta rivelando l'unico mezzo che consentirà di contenere la densità urbana, e garantire una vita sostenibile su questo pianeta, dato che recenti studi prevedono nei prossimi quaranta anni il raddoppio della popolazione mondiale. Il grattacielo incarna in sé, dunque, l'idea stessa di densità urbana ed è simbolo di modernità, delle idee portanti del Ventesimo secolo.

4.2. LA STORIA

I dibattiti riguardanti lo stile piú appropriato da adottare per gli edifici alti nacquero fin da subito.

Chicago, (come scrive giustamente Marco D'Eramo nel suo "Il maiale e il grattacielo"), è la città che ha inventato i grattacieli. Piú di un secolo fa, tra il 1880 e il 1890, la scuola di Chicago pose le basi dell'architettura moderna.

Gli Stati Uniti D'America sono un paese che, nella fase di sviluppo della sua architettura, non potendo avvalersi di una tradizione consolidata nei secoli, subì la colonizzazione culturale dell'Europa. Inizialmente, infatti, gli stili architettonici che venivano usati erano quelli importati dal vecchio continente, che venivano adattati al contesto locale, questo fenomeno viene definito Eclettismo.

I primi progetti di grattacieli guardavano, dunque, agli stili e ai materiali costruttivi del passato, guidando la progettazione delle nuove strutture. In questo primo periodo la strategia dilagante fu, dunque, l'eclettismo storicista: gli architetti presero in prestito alcune strutture come il campanile, la cattedrale, la colonna dilatandone scala e dimensioni e assemblandole in nuove soluzioni compositive. La progettazione consisteva, quindi, in un processo di traduzione da una tipologia costruttiva a un'altra.



Figura 4.1. Rockefeller Center in costruzione

Nel corso del tempo iniziarono a manifestarsi i primi segnali di indipendenza culturale. E dal punto di vista stilistico, se l'eclettismo tende a caratterizzare l'edificio secondo la logica storicistica, abbellendolo con motivi ed ornamenti tratti dalla tradizione o, in casi piú radicali, strutturandone la forma come richiamo alle architetture del passato (Europa nel 1700 e 1800, si contempla il Classicismo, in particolare

francese, e il Gotico, in particolare anglosassone), in seguito, seguendo uno stile funzionalista, si inizia a limitare progressivamente ogni riferimento agli stili del passato ed agli aspetti ornamentali, mettendo in evidenza la struttura dell'edificio quale elemento caratterizzante la sua forma.

Il grattacielo si sviluppò nella seconda metà dell'Ottocento in tutte le grandi città americane, ma la prima grande proliferazione, anche per le innovazioni apportate, avvenne, come già accennato, a Chicago tra il 1880 e il 1900.

Nel 1871 Chicago venne distrutta da un grande incendio e sulla tabula rasa si iniziò la ricostruzione e la grande espansione della città; tutti i grattacieli vennero concentrati nel Loop (centro città), il quale divenne un elemento tipico delle città americane, caratterizzato da grandi edifici per uffici, alberghi, grandi magazzini, locali pubblici e rappresenta tuttora il cuore pulsante dell'economia della città, il centro nevralgico delle politiche economiche del "self made man" americano.

Nel 1890 venne approvato il piano generale della famosa Fiera Mondiale Colombiana o Fiera Mondiale di Chicago (World's Columbian Exposition). Le cerimonie di inizio della Fiera si tennero il 21 ottobre del 1892, ma venne poi aperta al pubblico il 1° maggio 1893 e continuò fino al 30 ottobre 1893. La Fiera venne inaugurata per celebrare il 400esimo anniversario della scoperta del Nuovo Mondo (1492). Chicago venne scelta per ospitare la Fiera, la quale fu un evento sociale e culturale di grande rilevanza. Essa ebbe un profondo effetto sull'architettura, l'arte, l'immagine di Chicago e sull'American industrial optimism.

La fiera fu in larga parte progettata da Daniel Burnham e Frederik Law Olmsted ed era il prototipo di ciò che Burnham e i suoi colleghi pensavano dovesse essere la città. Fu progettata per seguire i principi di design della Beaux Arts, ovvero principi neoclassici francesi e cioè basati su simmetria, equilibrio, e splendore. Oltre a celebrare l'anniversario della scoperta dell'America, la Fiera servì per mostrare al mondo che Chicago si era risolledata dalle ceneri del grande incendio del 1872.

La Fiera ebbe un ruolo rilevante, in quanto, grazie ad essa si iniziò a teorizzare la "definitiva scomparsa della frontiera", abbandonando ogni complesso di inferiorità verso l'Europa, e, rimuovendo l'angoscia derivante dalle modeste radici della propria storia e assumendole nel monumentale Kitsch della Fiera, la cultura americana fornisce al popolo un'occasione di autoidentificazione.

Nella storia del grattacielo un ruolo determinante è occupato dal concorso del Chicago Tribune svoltosi il 10 giugno 1922 che segnò, con i suoi progetti, il passaggio dall'idea dei grattacieli ispirati a modelli

tipologici "riadattati" – i palazzi e i campanili – alla concezione di grattacieli contraddistinti da una ricerca morfologica piú autonoma, dove la configurazione complessiva del volume e dell'immagine è del tutto innovativa e in cui solo i particolari sono soggetti a suggestioni stilistiche che risentono di un certo accademismo.

Il "Chicago Tribune" bandì un concorso internazionale per la costruzione della nuova sede per uffici e amministrazione. Il bando fissò tre obiettivi principali:

- contribuire all'abbellimento della città;
- dotare Chicago del migliore edificio per uffici del mondo;
- realizzare una costruzione degna del piú grande giornale del mondo.

Il bando, dunque, richiedendo la realizzazione dell'"edificio per uffici piú bello e piú caratteristico del mondo", si caricava di aspettative ambiziose.

Parteciparono circa trecento progetti provenienti da tutto il mondo. L'estrema varietà dei lavori presentati riflette la differenza di opinioni circa lo stile piú appropriato per la nuova tipologia di palazzo alto per uffici.

I progetti presentati costituiscono una sorta di unità di misura di quel momento storico e testimoniano uno dei momenti piú importanti della diversificazione e della trasformazione stilistica in atto.

Il concorso ebbe una rilevanza culturale enorme e diventerà uno dei piú importanti momenti di verifica nella storia dell'architettura moderna, perché in esso si confrontarono, per la prima volta, due anime: quella americana e quella europea, il nuovo mondo con il suo eclettismo storicista e il vecchio mondo con il suo razionalismo.

Molti progetti americani si rifecero alla storia con colonne, lesene, frontoni, ornamenti e cupole, scontrandosi con l'incompatibilità di base del grattacielo con gli ordini classici.

I progetti europei, invece, erano prevalentemente sobri, privi di humor e mostravano le ultime tendenze delle avanguardie radicali, in particolare tedesche e olandesi. Queste opere dimostravano un particolare entusiasmo per le tecnologie dell'acciaio. In generale i progetti proponevano volumi spogli, articolati unicamente dalla struttura a scacchiera del telaio, che esprimevano una rigida visione razionalista, una austera oggettività.

Con un primo approccio, si può guardare al concorso del Chicago Tribune basandosi sul metodo binario di contrapporre i progetti per scuole di pensiero e modelli culturali: europei ed americani, modernisti e storicismi, simbolisti ed astrattisti. Nella realtà, però, il panorama è molto piú complesso, e con un'analisi attenta, risulta come progetti apparentemente difforni appartengano alla stessa impostazione metodologica, mentre progetti affini per citazioni storiche sottendano intenti completamente differenti.

L'analisi si compone di due principali gruppi di appartenenza principali: si distinguono per primi i progetti il cui impianto morfologico deriva dai grattacieli di prima generazione (palazzi alti e campanili), da quelli che escludono ogni riferimento e introducono nuove configurazioni formali. Il concorso del 1922 per il progetto del Chicago Herald Tribune costituì dunque un momento centrale nell'evoluzione della progettazione del grattacielo.

Il progetto vincitore risultò essere quello di R. Hood e J. Howells, i quali presentarono una torre di ispirazione gotica.



Figura 4.2. Chicago Tribune

Il loro progetto in stile neogotico, pur se legato agli stilemi dell'ecllettismo, risolse molti dei problemi fondamentali del sito e della tipologia della costruzione. L'edificio era una variazione su uno schema tripartito che, con la sua accentuata verticalità, rispondeva al teorema di Sullivan per l'edificio alto per uffici. Mentre il telaio del progetto di Hood era nascosto sotto un rivestimento di pietra, il senso di una spinta verticale

era reso con efficacia dai pilastri gotici delle facciate. In questo modo Hood risolveva le difficoltà modulari e di scala degli ordini classici, in quanto il pilastro "gotico" poteva essere allungato quasi indefinitamente. Probabilmente, la scelta di Hood di usare lo stile gotico poteva avere anche implicazioni morali, se leggiamo l'edificio come richiamo ad una cattedrale che si ergeva sui più bassi affari. Con quest'opera Hood interpreta brillantemente lo spirito nostalgico e leggermente romantico dell'America degli anni venti.

Questo progetto rappresentò fedelmente il modello di grattacielo di successo e, rispondendo ai canoni funzionali e stilistici del tempo, soddisfaceva le esigenze pubblicitarie e commerciali del committente, il quale richiedeva nel bando di concorso, che il nuovo Chicago Tribune "assicurasse a Chicago l'edificio più bello del mondo".

Fu tuttavia la seconda classificata, una torre articolata verticalmente con una rientranza, progettata da Eliel Saarinen, a esercitare l'impatto più forte sull'evoluzione del grattacielo.

Eliel Saarinen propose un edificio costituito da volumetrie innestate a telescopio, in proiezione verso l'alto. Così lo descrive Sullivan: "sorgendo dal suolo come sospinto dal respiro della terra e dall'universale genio dell'uomo, s'innalza nella bellezza, altero e sereno."

Lo schema che Saarinen propone con questo progetto sarà più influente, rispetto a quello degli altri, negli anni tra le due guerre. Distintosi per uno stile non facilmente classificabile, Saarinen realizzò una struttura "telescopica", che si sviluppò in una continua metamorfosi di forme, le quali tendono a riportare una concezione organica all'interno della città. L'architetto, che si era ormai trasferito negli USA, cercò di esportare una concezione del grattacielo quale elemento organizzativo per l'intero assetto urbano.

Tra gli altri progetti troviamo quello di A. Meyer, W. Gropius, M. Taut, L. Hiberseimer, nel quale sono presenti i temi della ricerca figurativa dell'avanguardia europea e il grattacielo diventò il simbolo formalizzato di un pensiero astratto, che seguì i principi compositivi che sperimentava in quegli anni il De Stijl: la caratterizzazione strutturale diventerà da adesso in poi sempre più importante.

Nel progetto di Adolf Loos era espresso in termini assoluti il senso del simbolo e della metafora: "la forma della colonna evoca un passato mai esistito e prefigura una città di rovine...".

La colonna come metafora e simbolo guida anche altri progetti. Tra questi i due di P. Gerhardt che propongono l'intercambiabilità del simbolo colonna-obelisco.

Nella ricerca dell'immagine simbolica e rappresentativa è presente anche la metafora ironica la quale anticipa una linea culturale che proporrà l'architettura della pura connotazione. Ma non saranno le immagini

dell'avanguardia europea a caratterizzare il grattacielo costruito a cavallo tra le due guerre. Lo stile internazionale era ancora lontano dal clima della cultura americana e solo dopo un intervallo di quasi trenta anni prenderanno forma concreta le scatole lisce teorizzate dal movimento moderno.

Come già accennato, gli Stati Uniti d'America giocarono un ruolo centrale per la nascita e lo sviluppo del grattacielo.

Partendo dalla costruzione delle stazioni ferroviarie europee, vennero inventati i grattacieli come strutture in cui il peso dell'edificio era supportato non piú dalle pareti ma da una struttura puntiforme composta da un telaio in ferro.

Già nel 1890 i palazzi a Chicago erano alti sedici piani, per allora quest'altezza era considerata una sfida al cielo, e il palazzo piú alto della città era il Tempio Massonico, costruito nel 1892 da Hudson Barnham e Root. L'aspetto era ancora quello tradizionale del palazzo e quindi della tripartizione in basamento, fusto e coronamento. Il senso di verticalità non ancora chiaramente espresso, ma questo sarà solo l'inizio che porterà Chicago ad essere composta per la maggior parte del suo tessuto da grattacieli.

I grattacieli assunsero il valore di elemento ordinatore della sagoma dell'impianto urbano. L'ordine e la regola non erano solo date dal reticolo urbano bidimensionale, ma anche dal rispetto della terza dimensione che conferiva al centro della città un'immagine chiara e unitaria dello sviluppo formale che deve avere la città stessa. Piú che il disegno speculativo dell'edilizia, emerse la volontà di ricerca di elementi compositivi nuovi per creare l'immagine della città.

Il vantaggio economico nel costruire grandi volumi in poco spazio rimase e, assieme al valore simbolico di cui il grattacielo era stato effigiato, entrarono a far parte del processo di costruzione dell'ambiente urbano.

E' interessante notare come a New York il grattacielo assunse il valore di emergenza, in competizione con gli altri edifici. A Chicago, invece, esso era un blocco alto, enorme, dall'immagine solida e consistente con due livelli di razionalizzazione: uno funzionale, dove venivano concentrate le attività terziarie su molti piani, e uno urbanistico dove si guardava ad una crescita omogenea e controllata del tessuto urbanistico. A New York prevalse l'idea di una torre svettante sul resto degli edifici, compromettendo l'omogeneità del tessuto urbanistico.

Gli aspetti che invece accomunarono le due città erano le disfunzioni e gli squilibri che si manifestano: le attività commerciali e gli uffici si concentrarono interamente nel centro cittadino a ridosso dei quali si andarono ad attestare i quartieri poveri, che vennero sempre piú isolati. Un'analisi sul problema di un'eccessiva specializzazione delle funzioni fu stata fatta dalla sociologa Jane Jacobs nel suo famoso "Vita e

morte delle grandi città” dove venne descritto uno scenario quanto mai veritiero del fatto che una diversificazione delle funzioni potrebbe portare a una maggiore fruizione degli spazi.

Dai primi protograttacieli che contenevano e manifestavano ancora palesemente la loro tipologia derivata dal palazzo, si arrivò negli ultimi anni dell'Ottocento, con la nota Scuola di Chicago, ad un periodo di maturità e chiarezza nel manifestare i canoni estetici nelle costruzioni realizzate a Chicago tra il 1890 e il 1905.

Il grattacielo rappresenta un'architettura estremamente raffinata, calibrata rispetto alle variabili del mercato e all'efficienza tecnologica, e bene incarna gli atteggiamenti e le tendenze architettoniche.

Nel volume "Grattacieli – la contemporaneità verticale", l'autore, Eric Howeler delinea diverse tipologie di grattacieli:

- Global/Local: questi grattacieli sono un fenomeno emergente in cui le forze della globalizzazione e dell'omogeneizzazione provocano una svolta verso lo specifico, il locale, l'autentico. La strategia tipica di questi progetti consiste nel rivestire una generica intelaiatura strutturale con elementi tradizionali e vernacolari, al fine di mettere in relazione l'edificio con il contesto in cui si trova.
- High-Tech: esprimono e celebrano la tecnologia che li rende possibili; caratterizzati da strategie progettuali che vanno dall'espressione degli elementi strutturali all'articolazione dell'assemblaggio dei componenti, queste torri continuano a cambiare con il progredire della tecnologia.
- Monolithic: trasforma la torre con un gesto potentemente espressivo, in una forma estremamente scultorea e originale; spesso l'espressione degli elementi strutturali e la definizione dello spazio sono messi in secondo piano per consentire la comprensione del messaggio estetico nel suo complesso.
- Kinetic: esprime attraverso forme statiche un processo dinamico di movimento e trasformazione
- Scenographic: fa riferimento a un'architettura che attinge all'immaginario e che sempre più tende a partecipare allo spettacolo della società contemporanea. La dimensione teatrale è sfruttata per trasformare il grattacielo in un protagonista assoluto della città, o in uno sfondo scenico per fantasie architettoniche.
- Mediatic: si riferisce a una nuova categoria di edifici che, incorporando le nuove tecnologie video dei media, trasforma le facciate in superfici per la comunicazione di massa.
- Gruppo di grattacieli "ecologici": impegnati consapevolmente nelle tematiche della sostenibilità e dell'uso del territorio – interesse per l'ecologia, per l'ambiente e per l'impatto dell'attività umana su di esso.

4.3. GLI EDIFICI ALTI IN MADRID

L'interessamento nei confronti delle costruzioni a sviluppo verticale, ha portato allo studio di queste tipologie di edifici in Madrid, per poter capire il loro ruolo all'interno della città, le scelte architettoniche più adeguate al contesto e le opportune strategie tecnologiche. (Tavola 2).

CUATRO TORRES BUSINESS AREA

Si tratta di un complesso di edifici sul Paseo de la Castellana, nell'area dell'ex centro di allenamento della squadra del Real Madrid, la Ciudad Deportivo. Attualmente la zona ospita giardini e fontane. Questo spazio è caratterizzata da quattro grattacieli, i più alti della Spagna, costruiti in periodi differenti e da diversi progettisti. Queste costruzioni hanno reso l'area una tra le più moderne e futuristiche di Madrid.

Da sinistra a destra vi sono la Torre Caja Madrid, la Torre PwC, la Torre de Cristal e, infine, la Torre Espacio.



Figura 4.3. Complesso Cuatro Torres

a. TORRE CAJA MADRID – Norman Foster, 2009

La Torre Caja Madrid, con 250 metri di altezza e costituita da 55 piani, è l'edificio più alto della Spagna. Tra le quattro torri, la costruzione di Norman Foster è quello con l'architettura più sorprendente.

L'edificio del quartier generale della Caja Madrid, la più grande banca di risparmio della città, si preoccupa di sviluppare il concetto della sostenibilità nel luogo di lavoro.

Dal punto di vista compositivo l'edificio può essere pensato come un arco alto, con i servizi ed i nuclei di circolazione che incorniciano i piani degli uffici.

Al piano terra un atrio vetrato di 22 metri di altezza consente la vista dalla strada ed ospita un piano soppalcato.

In cima all'edificio, il vuoto sotto la sezione superiore del telaio è progettato per ospitare turbine eoliche in grado di fornire una percentuale significativa di alimentazione dell'edificio.

Seppure l'edificio sia stato concepito come un quartiere generale, con la sua flessibilità esso ha anche la possibilità di venir utilizzato in modo differente con l'eventuale espansione di spazi.

Per poter mantenere questo grado di flessibilità, il progettista decise di porre i nuclei di servizio ai bordi del piano in modo da ampliare la superficie libera.

L'orientamento dell'edificio nord-sud massimizza l'ombreggiamento naturale, indirizzando la luce del sole attraverso le anime. Infine l'utilizzo di un triplo vetro in facciata permette di migliorare ulteriormente l'efficienza energetica dell'edificio.



Figura 4.4. Torre Caja Madrid

b. TORRE PWC – Carlos Rubio, 2008

La Torre Sacyr Vallehermoso è l'unica delle quattro torri costruita da architetti spagnoli: Carlos Rubio Carvajal e Enrique Alvarez-Sala Walter del prestigioso studio di architettura R&AS.

La torre si sviluppa su 52 piani per 236 metri di altezza e si erge come un triangolo equilatero con lati curvi, senza interferire con lo skyline del cielo di Madrid.

Fino al 31esimo piano l'edificio ospita uno degli hotel piú lussuosi di Madrid, lasciando gli ultimi due piani destinati ad un ristorante panoramico che si affaccia sul centro della città.

Gli uffici invece sono localizzati nella parte superiore della torre e sono dotati di un ingresso indipendente, con 8 ascensori ad alta velocità ad uso esclusivo, un montacarichi, due ascensori di emergenza e tre che collegano la hall con il parcheggio interrato.

In questo modo si ottiene una completa indipendenza tra le due diverse destinazioni d'uso di ufficio ed hotel in modo da garantire il massimo comfort.

La Torre Sacyr è stata costruita con grande attenzione verso i criteri di sostenibilità ed eco-efficienza; la doppia pelle ventilata permette un grande risparmio energetico e facilita la manutenzione, senza interferire con il lavoro negli uffici.



Figura 4.5. Torre PWC

c. TORRE DE CRISTAL – Cesar Pelli, 2008

Costruita dallo stesso architetto delle Petronas Towers di Kuala Lumpur, Cesar Pelli, la Torre de Cristal è la seconda piú alta delle quattro torri, con 249 metri di altezza. Così come un albero di cristallo, la torre ha una forma scultorea angolata, le cui sfaccettature dell'edificio riflettono il cielo dando vita e movimento alla struttura. Il livello superiore di questa torre per uffici di 50 piani contiene un giardino d'inverno, uno spazio verticale sulla parete interna orientata ad ovest. Illuminata di notte, il giardino d'inverno è visibile lungo il Paseo de la Castellana e in tutto il nord di Madrid. Oltre a 50 piani di uffici, la Torre de Cristal destina parte dell'edificio a diversi servizi, tra cui un centro fitness, sale riunioni, due ristoranti ed un parcheggio interrato.

Con le sue ottime caratteristiche di risparmio energetico, l'edificio risulta essere ad alte prestazioni con pareti doppio vetro ventilate e la piú grande installazione ferro-vetro al tempo della costruzione.

All'interno dei serramenti sono comprese delle taparelle integrate, controllate da un computer centrale che le regola automaticamente secondo i livelli di illuminazione naturale e le condizioni d'uso. Infine sulla copertura sono state posizionate delle celle fotovoltaiche per l'acqua calda sanitaria. Per permettere un ambiente confortevole per gli utilizzatori dell'edificio, nessun ufficio ha una profondità maggiore di 9,5 metri, in modo da consentire a tutti gli spazi di lavoro di avere luce naturale. Per migliorare l'efficienza del risparmio energetico, inoltre, sono stati utilizzati sistemi di riscaldamento e raffrescamento a pavimento, in modo da aumentare ulteriormente il comfort degli utilizzatori.

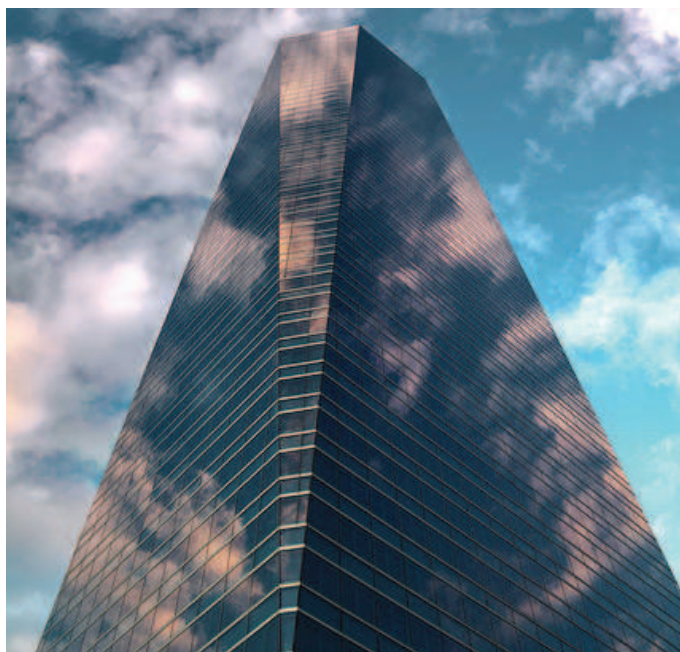


Figura 4.6. Torre de Cristal

d. TORRE ESPACIO – Henry Cobb José Bruguera, 2007

Con piú di 230 metri di altezza e 57 piani la Torre Espacio ospita uffici di importanti imprese e diverse ambasciate.

La Torre Espacio, la prima ad essere stata costruita, copre una superficie di 750 m².

Il grattacielo si articola in 52 piani destinati a luoghi di lavoro, tra cui 43 dedicati a lavori di ufficio (metratura compresa tra 1240 m²e 1810 m²), due piani destinati alla sede centrale, posti in cima alla torre, tre piani di spazi commerciali, posti alla base della costruzione e sei piani di parcheggi interrati.

La costruzione occupa un totale di 120.250 m² 75.250 m² fuori terra e 45.000 m² interrati.

Il progetto della torre parte da una pianta quadrata, posta alla base, modellata da due quarti di cerchio in sommità.

Il disegno particolare di questo edificio parte dall'idea di una scultura, in quanto una forma cosí particolare è difficile da ricavare da un blocco di pietra. Come progetto architettonico, l'intersezione delle diverse superfici curve viene realizzata mediante l'unione di diversi pannelli separati, che vengono fabbricati singolarmente e successivamente assemblati.

Nella realizzazione dell'idea progettuale vi era la necessità di scoprire ed utilizzare un ordine geometrico in grado di razionalizzare e semplificare il desiderio di evolvere da una forma quadrata ad un quarto di cerchio. Il risultato ottenuto con questa forma è un distinto senso di energia, visivamente accattivante, quasi come se fosse un organismo vivente che sorge dalla terra.



Figura 4.7. Torre Espacio

TORRE ESPAÑA – M. de Velasco, 1982

La Torre España, popolarmente conosciuta come el Pirulì, è una torre delle comunicazioni ora appartenente alla società Abertis (prima era di proprietà della televisione RTVE) situata a Madrid tra la Calle de O'Donnel e la circonvallazione M-30.

Torrespaña è il nome del complesso che ospita la sede centrale dei servizi informativi delle TVE posto in prossimità della torre; in questo luogo vengono prodotti i telegiornali e i programmi informativi dei principali canali televisivi spagnoli.

La torre España ha una altezza di 220 metri, 232 metri contando l'altezza dell'antenna delle comunicazioni ed ha una superficie abitabile pari a 1945 m². La costruzione dell'edificio iniziò il 17 febbraio del 1981 e terminò in 13 mesi; l'inaugurazione avvenne il 7 giugno del 1982, giusto in tempo per poter utilizzare la torre durante la Coppa del Mondo del 1982.

La torre venne costruita da un consorzio composto dalle imprese spagnole Dragados e Agroman, con il progetto dell'architetto Emilio Fernandez Martinez de Velasco.

All'altezza di 120 metri è localizzato il volume destinato al centro di controllo, che si compone di quattro piante, chiuse con pannelli di acciaio. Sopra di questo si elevano altre quattro piattaforme per l'antenna ed infine una antenna di 45 metri. L'accesso alla zona superiore della torre è permesso solo al personale autorizzato ed è possibile mediante un ascensore installato nella parte inferiore dell'edificio; mentre la scala che percorre l'edificio è composta da 1208 gradini.

Dalla Torre España vengono trasmessi venti canali della televisione terrestre, quattordici canali della radio analogica e diciotto della radio digitale.

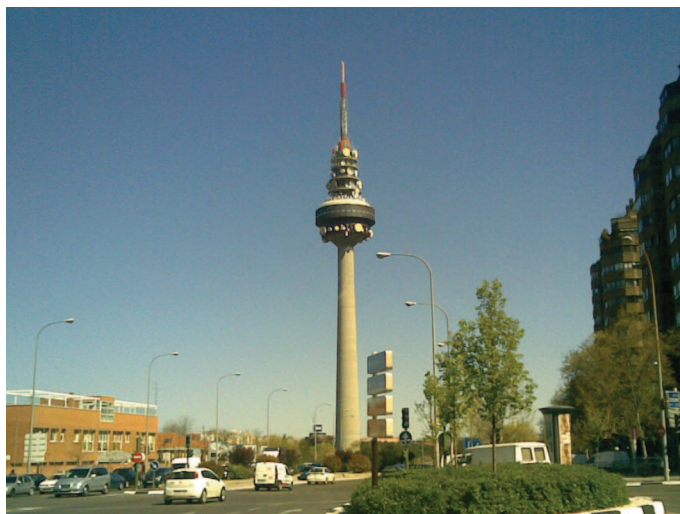


Figura 4.8. Torre España

TORRE PICASSO – Yamasaki, 1988

La Torre Picasso è situata in piazza Pablo Ruiz Picasso, nel complesso commerciale AZCA nei pressi del Paseo de la Castellana, il cuore finanziario di Madrid.

La torre fu progettata dall'architetto giapponese Minoru Yamasaki, lo stesso progettista delle torri gemelle di New York, in collaborazione con l'equipe spagnola diretta da Jordi Mir Valls e Rafael Coll Pujol.

Il progetto della torre iniziò nel 1974, ma la sua costruzione prese piede solo verso la fine del 1982 e venne inaugurata nel dicembre del 1988. All'epoca della costruzione, con i suoi 157 metri e 47 piani, la torre era il grattacielo piú alto di Madrid e tutta la Spagna.

Tra le caratteristiche principali della Torre Picasso vi è il suo ampio arco di ingresso, che sostiene tutta la facciata del complesso tramite una struttura sotterranea in acciaio che fa da rinforzo. Il vuoto situato sotto l'arco è occupato da uno speciale cristallo di sicurezza chiamato STADIP, lo stesso utilizzato nella Torre Agbar di Barcellona.

Questa torre è un calco di un altro disegno di Minoru Yamasaki, la Rainer Tower di Seattle. La torre americana, realizzata 11 anni dopo, possiede un fusto sopra il quale si eleva il resto del corpo della torre e le stesse linee snelle a finiture bianche della torre di Madrid.

Nel 2002 l'organizzazione terrorista ETA confermò che tra i suoi obiettivi vi era quello di distruggere questo grattacielo con 1700 kg di esplosivi caricati su due furgoni che vennero fortunatamente intercettati alla fine del 1999 dalla Guardia Civil.

Nel dicembre del 2011 la torre venne acquisita dall'impresa immobiliare Pontegade, il fondatore di Zara per un valore di 400 milioni di euro.



Figura 4.9. Torre Picasso

TORRE DE MADRID – Otamendi, 1957

La Torre di Madrid, costruita tra il 1954 e il 1960, è stata per lungo tempo una tra le piú alte d'Europa. L'edificio è situato sulla Gran Via e si affaccia sulla famosa Plaza de Espana, sviluppandosi lungo 142 metri di altezza. Il grattacielo fu progettato dai fratelli Julian e Jose Maria Otamendi Machimbarrena e commissionato dalla Compagnia Immobiliare Metropolitana. Il progetto ha previsto la realizzazione di ben 500 negozi, grandi gallerie, un hotel ed un cinema; inoltre la torre è caratterizzata dalla presenza di 12 ascensori in grado di percorrere 3,5 metri al secondo (il modello piú veloce al tempo della costruzione). Per alcuni anni la Torre de Madrid è stata la costruzione in cemento piú alta al mondo e, fino alla costruzione della torre delle telecomunicazioni, l'edificio piú alto di Spagna. Grazie alla sua posizione centrale, vicino alla Gran Via, la Torre de Madrid è stata a lungo un punto di riferimento per la città. Questa torre, insieme all'Edificio Espana, svetta sulla Plaza de Espana formando un complesso architettonico molto particolare. Attualmente la Torre de Madrid ospita sia appartamenti che uffici, in quanto la zona in cui è localizzata è sede di vari posti di lavoro. Il 28 aprile 2005 la Torre de Madrid fu messa in vendita dall'immobiliare Metrovacesa insieme all'Edificio Espana, per coprire parte dell'acquisizione della società francese Gecina al prezzo di 400.000.000 €. Nel 2012 invece, a seguito di un importante intervento di restauro interno ed esterno, la parte centrale e superiore della Torre (dal piano 15 al 34) vennero interamente destinate a case private.



Figura 4.10. Torre de Madrid

TORRE EUROPA – Oriol e Ybarra, 1985

La Torre Europa fu costruita nel 1985 dall'architetto spagnolo Miguel Oriol e Ybarra e, con i suoi 121 metri, è uno dei grattacieli della città di Madrid. L'edificio si articola in 30 piani, che ospitano gli uffici della società KPMG, ma sono presenti anche numerose altre aziende, ed è situato nel complesso commerciale AZCA, piú precisamente tra l'Avenida del General Peron e il Paseo de la Castellana. Durante i fine settimana questa zona si trasforma in uno spazio di intrattenimento eccezionale perché i ristoranti aprono le loro porte nei piani interrati.

La facciata della torre è molto simile a quella degli edifici del World Trade Center, mentre la parte bassa dell'edificio è molto differente. Ha inoltre un grande orologio ovale al centro dell'edificio, con una luce che lo rende molto ben visibile durante la notte.

Il 5 ottobre 1990 l'edificio ha subito un incendio al 29esimo piano, per fortuna senza gravi conseguenze. Il 1 maggio 2002 invece l'ETA attaccò l'edificio con 20 kg di un potente esplosivo distruggendo fortunatamente solo alcune finestre.



Figura 4.11. Torre Europa

PUERTA DE EUROPA – Johnson, Burgee, 1996

Le torri per uffici gemelle conosciute come Puerta de Europa I e II, situate a Madrid, sfidano le tipiche convenzioni delle costruzioni di grattacieli. Progettate dagli architetti americani Philip Johnson e John Burgee e commissionate dal Kuwait Investment Office (KIO), queste torri espressionistiche sono poste a cavallo di una delle piú importanti strade della città, il Paseo de la Castellana.

Per poter costruire le due torri, era necessario interrompere la strada ed eliminare una fermata della metropolitana. Ciò poteva essere visto come un ostacolo, ma Johnson and Burgee videro un'opportunità per esplorare una nuova strada nel mondo dell'architettura, in modo da individuare la soluzione piú adeguata. Fu cosí che, con l'aiuto dello studio di ingegneria strutturale Leslie E. Robertson Associates e l'impresa di costruzione Fomento de Construcciones y Contratas, vennero progettati i primi grattacieli inclinati al mondo.

Le due torri si innalzano per 114 metri, con una inclinazione pari a 15 gradi, spostandosi di ben 30 metri dalla base. Un contrappeso in cemento di 60x10x10 metri è situato sul lato opposto e, collegato in cima da un canale, fornisce la resistenza necessaria a vincere le forze che tendono a ribaltare la torre.

Il diagrid strutturale primario in acciaio, posto sul perimetro della torre, ed il nucleo centrale rinforzato che ospita la circolazione verticale, servono a irrobustire ulteriormente gli edifici. Gli elementi strutturali secondari verticali ed orizzontali, anch'essi in acciaio, servono a rafforzare le parti diagrid e forniscono la necessaria stabilità laterale. Essi, normalmente, sono nascosti in questa tipologia di costruzione, ma il team di progettazione, in questo caso, ha scelto di evidenziare tali elementi in modo pulito e molto informale, ottenendo un corpo che può essere letto e decifrato da una prospettiva pedonale. La struttura primaria è rivestita in acciaio inossidabile, con le parti secondarie orizzontali e verticali ricoperte in metallo rosso. Un curtain wall scuro riflettente con montanti in carbone è posto tra gli elementi strutturali. Per poter distinguere le due torri, quella ad ovest è dotata di un eliporto blu sul tetto, mentre quella ad est ne ha uno rosso.

L'inclinazione delle due torri non ha solo la funzione di mantenere l'interscambio della metropolitana, ma anche di garantire la visibilità delle torri lungo il Paseo de la Casellana. Le due torri segnano il confine settentrionale del quartiere finanziario di Madrid e sono spesso indicate come le porte metafisiche verso l'Europa. Questa analogia si adatta bene alle torri, in quanto il loro legame con il viale e la piazza contribuisce a definire il vuoto centrale, identificandolo come l'entrata in un passaggio sia per i mezzi di trasporto che per i pedoni, dal centro città verso il resto di Madrid. Queste due torri inoltre assomigliano molto alle antiche porte medievali della città, come Puerta del Sol, Puerta de Guadalajara e Puerta de la Vega del dodicesimo secolo.

La decisione di Philip Johnson e John Burgee di rompere gli schemi della linearità verticale ha portato alla realizzazione di una costruzione diversa da qualsiasi altra. Le loro qualità strutturali espressionistiche conferiscono credibilità e onestà di forma e funzione, che molte altre torri semplici invece ignorano. Questi due grattacieli iconici sfidano con coraggio le leggi di gravità e sono indubbiamente servite come ispirazione per le numerose torri inclinate progettate nel secolo successivo.



Figura 4.12. Puerta Europa

BANCO DE BILBAO – Saenz de Oiza, 1981

La torre del Banco de Bilbao è stata progettata dall'architetto spagnolo Saenz de Oiza. Il progetto è il vincitore di un concorso riservato a professionisti indetto dal Banco de Bilbao nel 1971 per la costruzione della Sede Social nel centro finanziario AZCA a Madrid.

Si tratta di una torre con pianta rettangolare sviluppata per 107 metri in altezza per più di 30 piani, evidenziata da un colore ocra sempre più intenso dato dall'ossidazione della facciata in acciaio.

La pianta è caratterizzata dalla presenza di due nuclei destinati ai servizi (scale, ascensori, ecc.) e con funzione strutturale. Lungo tutto il perimetro della pianta sono presenti spazi di lavoro liberi, aperti e senza divisioni.

La realizzazione del progetto ha dovuto affrontare numerose sfide tecniche poiché si doveva costruire esattamente sopra al tunnel della ferrovia. Perciò tutta la struttura si appoggia su due grandi pilastri di calcestruzzo posti ai lati del tunnel. La struttura centrale sostiene, a intervalli regolari, sei piattaforme di cemento preteso e ognuna di queste supporta, a sua volta, cinque piani di struttura metallica.

La facciata, con angoli arrotondati in acciaio e vetro, è pensata per

consentire viste continue aperte in qualsiasi punto ed è decorata con frangisole di alluminio che circondano ogni piano.



Figura 4.13. Banco de Bilbao

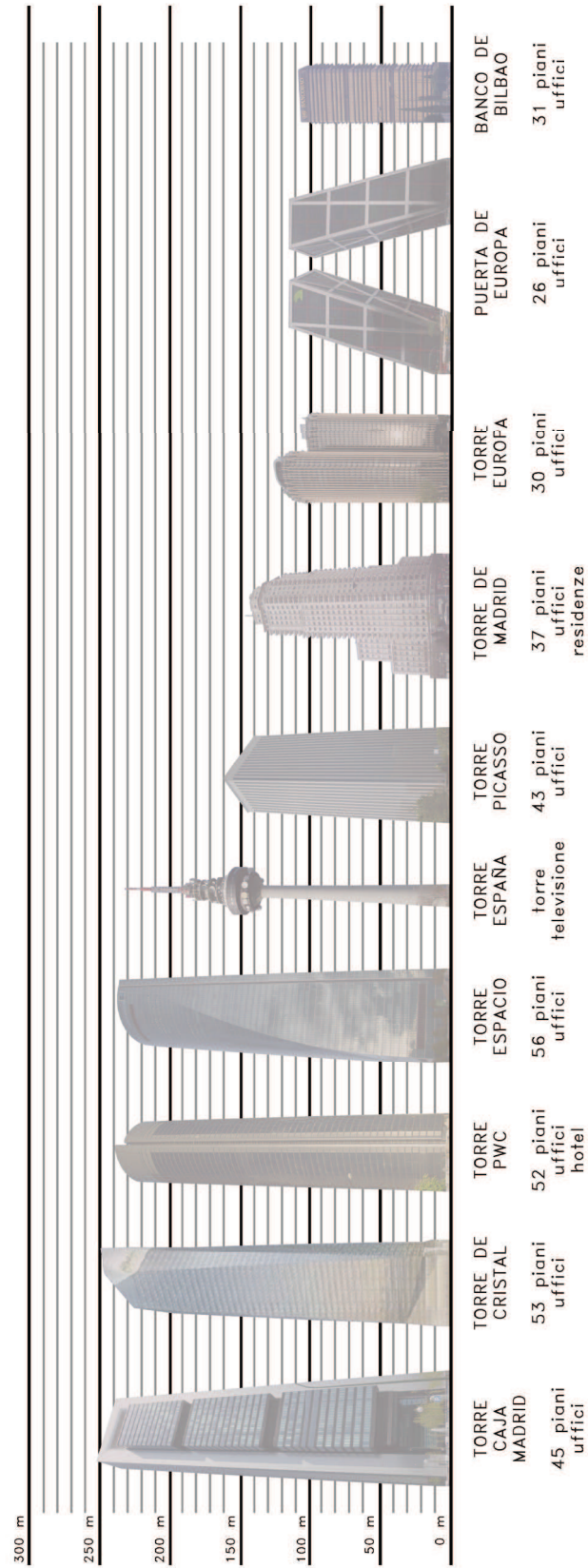


Tavola 2 – CONFRONTO TRA EDIFICI ALTI IN MADRID

Tavola 2. Confronto tra edifici alti in Madrid
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Capitolo 5

IL PROCESSO CONOSCITIVO DEL SITO DI PROGETTO



5.1. L'EVOLUZIONE DELL'OCCUPAZIONE DEL SUOLO

I primi passi di una progettazione vera e propria sono caratterizzati da una serie di ricerche; esse permettono di introdurre l'area di progetto su cui si andrà a intervenire e di raccogliere tutte le possibili informazioni utili per un risultato finale ottimale.

Un buon progetto deve sia garantire un alto livello di comfort per gli utenti, sia rispettare determinate caratteristiche strutturali, sia integrarsi con il contesto circostante. Per ottenere questo risultato sono state realizzate diverse analisi, dalla macroscala all'intorno del lotto di progetto.

E' stata effettuata un'analisi di come nel tempo la superficie madrilenas si sia sviluppata ed espansa dall'anno 1956 all'anno 2005. Come emerge dalla Tavola 3, il processo evolutivo risulta regolare nel tempo. L'unico importante salto si verifica dal 1975 al 1980: cinque anni caratterizzati da un notevole ampliamento dell'area urbana, di quella residenziale nella zona periferica, dei parchi e degli edifici industriali.

5.2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E URBANISTICO

L'area d'intervento indicata dal concorso è situata in una zona periferica, ad est rispetto al centro di Madrid. La distanza tra l'area di intervento e il centro città è di circa 10km, percorribile in una ventina di minuti in macchina, attraversando per la lunga l'intera Calle de Alcalà, o circa mezz'ora utilizzando il trasporto pubblico (Tavola 4).

Il sito di progetto, in particolare, è situato a San Blas, uno dei distretti in cui è suddivisa Madrid.

Il quartiere di San Blas si trova ad est della città ed è a sua volta suddiviso amministrativamente nei distretti di Simancas, Hellin, Amposta, Arcos, Rosas, Rejas, Canillejas e Salvador.

San Blas confina a nord con i quartieri di Barajas e Hortaleza attraverso la Via d'America e la tangenziale A2.

Ad est confina con i quartieri di San Fernando de Henares, grazie all'omonimo ponte, Coslada e Vicàlvaro.

A sud è delimitato dall'autostrada radiale R3.

Ad ovest, attraverso le vie Gracia Noblejas e Alcalà, confina con il quartiere di Ciudad Lineal.

Quest'area periferica di Madrid presenta sia carattere residenziale, nelle zone di Simancas e San Blas stesso, sia industriale, nelle zone

di Noblejas Hermano Gracia e Julian Camarillo, vicino alla strada Barcellona.

Dai risultati del censimento effettuato nel 2005 dal Comune di Madrid, la popolazione del quartiere ammonta a 148.985.

Negli anni Sessanta vennero costruite numerose fabbriche; questo boom rese San Blas il quartiere operaio piú grande della Spagna.

Vennero così realizzati numerosissimi edifici residenziali per ospitare tutti i lavoratori provenienti dalla campagna. Le costruzioni erano, però, di scarsa qualità con appartamenti di piccole dimensioni, solo 40mq, senza i servizi necessari al sostentamento, e spesso ospitavano famiglie numerose.

Negli anni Settanta, grazie al movimento cittadino per la rivendicazione dei diritti di base, le autorità pubbliche accettarono di soddisfare le richieste; vennero così costruite scuole, infrastrutture e parchi, che prima non esistevano nella zona.

Nonostante questi successi, nel decennio a partire dal 1980 si verificò una nuova ondata di degrado nel quartiere; si diffuse il problema della droga, della delinquenza e della disoccupazione.

Con gli anni Novanta la situazione migliorò e ad oggi il quartiere mostra i risultati di un tentativo di una importante riqualificazione, iniziato nei primi anni del Duemila.

Il lotto di progetto è collocato piú o meno al centro del quartiere di San Blas, nel distretto di Simancas, ed ha una superficie totale di 7.650mq. Esso misura a sud-est 92m, a sud-ovest 100m, ad est 50m, ad ovest 53,30m, a nord-ovest 44m e a nord-est 45m.

L'edificio, come già detto, sarà situato in un contesto prettamente urbano, caratterizzato da un'edificazione disomogenea (residenziale ed industriale).

Il lotto ha forma ad L ed è delimitato su tre lati da strade di diversa importanza: ad est dalla Calle San Romualdo, a sud dalla Calle Julian Camarillo e a sud-ovest dalla Calle de San Sotero. Queste strade che delimitano il sito di progetto hanno caratteristiche molto diverse tra loro. La Calle San Romualdo è una delle arterie principali che attraversano il quartiere, ha quattro corsie, due per senso di marcia, divise da uno spartitraffico alberato per una larghezza totale di circa 50m; su di essa, in corrispondenza del lotto, si affacciano bassi fabbricati, destinati ad officine ed alcuni edifici alti che ospitano uffici. Un'altra caratteristica di questa strada sta nel fatto che presenta una leggera pendenza, che man mano si regola, fino a diventare pianeggiante in corrispondenza del lotto di progetto. La Calle Julian Camarillo è una strada di media larghezza: presenta due corsie in totale, una per senso di marcia, per una larghezza totale di circa 20m, su cui si presenta un'edificazione non uniforme né in altezza, né relativamente alle destinazioni d'uso

(uffici, bassi capannoni per officine e residenze con in media sei piani fuori terra). La Calle di San Sotero, infine, è una strada secondaria che raggiunge una larghezza di circa 15m, è a senso unico e su entrambi i lati è caratterizzata dalla presenza di parcheggi; su di essa si prospettano edifici residenziali e bassi fabbricati dismessi.

I restanti limiti del lotto confinano con edifici: uno di nove piani adibito ad uffici ed alcuni fabbricati non più utilizzati di modesta altezza.

5.3. IL TRASPORTO PUBBLICO E I PARCHEGGI

La rete degli autobus urbani di Madrid è gestita dall'Empresa Municipal de Transportes, con più di 1.900 veicoli contati nel maggio 2005. Nelle zone periferiche, molti madrileni preferiscono utilizzare i servizi di trasporto pubblico di superficie, mentre in centro città viene privilegiato l'uso della linea metropolitana. Il lotto di progetto è servito in modo ottimale dai bus: una fermata, chiamata San Romualdo-Julian Camarillo, è collocata proprio davanti, come si può notare nella Tavola 5.

La città di Madrid ha una delle linee metropolitane più grandi ed estese del pianeta. Attualmente la "Metro de Madrid" è la seconda rete metropolitana dell'Europa Occidentale e la sesta al mondo con ben 16 linee diverse.

Il lotto di progetto è ben servito dal servizio metro: la fermata più vicina al sito è quella di Suanzes, situata lungo la Calle de Alcalà, che dista 850m, soli dieci minuti a piedi. Sulla medesima via, vi è la fermata Torre Arias, a 1,2km dal lotto e, con la stessa distanza è possibile raggiungere anche la fermata di Simancas, situata a sud-ovest rispetto all'area di intervento, sulla Calle Castillo de Uclès.

La stazione ferroviaria più vicina al sito di progetto è la Estacion Coslada, mentre la conosciuta Estacion Madrid-Atocha, situata in centro città, dista 15km.

A circa venti minuti di macchina, soli 8km, è possibile raggiungere l'Aeropuerto de Madrid-Barajas, il principale aeroporto spagnolo, situato a nord-est rispetto al centro di Madrid e famoso per l'attentato terroristico del 30 dicembre 2006.

Per quanto riguarda i parcheggi pubblici, la zona di San Blas è caratterizzata da sei aree adibite a posteggio auto, tutte di modeste dimensioni. La più vicina al lotto di progetto dista circa 700 metri.

5.4. I SERVIZI

I servizi offerti nell'area di San Blas sono svariati. Dalla Tavola 6 emerge che la zona può contare su molteplici punti di ristoro, sia bar che ristoranti, supermercati, hotel, edifici per il culto e centri medici, tutti disposti in modo omogeneo.

Le scuole, a partire dalla materna fino ad arrivare alle superiori, sono presenti in buon numero e si concentrano soprattutto nella zona residenziale.

Da segnalare è la presenza della Facultad de Optica y Optometria a sud rispetto all'area di intervento.

Si può inoltre notare che in San Blas vi sono sì svariati centri sportivi e biblioteche, ma non nelle immediate vicinanze del lotto indicato dal concorso.

I negozi presenti nella zona sono di diverso genere: abbigliamento, elettronica e concessionari di automobili.

I servizi statali, come il comune, le forze dell'ordine e uffici postali sono presenti in numero sufficiente a servire il quartiere.

L'ospedale Nuestra Señora da America si trova a nord-ovest rispetto al lotto di progetto e dista 3,6km.

5.5. L'ANALISI DEI PARCHI

La zona periferica di San Blas è ricca di parchi, i quali danno respiro ad una zona prettamente industriale. La caratteristica di queste aree verdi sta nel fatto che ognuna offre dei servizi ed attrazioni differenti. Il Parque Quinta del los Molinos è molto vasto: ha una ricca vegetazione, ospita un laghetto artificiale, un edificio storico, un campo da golf ed un'area dedicata al "juego de pedales", un gioco che migliora la mobilità delle gambe.

Il Parque Marques de Suanes appena a fianco è caratterizzato da viali immersi nella natura dove potersi rilassare, fare una passeggiata o jogging; al suo interno vi sono, inoltre, un campo da calcio e una scuola statale.

Il Parque de Canillejas ed il Parque Arquitecto Antonio Palacios hanno delle dimensioni più modeste dei due precedenti: entrambi contengono un percorso botanico ed un'area giochi, e differiscono nel fatto che, il primo ospita un auditorium ed un percorso vita, mentre il secondo ospita un monumento.

Il Parque de San Blas – el Paraiso, infine, si trova a sud rispetto al lotto di progetto; ha una particolare forma allungata ed è attraversato dalla Calle de Arcentales. Esso ha al suo interno un particolare

auditorium, una pista ciclabile, un percorso vita, un'area giochi ed un campo da bocce.

La localizzazione dei parchi appena citati rispetto all'area di progetto è illustrata nella Tavola 7.

5.6. LE DESTINAZIONI D'USO

Come piú volte ribadito, l'area indicata dal concorso si trova fuori dal centro di Madrid: i fabbricati ad essa limitrofi, infatti, sono principalmente industrie, edifici con destinazione commerciale e residenze, queste ultime soprattutto nella zona ad est rispetto al lotto di progetto (Tavola 8).

5.7. IL RILIEVO FOTOGRAFICO

La fotografia costituisce un supporto di notevole importanza nella documentazione architettonica; essa è in grado di suscitare una concezione realistica del contesto in cui verrà realizzato l'intervento architettonico. Nella Tavola 9 viene mostrato il rilievo fotografico del lotto di progetto in questione.

5.8. L'OMBREGGIAMENTO

L'analisi dell'ombreggiamento solare del lotto di progetto risulta essere molto utile per comprendere se e come gli edifici intorno ostacolano il soleggiamento.

E' stato effettuato questo studio nelle quattro stagioni dell'anno e, per ognuna di esse, è stata analizzata la situazione sia alla mattina che a tardo pomeriggio (Tavola 10).

Si è potuto constatare come i fabbricati che, essendo corpi di altezze contenute, provochino ombreggiature minime all'interno dell'area di progetto, se non nei tardi pomeriggi invernali.

La problematica da tenere in considerazione durante la fase progettuale sarà, dunque, quella di garantire un'adeguata protezione dal sole durante le torride estati madrilene.

5.9. L'ANALISI S.W.O.T.

Per sintetizzare le informazioni raccolte e guidare il progetto nelle fasi successive, viene sviluppata l'analisi S.W.O.T., uno strumento di pianificazione strategica utile per definire le linee guida necessarie per raggiungere a pieno un obiettivo.

Questo studio consente di definire le potenzialità dell'area, ovvero quegli elementi che favoriscono e aiutano lo sviluppo del progetto e le condizioni che possono limitarne la trasformazione e ne rappresentano un vincolo.

L'analisi S.W.O.T. permette di evidenziare i punti chiave ed i collegamenti tra le questioni che riguardano il sito di progetto ed il relativo contesto. Questa strategia consiste, infatti, nel valutare i punti di forza (Strengths), le debolezze (Weaknesses), le opportunità (Opportunities) e le minacce (Threats) del contesto dell'area d'intervento.

Dalle analisi effettuate sul luogo abbiamo individuato alcuni elementi a favore e a sfavore nella nostra area di studio, da considerare poi nel processo di progettazione.

FORZE

- Presenza di numerosi parchi ed aree verdi in prossimità dell'area di progetto;
- aeroporto a circa 6 km dal sito;
- entrata autostrade a 5 km (M-30 e M-40);
- area ben servita da mezzi di trasporto pubblici per il collegamento con il centro città;
- fermata metropolitana e autobus interurbani a 800 m;
- vicinanza a campi sportivi.

DEBOLEZZE

- Assenza di una pista ciclabile nel quartiere di San Blas che colleghi le aree verdi;
- quartiere prevalentemente industriale;
- area periferica, situata a circa 8 km dal centro della città;
- presenza di poche aree per attività ricreative.

OPPORTUNITA'

- Presenza di numerosi hotel nel quartiere di San Blas;
- vicinanza di un quartiere residenziale (a sud del lotto di progetto);
- presenza di numerose scuole nel quartiere (dalla scuola materna fino ad alcune facoltà universitarie).

MINACCE

- Cattiva salubrità dell'aria dovuta alla presenza delle numerose industrie del quartiere;
- inquinamento acustico per le industrie meccaniche situate nell'intorno dell'area di progetto;
- inquinamento acustico dato dalla vicinanza all'aeroporto.

A seguito delle analisi effettuate emerge che il lotto di progetto, nonostante sia in una zona periferica, ha la possibilità di poter essere comodamente raggiungibile e di contare su un'ampia e varia utenza. Queste considerazioni rappresentano un aspetto importante da valutare durante la fase progettuale.

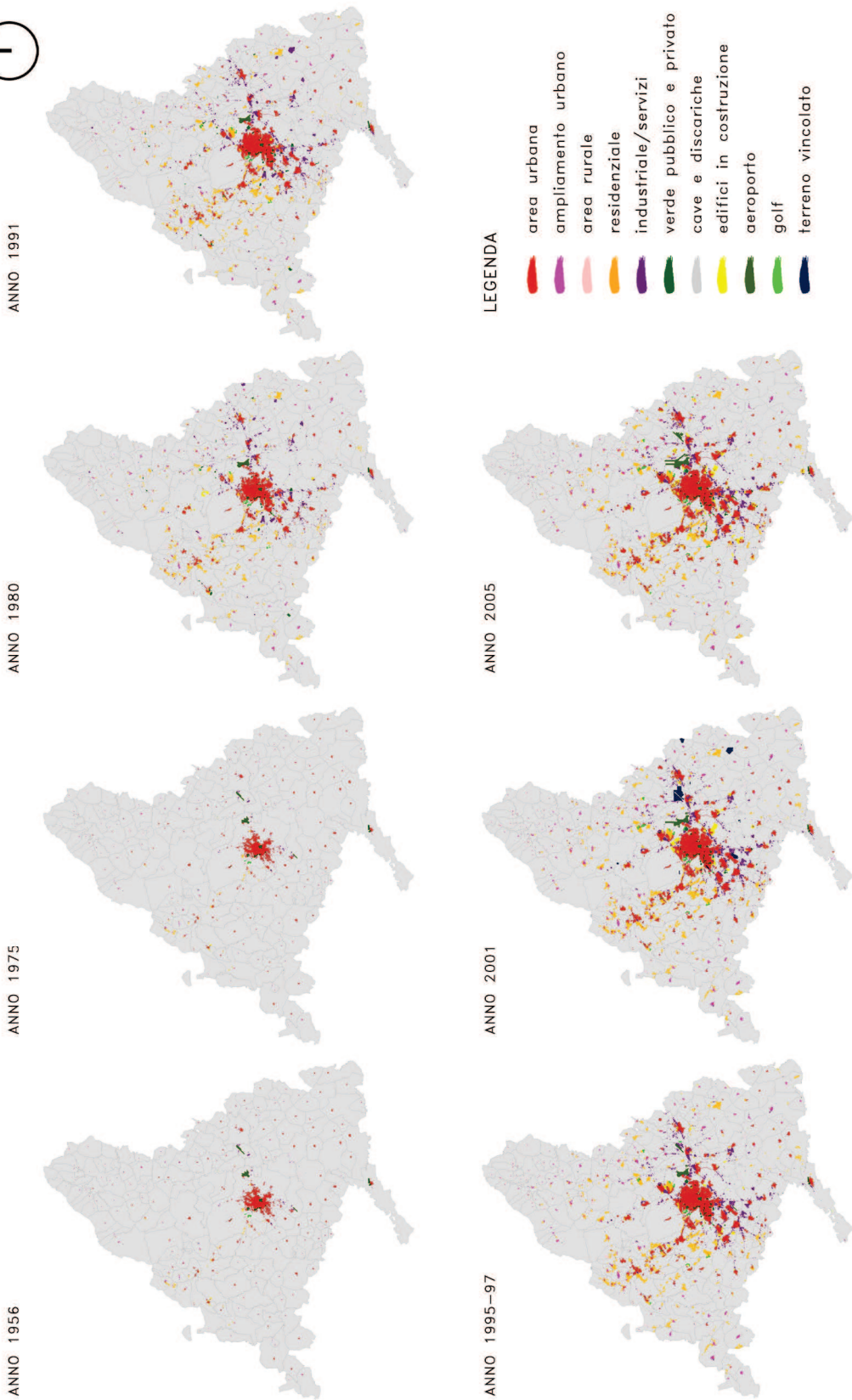


Tavola 3. Evoluzione dell'occupazione del suolo
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

Tavola 3 – EVOLUZIONE DELL'OCCUPAZIONE DEL SUOLO

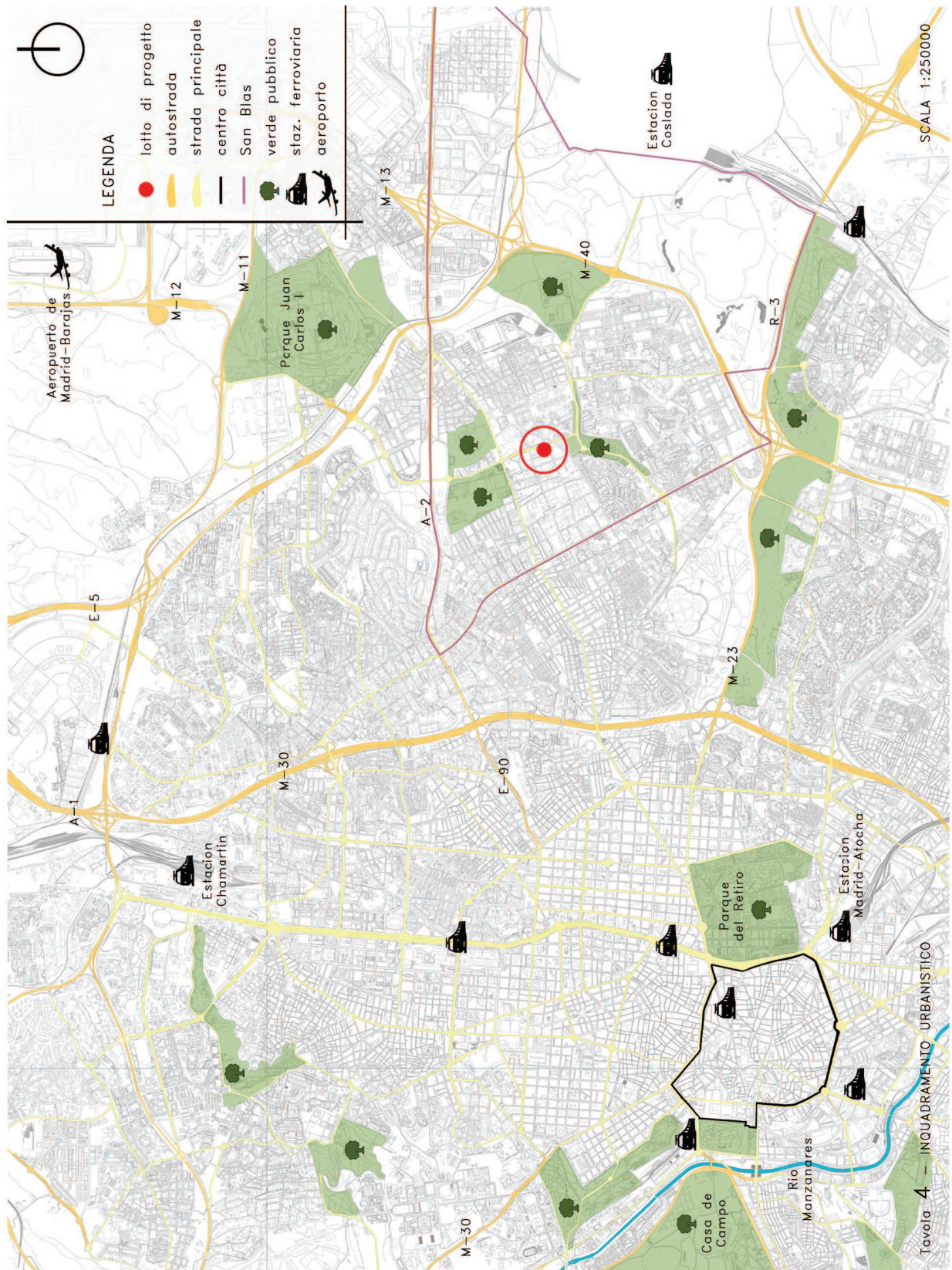


Tavola 4. Inquadramento urbanistico
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

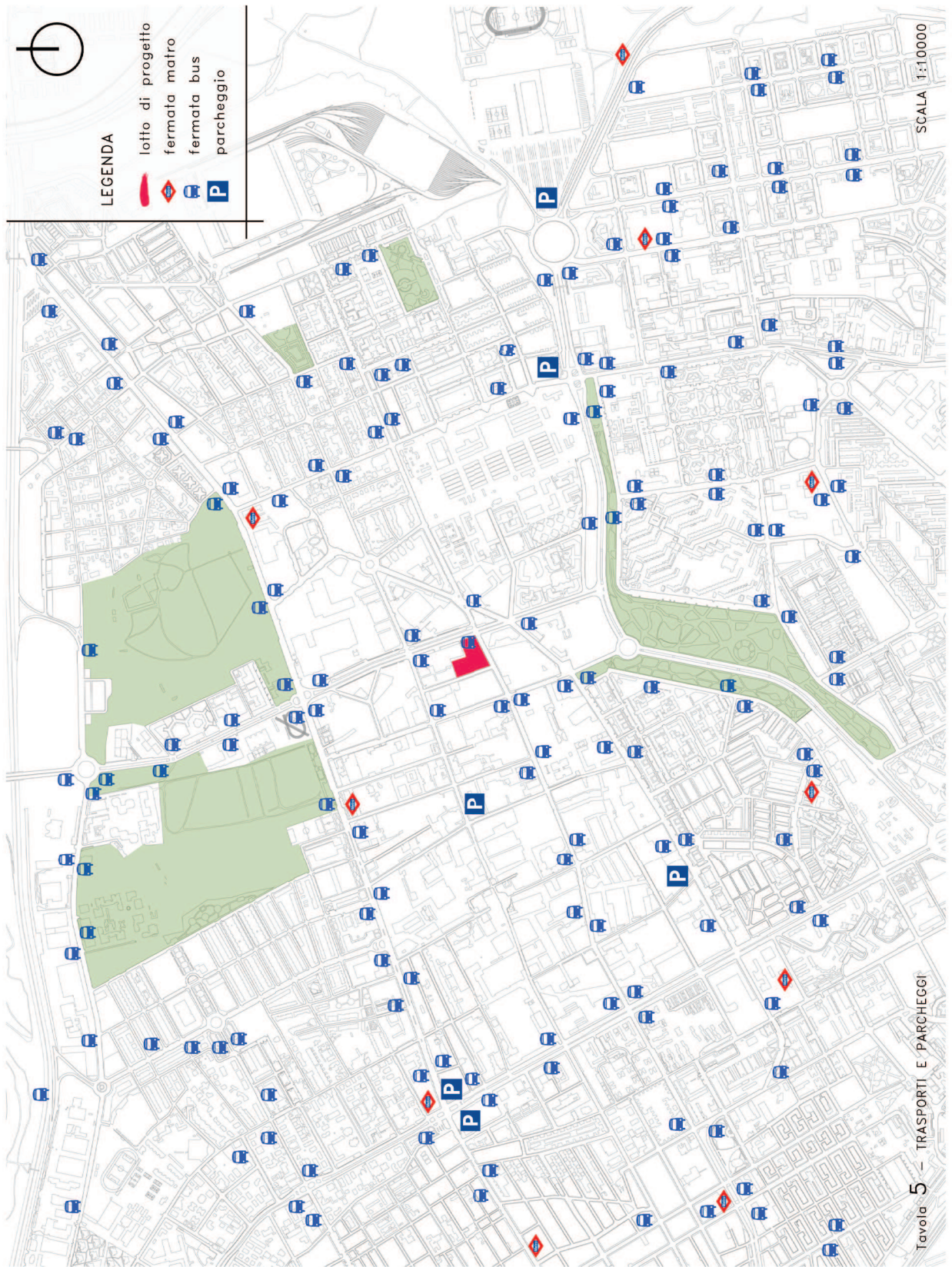


Tavola 5. Trasporti e parcheggi
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

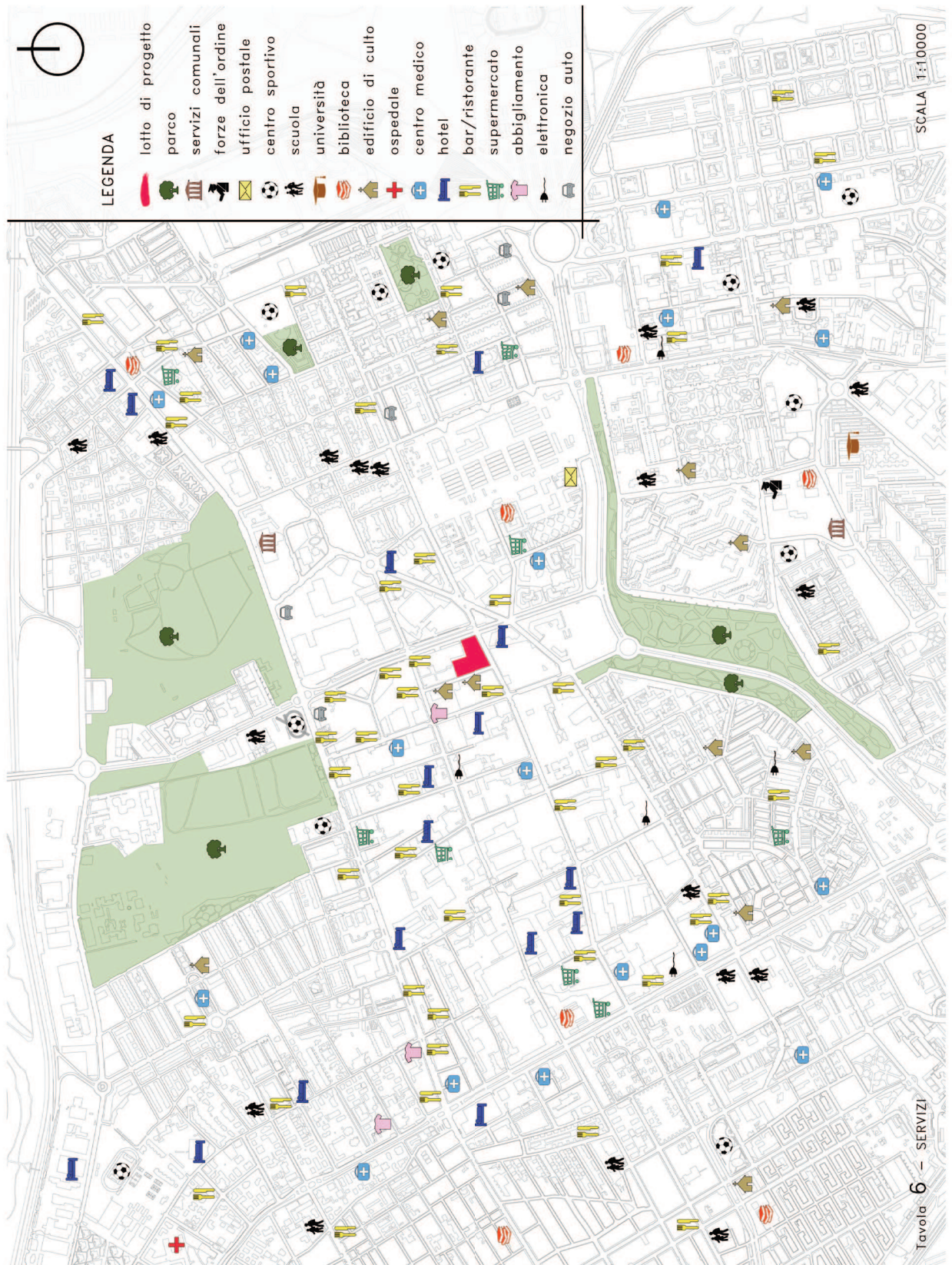


Tavola 6. Servizi
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Tavola 7 – ANALISI DEI PARCHI

SCALA 1:10000

Tavola 7. Analisi dei parchi
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

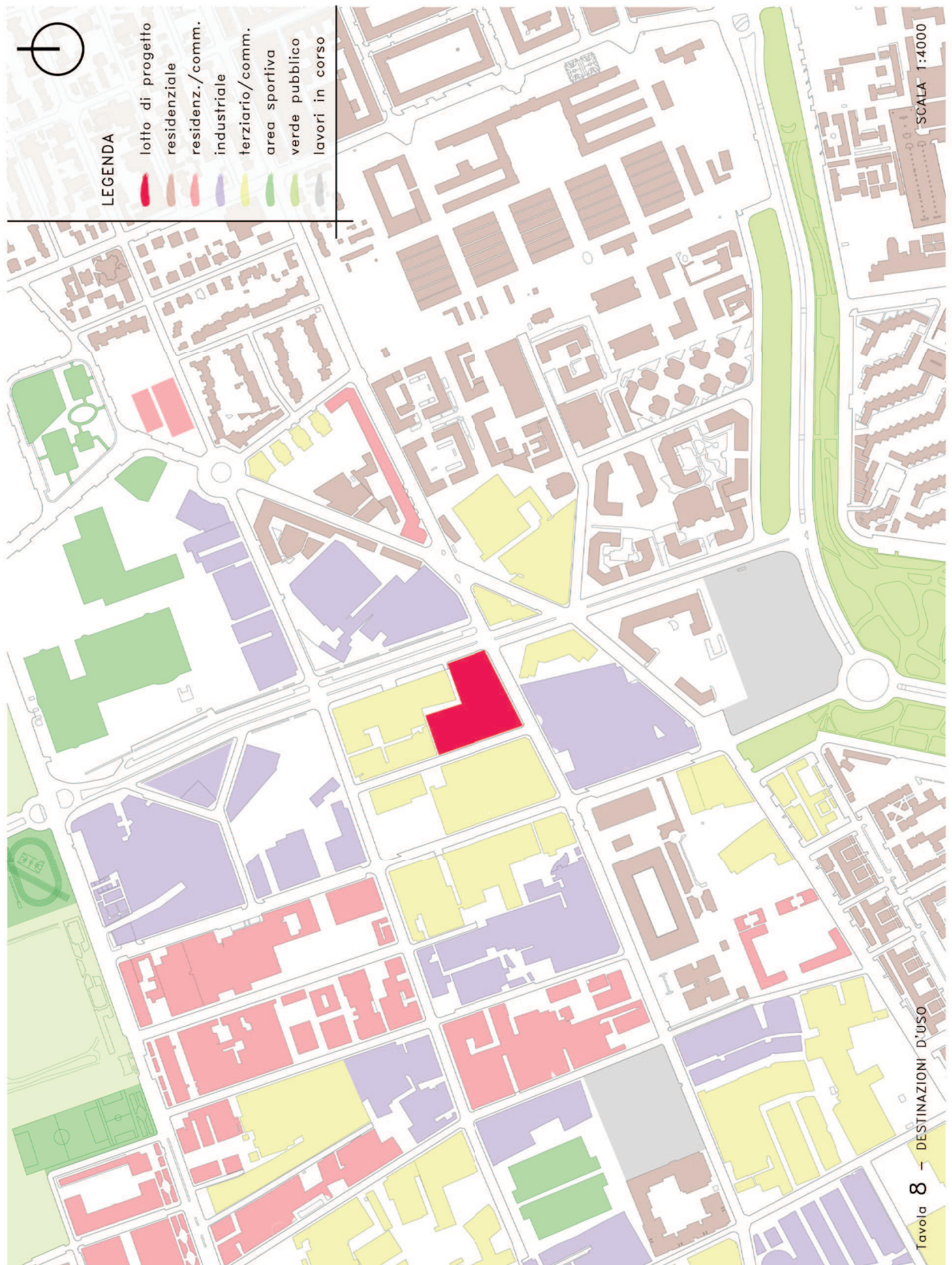
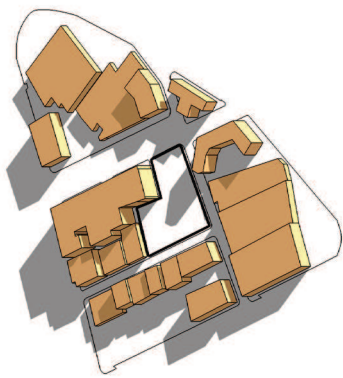


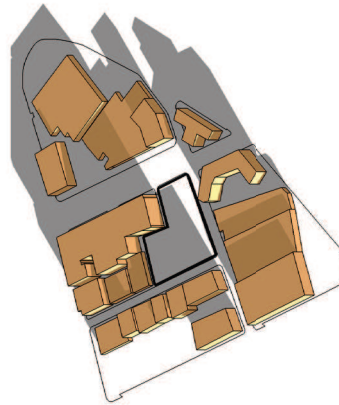
Tavola 8. Destinazioni d'uso
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



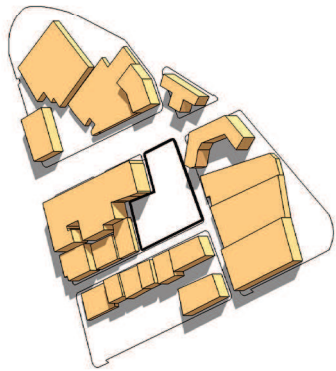
Tavola 9. Rilievo fotografico
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



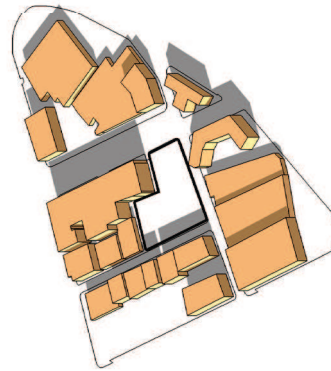
21 dicembre - h 10:00



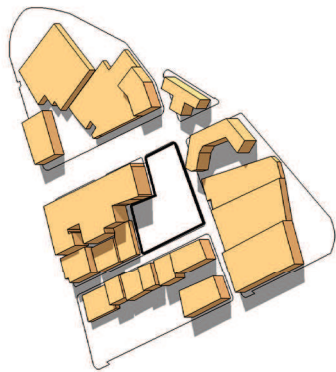
21 dicembre - h 17:00



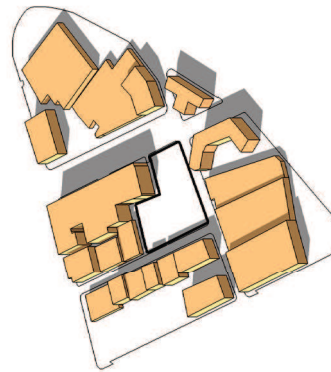
23 settembre - h 10:00



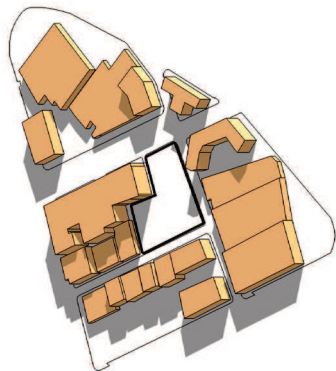
23 settembre - h 17:00



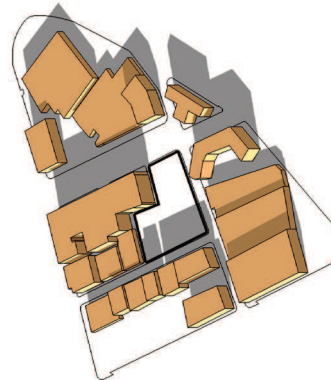
21 giugno - h 9:00



21 giugno - h 18:00



21 marzo - h 9:00



21 marzo - h 18:00

Tavola 10. Ombreggiamento
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

Tavola 10 - OMBREGGIAMENTO



Capitolo 6

IL CONCEPT PROGETTUALE



6.1. PREMESSE

Le analisi e le ricerche effettuate hanno permesso di iniziare a riflettere sul lotto indicato dal concorso e tracciare le linee base dell'edificio da progettare.

Lo studio dei vari centri CoWorking a livello globale, ha portato a comprendere spazi ed esigenze di cui necessita questa tipologia di utenza, solitamente caratterizzata da lavoratori giovani e dinamici, alla ricerca sia di spazi flessibili da utilizzare singolarmente o in gruppo, da condividere con colleghi o altri CoWorkers, ma anche luoghi piú riservati, con maggiore privacy, dove poter svolgere al meglio la propria attività.

E' necessario, dunque, unire, all'interno dello stesso edificio, sia ambienti di condivisione, sia luoghi riservati, cercando di seguire la filosofia del CoWorking e dando vita ad un edificio che possa offrire svariati posti di lavoro, 500 come richiesto dal concorso.

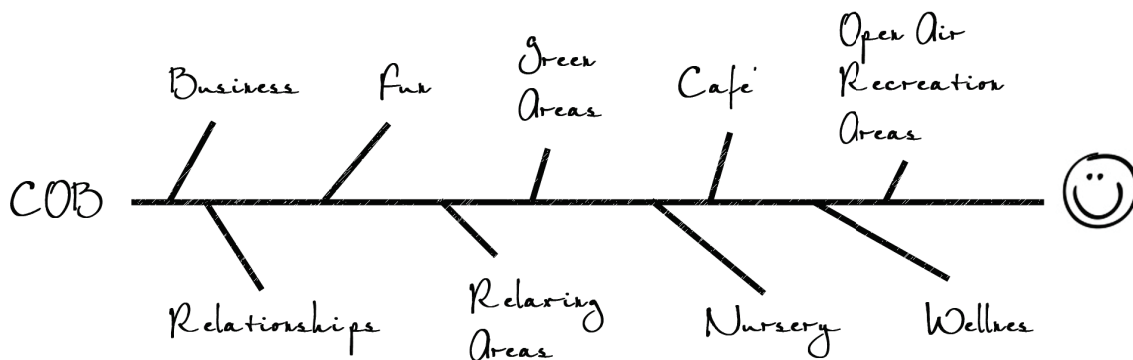


Figura 6.1. Focus CoB

La visita della città di Madrid nel marzo 2012 e il sopralluogo presso il lotto di progetto, hanno permesso di comprendere piú a fondo diversi aspetti come il clima, la collocazione all'interno della città, le dinamiche sociali e le esigenze della popolazione spagnola.

In seguito alle analisi effettuate sul quartiere in cui è collocata l'area di progetto si sono dovuti considerare alcuni aspetti importanti. Innanzitutto la vicinanza all'aeroporto può rappresentare un vincolo nella progettazione, sia per quanto riguarda l'altezza di costruzione, sia per problematiche di inquinamento acustico. Dopo aver confrontato le normative in merito, si è constatato che queste limitazioni riguardano esclusivamente l'area piú prossima all'aeroporto. Un ulteriore elemento da valutare è dato dalla destinazione d'uso dell'area, industriale e residenziale; questa valutazione ha portato a pensare spazi fruibili sia

dai lavoratori che dai residenti del quartiere. Infine, data la presenza di parchi nell'area, si è propensi alla realizzazione di una piazza, un elemento alternativo di aggregazione da inserire nel quartiere.







































6.2. LE STRATEGIE


L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di creare, in una zona periferica della città di Madrid, un'area che possa essere utilizzata da utenti di tutte le età, nei diversi momenti della giornata e della settimana.


L'idea è, inoltre, quella di inserire nel progetto molteplici servizi ed attività assenti o scarsamente presenti nelle vicinanze.


La priorità assoluta è stata data ai lavoratori che occuperanno i 500 posti di lavoro da realizzare secondo il concorso; per loro sono stati pensati, oltre agli spazi lavorativi, anche aree relax, servizi per lo svago e l'attività fisica. Per i bambini, riferendosi soprattutto ai figli dei lavoratori, è possibile realizzare una nursery, con uno spazio anche all'aperto. Ai ragazzi delle molteplici scuole presenti nelle vicinanze si pensa ad uno spazio dove praticare sport, dove svagarsi e riposarsi. Per gli anziani, infine, l'idea è quella di organizzare aree tranquille, riparate dal forte sole estivo.

La volontà è quella di fare in modo che le attività proposte attraggano utenti di giorno e di sera, nelle stagioni calde e in quelle fredde, durante i giorni feriali e nei weekend, in modo che il nuovo complesso sia sempre pieno di vita.

	<i>DAY HOURS</i>	<i>NIGHT HOURS</i>	<i>WEEK DAYS</i>	<i>WEEKENDS</i>
<i>NURSERY</i>				
<i>SPORT</i>	 	 	 	 
<i>WORK</i>				
<i>FUN</i>	  	  	  	  
<i>RELAX</i>	  	  	  	  

 **BABY**

 **TEENAGER**

 **WORKER**


 **SENIOR**

Figura 6.2. Strategie

6.3. IL CONCEPT

L'edificio si inserisce a livello urbano allineandosi al perimetro del lotto e seguendo la sua forma ad L.

La presenza di edifici limitrofi ha portato a lasciare parte del lotto libero ed indietreggiare l'edificio sui lati in corrispondenza di tali edifici, rendendo così l'area di progetto più permeabile.

Il lotto, come già accennato, si trova in una zona periferica senza particolari punti di riferimento. Per questo motivo è stato deciso di introdurre nel progetto un elemento Landmark riconoscibile anche da lontano. Questa scelta ha portato alla progettazione di un edificio costituito da una torre alta circa 130 metri, che ospiterà gli ambienti lavorativi, ed una parte più bassa destinata ai servizi per gli utenti.

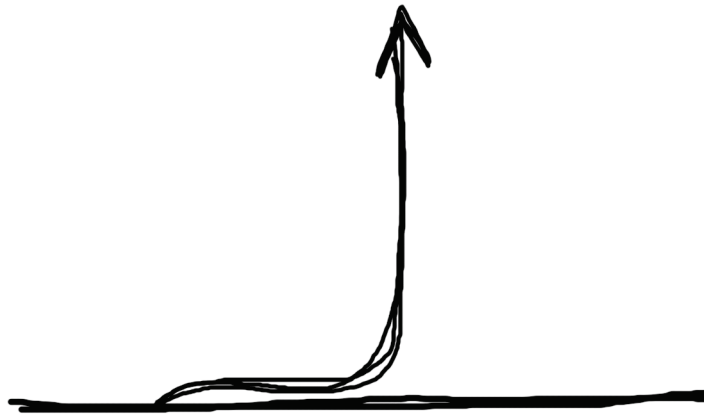


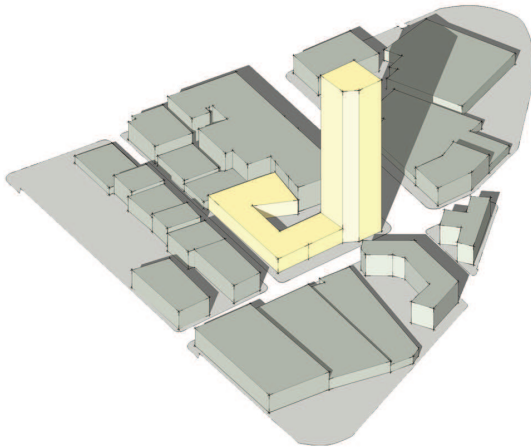
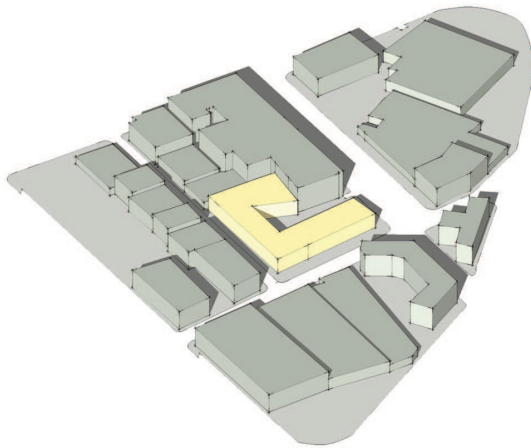
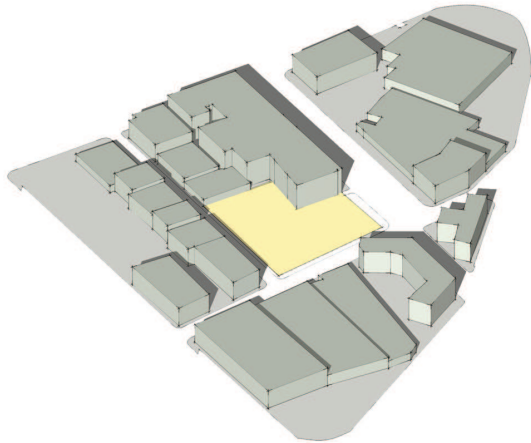
Figura 6.3. Idea generatrice

L'edificio è stato suddiviso in quattro volumi di diversa altezza, in sequenza crescente a partire dall'area più interna del lotto fino alla torre, la parte più esposta. Ognuno dei quattro blocchi ha una propria funzione: svago, ristoro, servizi, lavoro.

Per collegare in modo armonioso la parte più bassa dell'edificio, si è scelto di progettare una copertura sfaccettata che nasce da terra e raggiunge quota 13 metri.

Infine si è deciso di dare continuità tra la copertura e la parte alta riproponendo le stesse forme per l'intero rivestimento della torre; per fare ciò sono stati realizzati degli smussi in corrispondenza degli spigoli del quadrato di base.

Questa particolare architettura è ben inserita nel contesto, in quanto richiama le forme degli stabilimenti industriali.



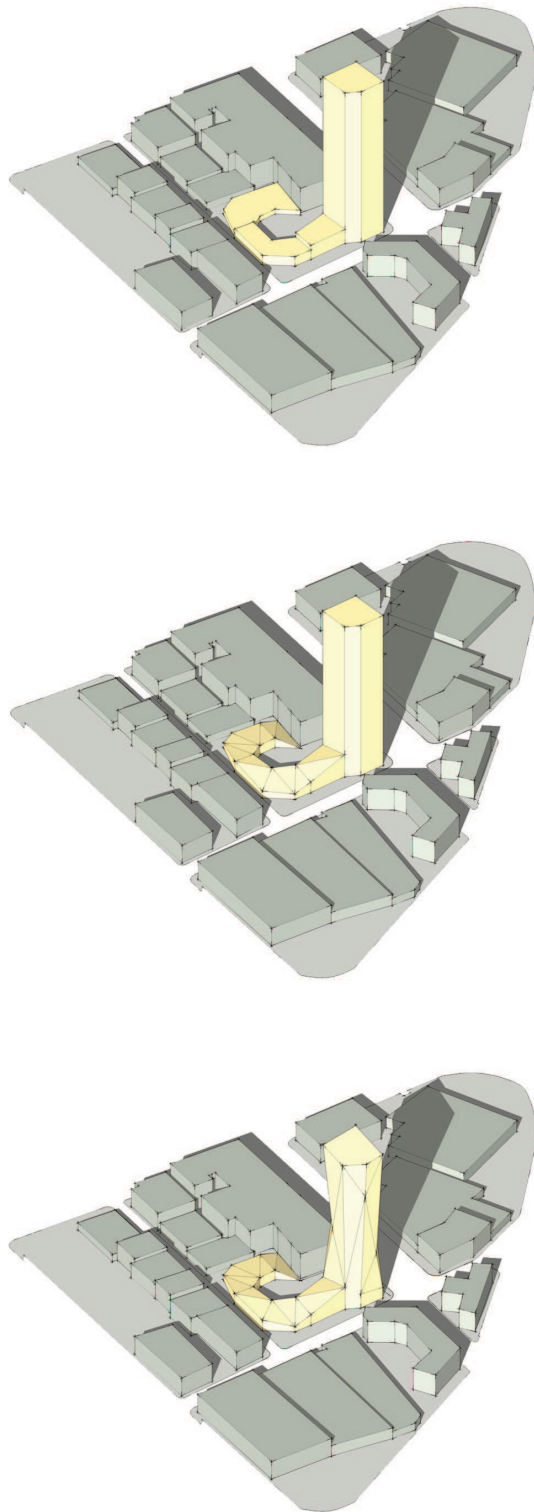


Figura 6.4. Concept

La realizzazione di un modellino 3D è uno dei metodi piú efficaci per comprendere se l'idea progettuale possa funzionare e se sia inserita in modo armonioso nel contesto. Esso, al solo colpo d'occhio, fornisce una visione d'insieme completa delle geometrie e il legame che si crea con l'ambiente circostante, cosa che una semplice immagine non è in grado di trasmettere.

Questo strumento di lavoro, seppur realizzato con materiali poveri ed assemblato in modo grossolano, è stato un valido aiuto, soprattutto nelle prime fasi progettuali.

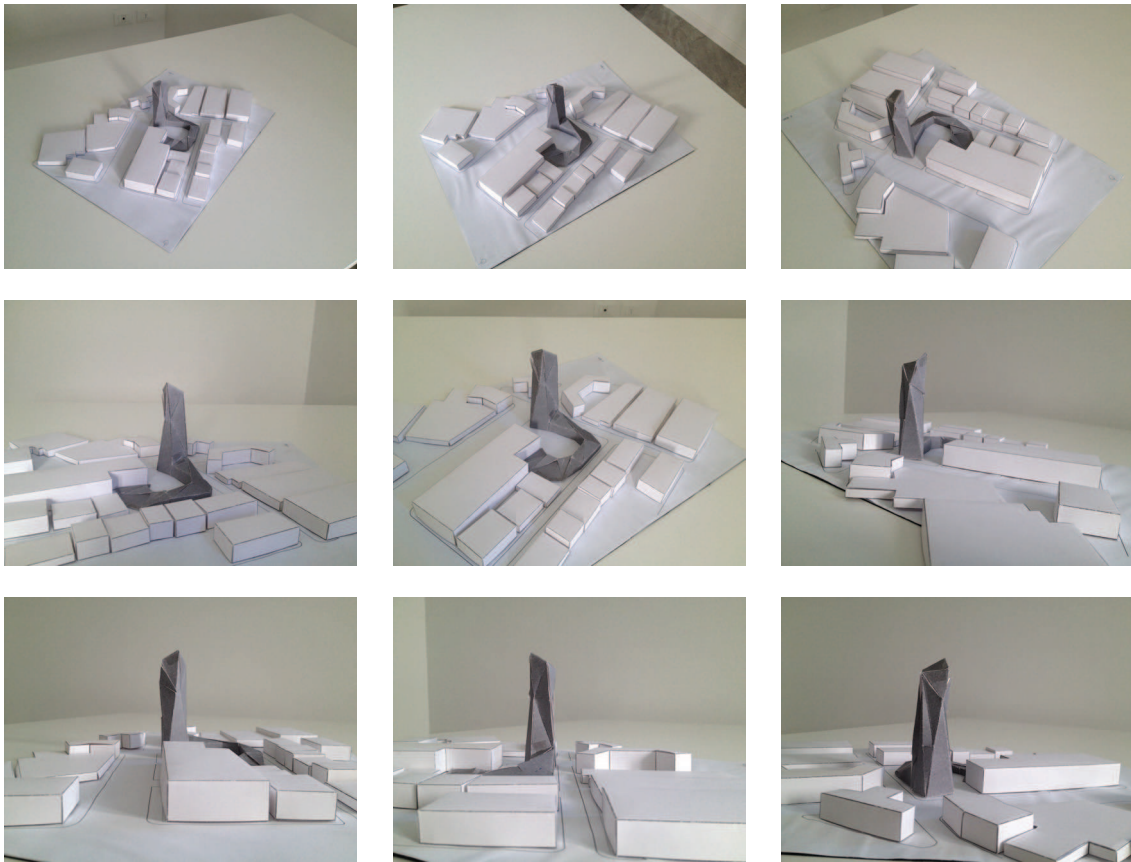


Figura 6.5. Modellino di studio



Figura 6.6. Vista prospettica torre

6.4. I RIFERIMENTI PROGETTUALI

SALEWA SPA HEADQUARTERS, Park Associati
Bolzano, Italia – 2011

La nuova sede della Salewa costituisce il punto di incontro tra piú dimensioni dell'ambiente in cui viviamo: dimensioni fisiche, sociali e comunicative, modi di essere e di vivere il lavoro e lo svago. L'edificio, sfaccettato e articolato in pilastri e torri, è stato pensato come combinazione di una pelle di rivestimento microforato elettrocolorato in zinco al titanio prepatinato e ossidato, a protezione delle parti piú esposte dell'edificio, e un grande manto cristallino verticale.



Figura 6.7. Salewa SPA Headquarters

OSPEDALE SAN LUCA, Studio Marcotti
Milano, Italia – 2010

Il nuovo ospedale milanese, sede dell'Istituto Auxologico Italiano, è stato concepito come un grande monolite. Fra i materiali impiegati nel progetto riveste un ruolo da protagonista il laminato in zinco-titanio, che è stato utilizzato per il rivestimento di coperture e facciate. Questa soluzione ben si adatta ai continui cambi di pendenza dell'edificio, il quale risulta ancor piú movimentato grazie alla tecnica di posa con doppia aggraffatura del laminato Zintek.



Figura 6.8. Ospedale san Luca

GIANT INTERACTIVE GROUP HEADQUARTERS, Morphosis Team
Shanghai, China – 2010

L'edificio per uffici, caratterizzato da una forma ondulata, interagisce con l'ambiente unendo architettura e paesaggio; le varie piazze creano un'area dedicata a spazi all'aperto e ricreativi per i dipendenti. Il tetto verde paesaggistico, la facciata a doppia pelle, la parete divisoria di vetro isolante, la colonna di circolazione centrale con servizi ricreativi e piazze e il sistema di lucernari massimizzano sia l'efficienza energetica che il comfort degli occupanti.



Figura 6.9. Giant Interactive Group Headquarters

GOOGLE HEADQUARTERS, Clive Wilkinson Architects
Silicon Valley, California – 2005

Il progetto integra spazi di lavoro, individuali e comuni, con strutture ricreative e di ristoro, unendo il tutto con i cortili interni già esistenti e le murature esterne dell'edificio. La sostenibilità energetica e la conservazione dell'ambiente sono una grande priorità per il progettista, infatti la maggior parte dei materiali di costruzione utilizzati sono riciclati. Le porte della precedente costruzione sono riutilizzate come finestre.

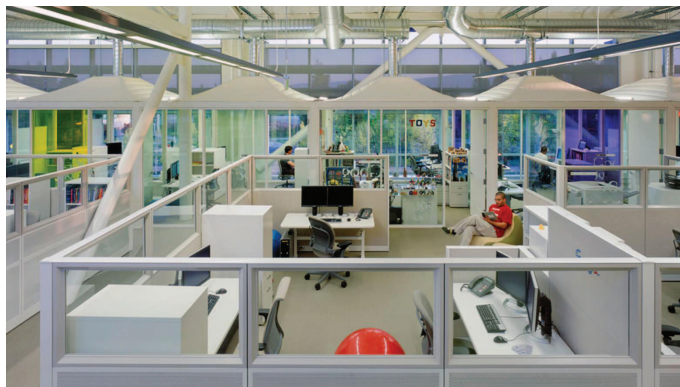


Figura 6.10. Google Headquarters

WS PARK DENTAL, Montalba Architects
San Francisco, California – 2010

Il Washington Square Park Dental si ispira al tessuto urbano circostante per il proprio design interno. La rampa d'ingresso è incorniciata da un giardino lineare, che continua fino all'interno; pannelli semi-traslucidi filtrano la luce naturale nelle stanze, proteggendo allo stesso tempo la privacy del visitatore. Attraverso le proprietà dei materiali e l'uso della luce, si ha una costante percezione degli spazi pubblici e privati.

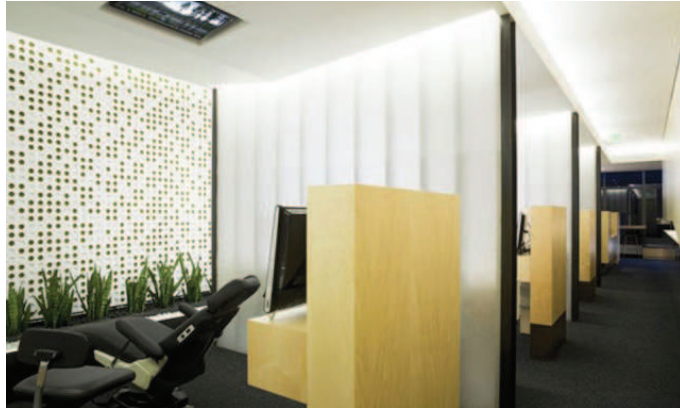


Figura 6.11. WS Park Dental

BEACH ROAD, Foster & Partners
Singapore – 2011

Beach Road è concepito come un quartiere urbano sostenibile, che unisce la nuova costruzione con l'esistente. E' caratterizzato da un ampio viale pedonale verde, che attraversa tutto il sito; conserva l'idea di Singapore della "città nel giardino": gli edifici ospitano un'ampia vegetazione, con una vista ininterrotta del Central Business District. La forma ad arco dell'ingresso crea una sorta di pala, che favorisce la ventilazione naturale.



Figura 6.12. Beach Road

CONTINENTAL TOWER BLOCK, C.F. Møller
Stockholm, Sweden – 2010

Il progetto di Møller si basa su un concetto di edificio multifunzione. La torre si ispira alla bellezza delle forme della città, reinterpretando i punti di riferimento storici della città e creando lo skyline di Stoccolma, ma allo stesso tempo integra una nuova sensazione urbana.



Figura 6.13. Continental Tower Block

THE GREEN SQUARE, Jaja Architects
Sandnes, Norway

The Green Square è un progetto che soddisfa le esigenze dei cittadini e allo stesso tempo crea unità all'interno della città. Si vuole, infatti, creare un parco che definisca un nuovo ed attraente spazio urbano, delimitato da una fascia di alberi.



Figura 6.14. The Green Square

BASTARD STORE, Studiometrico
Milano, Italy – 2008

Un vecchio cinema viene riconvertito in uno spazio multifunzionale da una società che si occupa di prodotti per lo skateboard. Oltre ad essere un luogo di lavoro, lo spazio contiene una struttura particolare: una skate bowl, realizzata in legno e ferro. La richiesta era quella di creare una comunicazione continua fra i diversi settori (ufficio, magazzino e pista da skate), che coesistono in un ambiente unico.



Figura 6.15. Bastard Store

ECOPOLIS PLAZA, Ecosistema Urbano
Madrid, Spain – 2010

Il progetto introduce l'idea di sostenibilità nella vita di tutti i giorni. Le tecnologie usate aiutano a ridurre i consumi sia di energia che di risorse naturali. Gli edifici parzialmente interrati, che sfruttano l'inerzia termica del terreno, e una grande facciata vetrata rivolta a sud determinano la relazione tra l'edificio e il suo contesto. Uno strato di tessuto bioclimatico, sovrapposto ad una struttura leggera di acciaio, fa da superficie di scambio tra interno ed esterno.



Figura 6.16. Ecopolis Plaza

BRASCAN CENTURY PLAZA, Königsberger Vannucchi
São Paulo, Brazil – 2003

Sulla base di un "progetto multiuso", il Brascan Century Plaza è una grande piazza con un'ampia area verde e una buona gamma di servizi per la popolazione. Dal punto di vista urbanistico l'area esterna serve a dare centralità ad un quartiere privo di riferimenti. Il progetto paesaggistico conduce i pedoni dagli accessi al blocco scale. Il giardino è tagliato da uno specchio d'acqua che scorre per tutta la lunghezza della piazza, simulando un fiume che termina con una piccola cascata.



Figura 6.17. Brascan Century Plaza



Capitolo 7

IL PROGETTO ARCHITETTONICO





Figura 7.1. Vista della torre dalla piazza

7.1. IL PLANIVOLUMETRICO

Dopo aver effettuato considerazioni di carattere urbanistico ed analizzato le richieste del bando di concorso, ha inizio la progettazione con uno "zoom" sull'area in questione. I punti di partenza sono l'analisi dei rapporti che sussistono con il contesto circostante e la valutazione dello spazio disponibile, degli accessi e dei percorsi a disposizione.

Il progetto si sviluppa all'interno del lotto in modo armonioso rispetto al contesto circostante, articolandosi in una forma a C che crea uno spazio aperto studiato per qualsiasi tipo di utenza.

All'interno della piazza vi sono delle aiuole delimitate da muretti, la cui forma segue l'andamento della copertura dell'edificio, e uno specchio d'acqua che rinfresca l'aria nel periodo estivo.

La pavimentazione liscia skateabile che ricopre l'intera piazza è in cemento quarzato ed è caratterizzata dalla presenza di cunette di diverse dimensioni, adatte per gli skater.

Come si può notare dal planivolumetrico, l'edificio progettato è caratterizzato dalla presenza di tre diversi rivestimenti.

Il manto erboso viene utilizzato per la copertura della sala spettacoli e ha la duplice funzione di benessere visivo e mitigazione ambientale. Inoltre il CoB Madrid è rivestito quasi interamente da nastri in zinco-rame-titanio in due diverse tonalità di grigio. Si tratta di un materiale economico che assicura il rispetto ambientale e lunga durata nel tempo, oltre a garantire un gradevole aspetto estetico che ben si sposa con qualsiasi tipo di contesto.

Infine la copertura della torre è caratterizzata dalla presenza di pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino perfettamente orientati a sud.

L'accesso principale al lotto è situato su Calle de San Romualdo, la via principale, e un secondo accesso pedonale si trova in corrispondenza dell'incrocio tra Calle de Julian Camarillo e Calle San Sotero.

L'ingresso carrabile, invece, è posto sulla strada secondaria, Calle San Sotero, e consente l'accesso al parcheggio interrato. (Tavola 11).



LA PIAZZA

La forma a C dell'edificio crea uno spazio aperto studiato per qualsiasi tipo di utenza. La pavimentazione lascia skateabile in cemento quarzato e caratterizzata dalla presenza di cunette di diverse dimensioni, adatte per gli skater. Nella piazza vi sono inoltre ciuole delimitate da bordetti e uno specchio d'acqua che rinfresca l'aria nel periodo estivo.

IL TETTO GIARDINO

Il manto erboso utilizzato sulla copertura dell'auditorium ha la duplice funzione di benessere visivo e mitigazione ambientale. Il verde pensile, infatti, non solo garantisce ottime prestazioni dal punto di vista dell'isolamento termico ed acustico, ma migliora anche la qualità dell'aria e filtra l'inquinamento urbano.

IL RIVESTIMENTO

L'edificio è rivestito quasi interamente da nastri in zinco-came-titanio in due diverse tonalità di grigio. Si tratta di un materiale economico che assicura il rispetto ambientale e lunga durata nel tempo, oltre a garantire un gradevole aspetto estetico che ben si sposa con qualsiasi tipo di contesto. Le caratteristiche chimico-fisiche del rivestimento lo rendono capace di adattarsi a forme inedite.

IL FOTOVOLTAICO

Pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino perfettamente orientati a sud posizionati sulla copertura della torre. Il loro dimensionamento garantisce la produzione della quantità di energia che soddisfa quasi pienamente il fabbisogno dell'edificio.

Tavola 11 – PLANIVOLUMETRICO

Tavola 11. Planivolumetrico
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

7.2. LA PROPOSTA DELLA PISTA CICLABILE

Madrid non è una città bike-friendly, a causa del continuo sali e scendi delle sue strade.

La più grande pista ciclabile presente nella città si trova nel parco di Madrid Río, un'area verde che costeggia le sponde del fiume Manzanares. Il progetto Madrid Río è nato quando la strada M-30, che costeggiava il fiume Manzanares, è stata resa sotterranea consentendo quindi di sfruttare un ampio tratto stradale fuori terra. Quest'area è stata quindi predisposta per ospitare 30km di pista ciclabile in mezzo al verde, oltre che un'ampia gamma di strutture per svolgere all'aria aperta attività sportive, ricreative e culturali.

Nel quartiere di San Blas esiste già una pista ciclabile, che risulta però essere poco efficiente e quindi poco utilizzata. Essa, infatti, sembra essere "fine a sé stessa", in quanto interrotta bruscamente alle due estremità e presente solo nella zona sud-est del quartiere.

L'idea è quella di rendere più interessante e funzionale la pista, prolungandola e collegandola con i principali parchi e attrazioni presenti nel quartiere e con il lotto di progetto, in modo da incentivarne l'utilizzo e favorire la mobilità sostenibile.

In San Blas le strade hanno una larghezza considerevole, spesso per un senso di marcia sono presenti anche tre corsie. Per questo motivo, l'introduzione di una pista ciclabile non creerebbe un problema al traffico.

L'unico punto critico individuato si trova in prossimità dell'Avenida de Arcentales, una strada molto trafficata, per la quale è stato pensato di realizzazione un sottopassaggio sia per i ciclisti, sia per i pedoni. In corrispondenza dei luoghi principali che la pista ciclabile toccherà verranno posizionati dei bike sharing, ovvero delle stazioni dove collocare le biciclette, sia per il noleggio che per il deposito.

Le tappe fondamentali del percorso sono l'Estadio de la Pineta, il Parque de San Blas – el Paraíso, il Parque Marques de Suanes, il Parque Quinta de Los Molinos e, ovviamente, la piazza del Coworking Building Madrid. (Tavola 12).

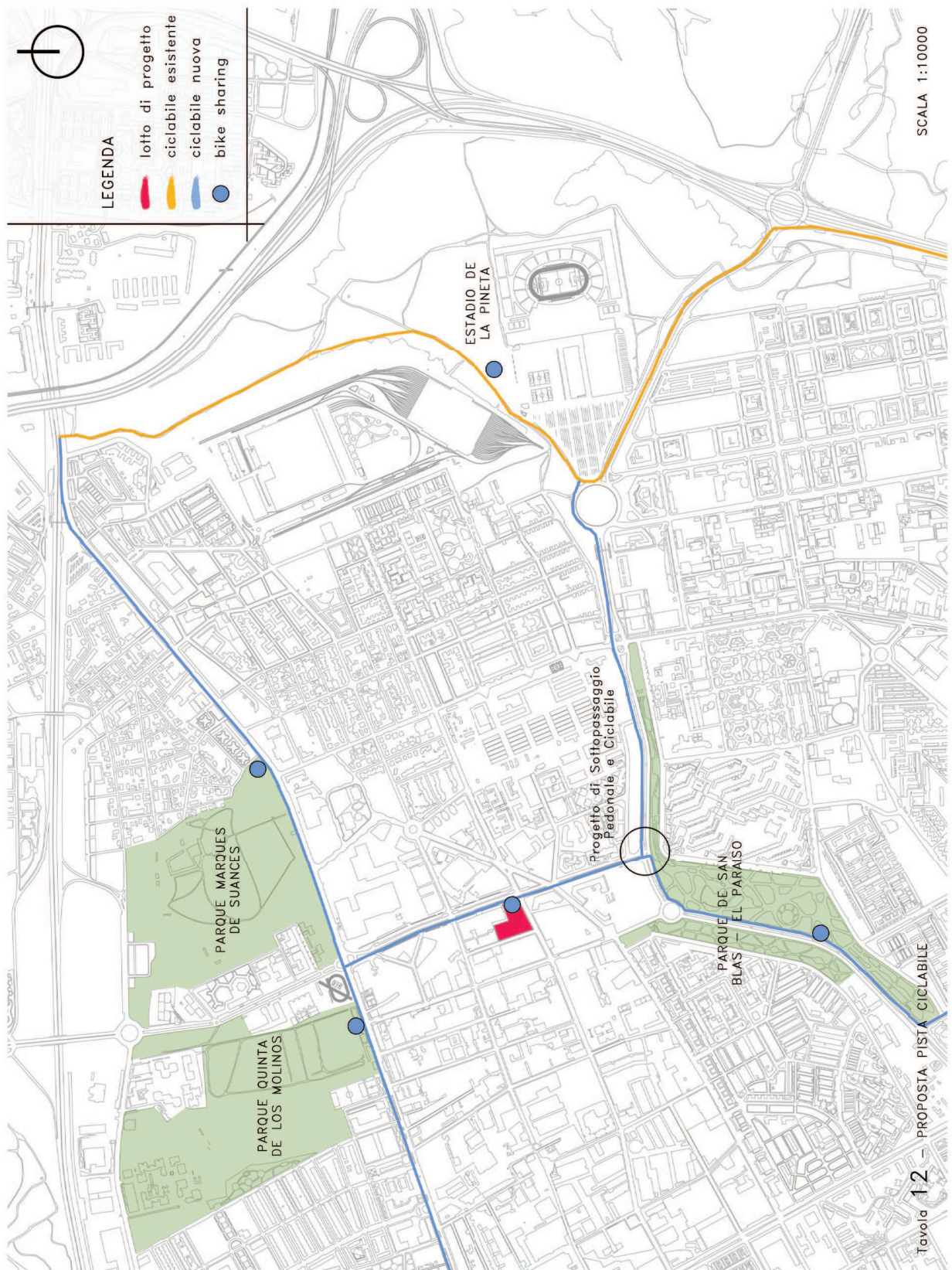


Tavola 12. Proposta pista ciclabile
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

7.3. LA PIAZZA: UNO SPAZIO A PROVA DI SKATE

La volontà di voler progettare uno skatepark è motivata dal fatto che lo skateboarding è un'attività molto diffusa in Spagna, ma nel quartiere di San Blas non sono presenti adeguate strutture per poterlo praticare: vi è un'area attrezzata per lo skateboard lungo Calle de Alcalà, ma è mal tenuta e, di conseguenza, poco frequentata.

La progettazione di uno skatepark risulta essere molto complessa, per il fatto che l'elemento essenziale per la buona riuscita è quello di conoscere a fondo lo sport, sapere le esigenze e preferenze degli skater. Perciò è necessario lavorare a stretto contatto con un professionista, che sappia dare consigli sia dal punto di vista tecnico, che estetico. Ci siamo dunque recate al Bastard Store di Milano e abbiamo visitato l'intero fabbricato, il quale comprende un negozio, un grande magazzino, uno studio, fino ad arrivare al punto forte, la bowl, cioè la "bolla", all'interno della quale gli skater possono dilettarsi in qualsiasi tipologia di performance. Il confronto con Claudio Bernardini, uno degli artefici della progettazione del Bastard Store e appassionato di skateboarding, è stato un valido aiuto per gestire questa fase di progettazione.

Ciò che più amano i praticanti di questo sport è poter utilizzare semplicissimi elementi, anche di arredo urbano, senza aver bisogno di classiche e monotone strutture. Da questa affermazione è nata l'idea di fondere le esigenze e l'aspetto estetico della piazza, con quelle di uno skatepark, cercando di trovare la giusta armonia tra i due elementi. Innanzitutto è stato scelto per la piazza di utilizzare una pavimentazione liscia ed omogenea in cemento quarzato, senza alcuna interruzione, che agevola lo scorrimento dello skateboard. I praticanti dello sport, inoltre, possono usufruire dei muretti che delimitano il prato e l'acqua, normalmente utilizzati come sedute, per acrobazie e trick.

Un altro elemento caratteristico è costituito da una serie di rigonfiamenti circolari della pavimentazione di diverse dimensioni (da 1 a 4 metri di diametro), che iniziano dall'ingresso della piazza e conducono verso la zona coperta dello skatepark.



Figura 7.2. Visita Bastard Store, Milano



Figura 7.3. La piazza

SCALA 1:500

7.4. IL TETTO GIARDINO

Per la sala spettacoli è stata prevista una copertura verde. Questa scelta è stata effettuata non solo per esigenze estetiche, ma anche e soprattutto per le prestazioni che questa soluzione garantisce.

Si è deciso di posizionare il tetto giardino in corrispondenza della sala spettacoli, in quanto questa tecnologia offre ottimi vantaggi dal punto di vista acustico. Le aree verdi, infatti, sono isolanti acustici naturali e assorbono i suoni meglio delle superfici rigide. I tetti verdi riducono il rumore riflesso fino a 3 dB e migliorano l'isolamento acustico fino a 8 dB. L'efficacia è ottima soprattutto per edifici ubicati in un contesto industriale.

L'idea di realizzare un tetto giardino nasce anche dalla volontà di migliorare la qualità dell'ambiente sia per i lavoratori degli edifici adiacenti sia per gli utenti dell'edificio CoB Madrid. I tetti verdi rinfrescano e umidificano l'aria circostante, creando così un vantaggioso microclima nelle immediate vicinanze.

La vegetazione del tetto giardino, inoltre, contribuisce a trattenere la polvere e le particelle di smog. Grazie al verde i nitrati e altri materiali pericolosi vengono assorbiti dall'aria e dall'acqua piovana fissandosi al substrato.

Questa soluzione compensa la mancanza di spazi verdi eliminati per costruire edifici, ricreando così l'habitat naturale per uccelli ed insetti. Un tetto verde può ridurre la dispersione idrica del 50–90%; l'eventuale acqua residua defluisce dal tetto con un certo ritardo. È possibile ridurre la capacità di fori di drenaggio, tubi e scarichi, risparmiando sui costi di costruzione.

È fondamentale anche sottolineare che per la realizzazione di un tetto giardino vengono utilizzati solo materiali riciclati.



Figura 7.4. Vista del tetto giardino dalla torre

7.5. LA DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

L'ingrandimento di scala consente di comprendere maggiormente l'organizzazione interna dell'edificio.

Il progetto prevede la realizzazione di due piani interrati destinati a parcheggio, per un ingombro di 9.758m²; in totale si contano 215 posti auto e 28 posti moto. (Figure 7.5 e 7.6).

E' stato deciso di limitare lo spazio dedicato a questa funzione per incentivare la mobilità sostenibile e ridurre le emissioni di CO₂.

Come già accennato, l'intervento è caratterizzato da una parte dedicata ai servizi e da un'altra, la torre, che accoglie uffici.

Per dare un servizio completo agli utenti, è stato deciso, inoltre, di progettare, sempre nella torre, degli appartamenti. Essi sono destinati principalmente ai lavoratori, che usufruiscono degli spazi Coworking.

Al piano terra si trova la sala spettacoli, la quale può ospitare fino a 128 spettatori e si estende per 317m²; essa è inclinata, fino ad arrivare ad una profondità di -0,50 metri rispetto alla quota 0. Nella zona retrostante il palco vi sono due camerini, servizi igienici ed un deposito di 19m². Dalla parte opposta del palco vi sono un locale proiezioni, luci, audio ed un magazzino, posti a quota +2,90 metri.

La sala spettacoli è stata pensata per essere utilizzata, per rappresentazioni dei bambini delle scuole, per manifestazioni comunali e per riunioni e conferenze di lavoro. (Figure 7.7 e 7.8).

Procedendo verso sud-ovest si estende un ampio foyer, un'area di smistamento di 280m², che consente di accedere alla sala spettacoli e alla zona adibita a ristoro. In quest'area vi sono i servizi igienici, un ambiente con servizi per i dipendenti e un locale con guardaroba e biglietteria. (Figura 7.9).

L'area ristoro si sviluppa su due piani collegati da due ascensori ed una scala antincendio: al piano terra un ristorante e al piano primo un bar ed una gelateria, entrambi caratterizzati da una lunga serie di vetrate, che consentono un'ampia visuale sulla piazza interna.

Il ristorante ha una sala da pranzo di 228m², per circa 70 persone, servizi igienici, un locale per il personale, una cucina di 34m² e uno spazio da utilizzare sia come deposito che come dispensa. Ai locali di servizio è possibile accedervi da un entrata sul retro.

Una simile impostazione è stata data anche all'area ristoro del primo piano, dotata, per di più, di un montacarichi per la merce. L'unica differenza sta nel fatto che, in questo caso, la cucina è stata divisa

in due locali, uno che ospita il laboratorio per la produzione di gelato e l'altro una cucina di modeste dimensioni (17m²), indicata per un bar. (Figure 7.10 e 7.11).

A seguire, come già accennato, si trova lo skatepark semi coperto a doppia altezza. (Figure 7.12 e 7.13).

Il progetto dello skatepark consiste, oltre che in rigonfiamenti già descritti, anche in una bowl indoor, la quale, grazie ad una leggera pendenza della piazza è rialzata di 0,60 metri. Essa è profonda 1,20 metri, raggiungendo quindi quota -0,60 metri.

Quest'area ha la particolarità che può essere raggiunta sia dall'ingresso principale, dunque dalla piazza, sia dalla parte opposta per mezzo di scale o di una leggera rampa (entrambe sia skateabili che percorribili a piedi).

Proseguendo vi è l'ultimo blocco dei servizi, il quale si sviluppa su tre piani; anch'essi possono vantare di numerose vetrate che consentono una vista integrale sulla piazza.

Al piano terra è stata progettata una scuola materna, che può ospitare fino a quattro bambini piccoli e sedici divezzi, nel rispetto del rapporto 1:4 di norma. La suddivisione interna comprende un'area dedicata al personale, con spogliatoio, servizi igienici ed una piccola lavanderia, zone di servizio, con un ambulatorio pediatrico, una cucina ed un deposito e diverse sale dedicate ai bambini, divise per età: due aree ristoro, due locali con servizi igienici e due stanze per il riposo. I divezzi possono, inoltre, usufruire di un'area didattica. Vi sono, infine, un salone gioco interno ed un cortile esterno di 166m² il quale si affaccia sulla piazza ed è protetto da una folta siepe. (Figura 7.14).

Al primo piano vi è una palestra con un'area fitness di 226,5m² per trenta persone. All'ingresso è posizionata la reception, con uno "spazio accoglienza", percorrendo il corridoio si giunge ai locali di servizio, in cui vi sono una sala per il personale, l'infermeria e un deposito, fino ad arrivare agli spogliatoi, divisi tra uomini e donne, all'interno dei quali vi sono, inoltre, le docce e i servizi igienici. (Figura 7.15).

Al secondo piano, infine, è stata organizzata una libreria, con una sala che ospita 40 posti a sedere, un'area "coffee break", servizi igienici ed una reception che comunica con il locale deposito libri. Quest'ultimo piano non ha una metratura uguale a quelli sottostanti, ma leggermente inferiore, per il fatto che la copertura inclinata non consente di poter sfruttare parte della pianta. (Figura 7.16).

Come si può notare dalla Figura 7.17, l'ingresso a tutti e tre i piani avviene dalla hall della torre.

La torre, il Landmark del progetto, si articola in ventinove piani fuori terra, che ospitano uffici, appartamenti e aree relax. (Figura 7.18). La pianta di ognuno di essi è nata dagli smussi eseguiti sul rivestimento esterno, ed è per questo che ogni piano ha una forma unica, diversa dalle altre.

A partire dal piano terra vi è la hall, che si sviluppa su tre piani: il piano terra ospita la reception, servizi igienici, locale per il personale e, verso ovest, l'ingresso alla scuola materna. Gli altri due piani sono soppalcati e possono essere raggiunti, oltre dal vano scala e ascensori, anche da scale mobili poste ad est. Essi consentono, per mezzo di un ballatoio, la vista sull'ingresso principale della torre e l'accesso alla palestra (dal primo piano) e alla libreria (dal secondo piano). (Figure 7.19, 7.20, 7.21 e 7.22).

Gli appartamenti si trovano nei piani bassi, dal quattro al nove, per evitare che le oscillazioni della sommità tipiche di edifici alti possano disturbare i residenti. Ogni piano ospita sei appartamenti, due bilocali e quattro trilocali. (Figure 7.23, 7.24 e 7.25).

Gli uffici si trovano, invece, nei piani alti e sono organizzati come spazi Coworking.

I piani per il relax sono distribuiti in modo quasi uniforme per l'altezza della torre, e la maggior parte sono muniti di relativo soppalco e terrazze.

La copertura della torre, infine, è interamente rivestita da pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino. Per avere il massimo rendimento dei pannelli si è deciso di inclinare la copertura di 33° e di orientarla perfettamente a sud. (Figura 7.26).

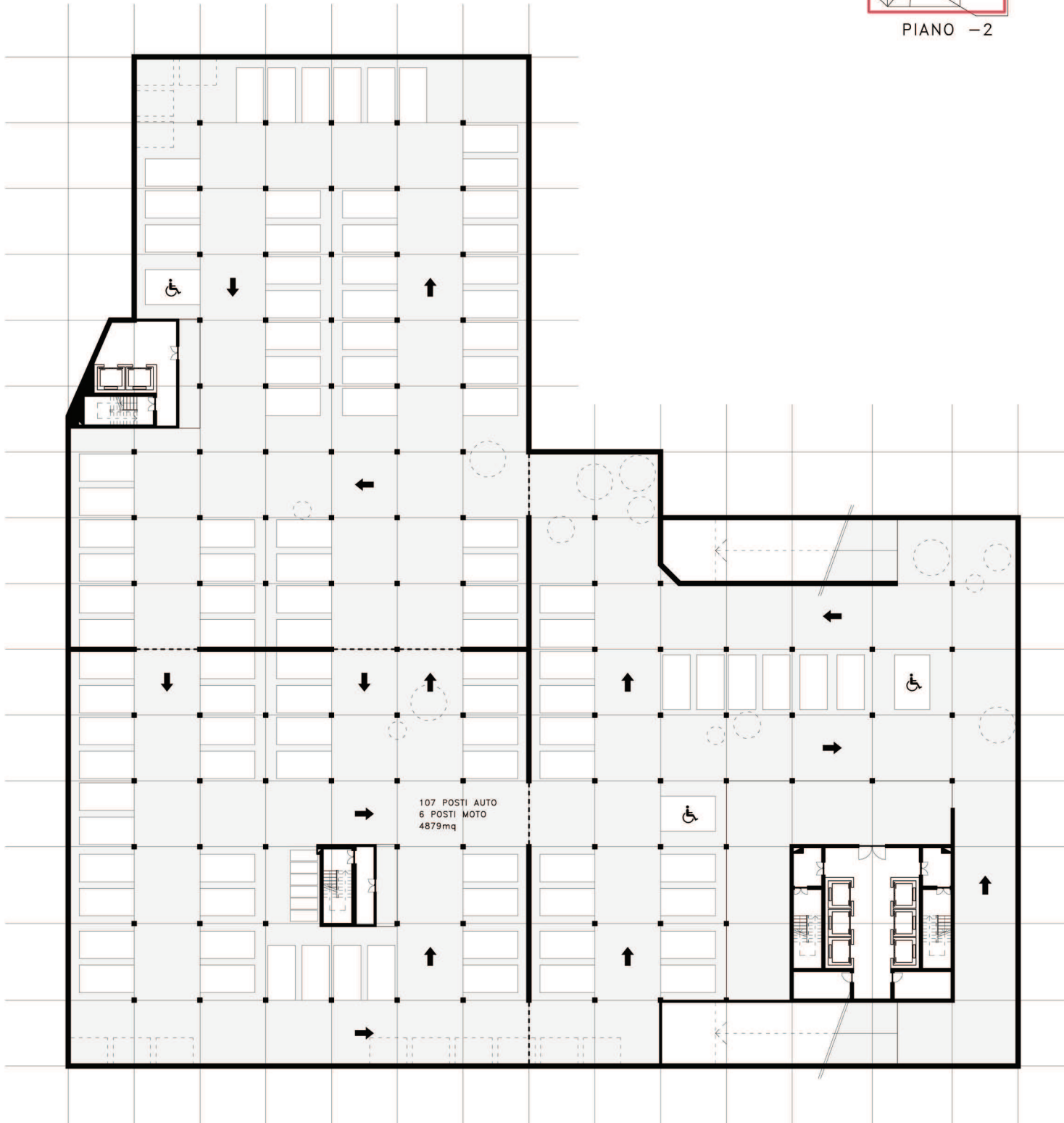
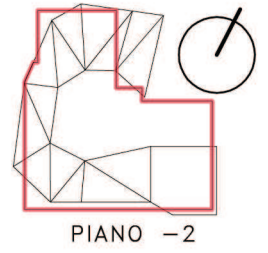
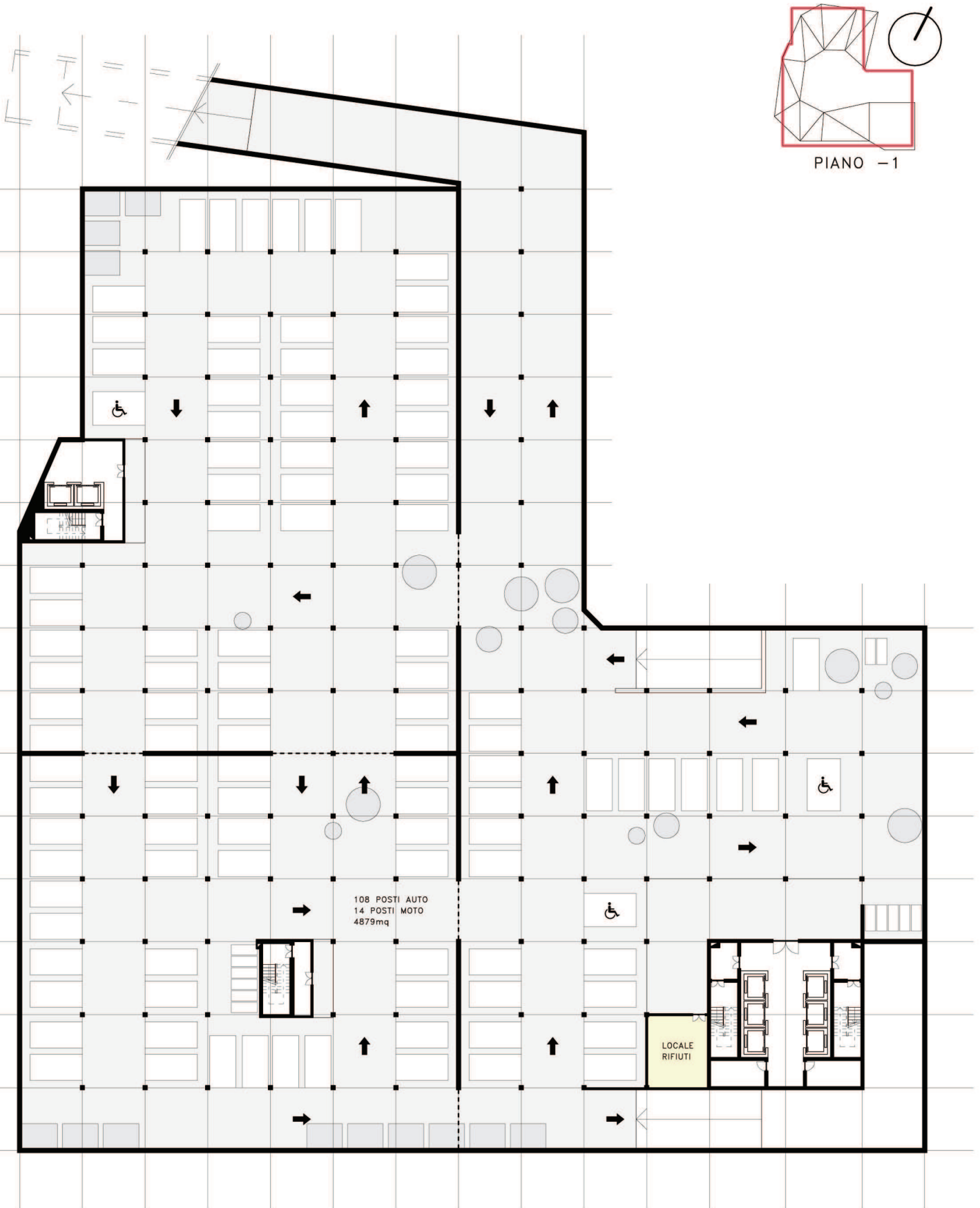


Figura 7.5. Piano interrato -2

SCALA 1:500



PIANO -1

Figura 7.6. Piano interrato -1

SCALA 1:500

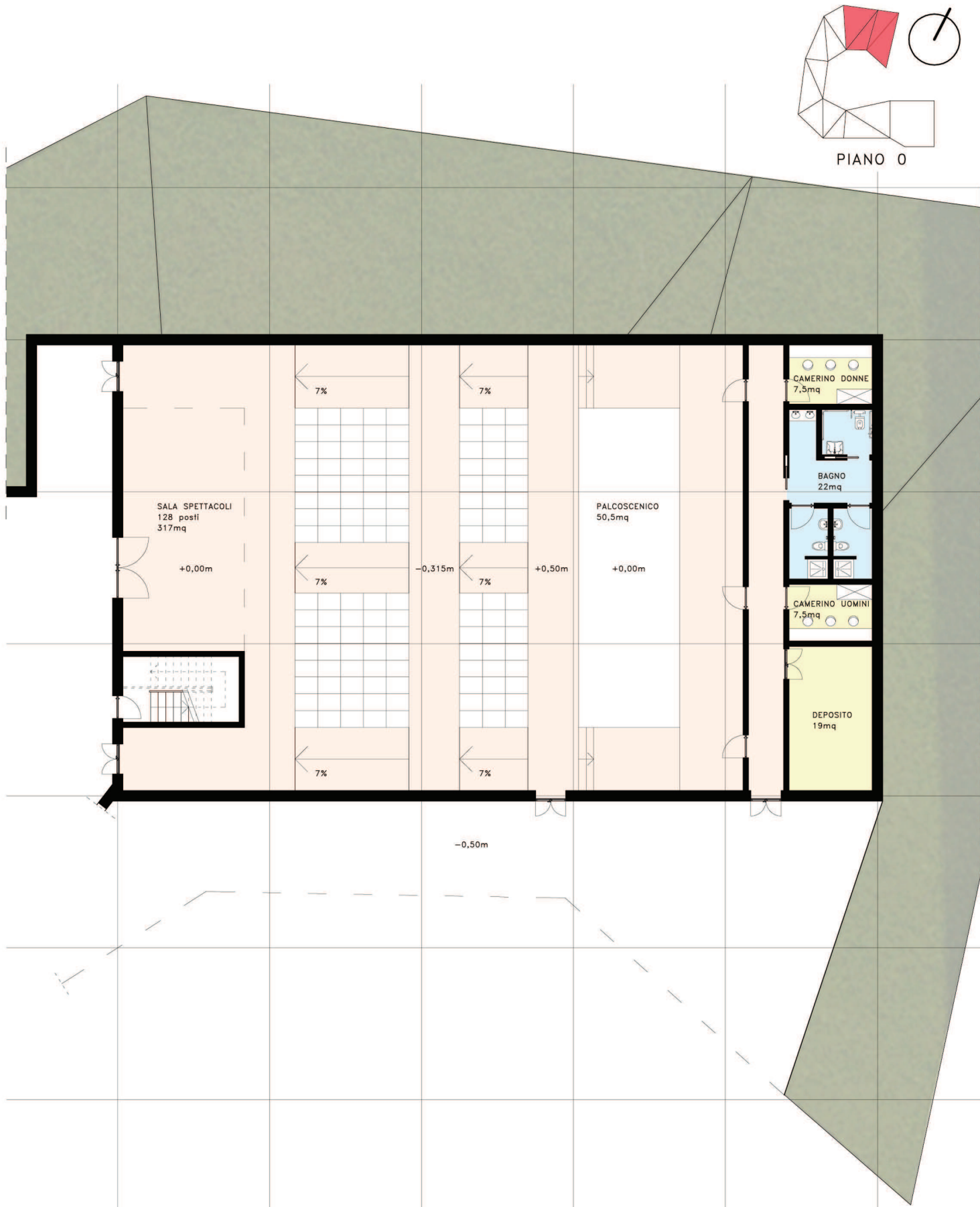
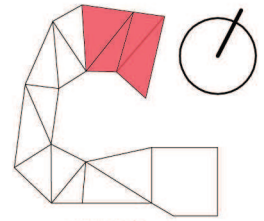


Figura 7.7. Sala spettacoli

SCALA 1:200



PIANO 1



Figura 7.8. Sala spettacoli +1

SCALA 1:200

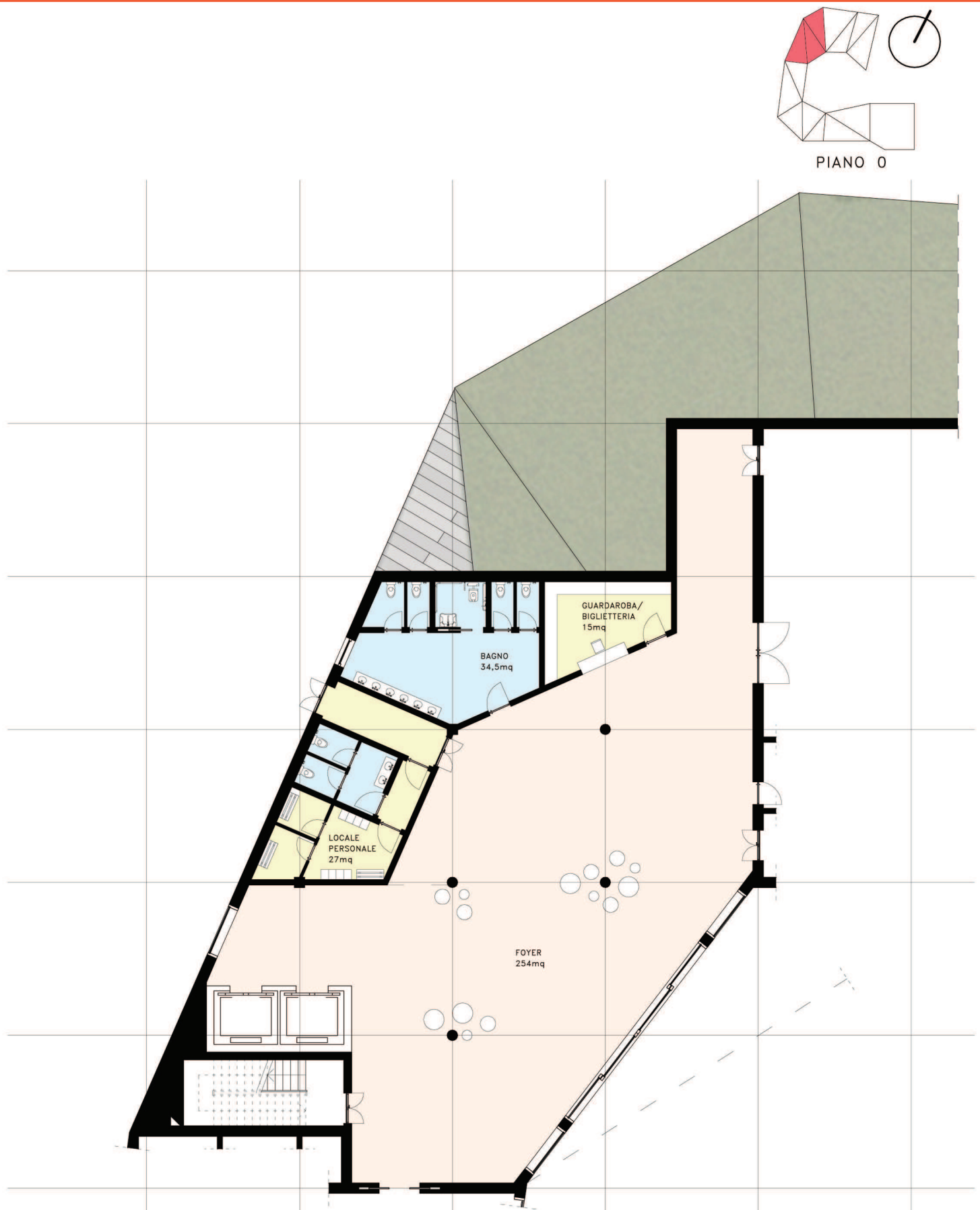
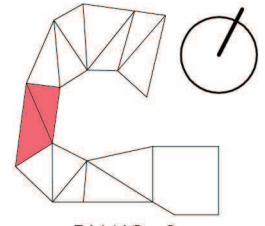


Figura 7.9. Foyer

SCALA 1:200

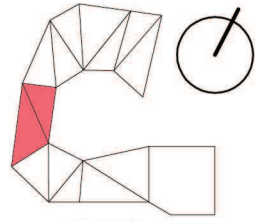


PIANO 0



Figura 7.10. Ristorante

SCALA 1:200

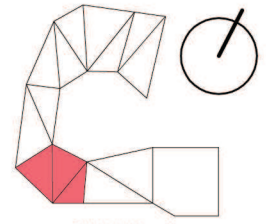


PIANO 1



Figura 7.11. Bar/Gelateria

SCALA 1:200



PIANO 0

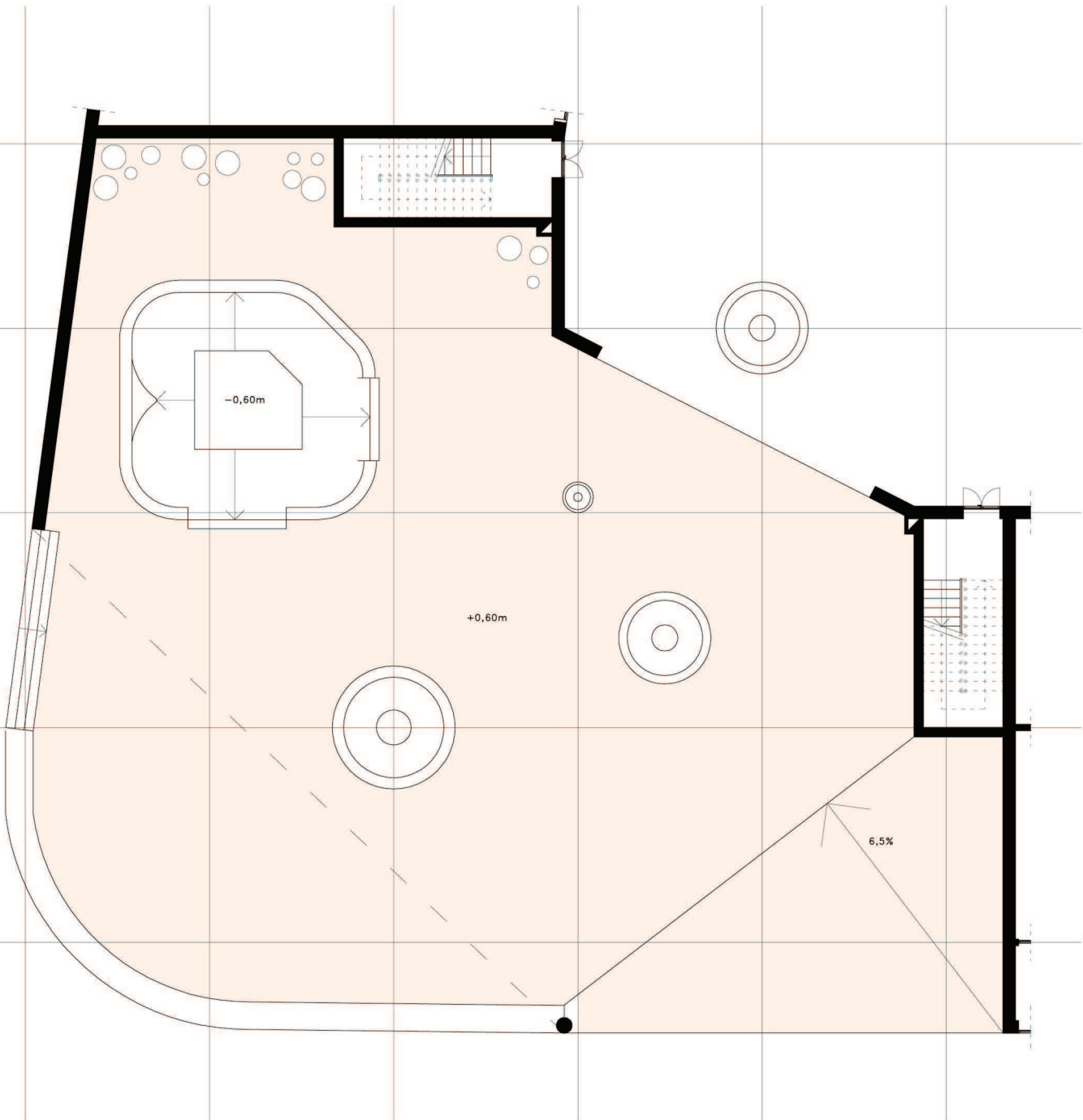


Figura 7.12. Skatepark

SCALA 1:200



Figura 7.13. Render skatepark

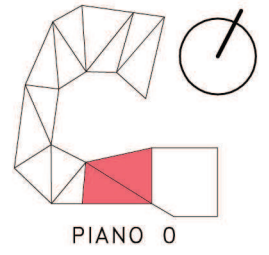


Figura 7.14. Scuola materna

SCALA 1:200

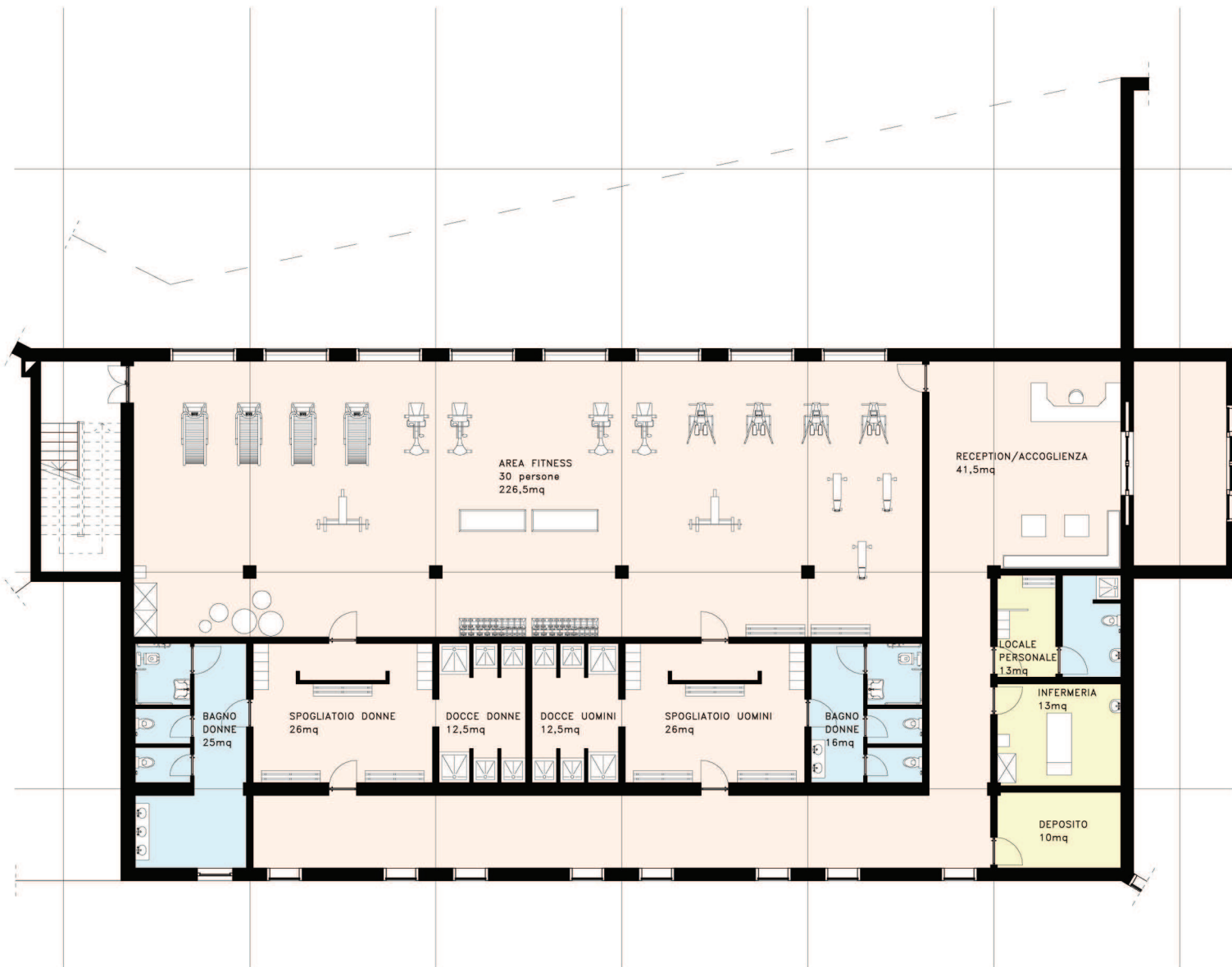
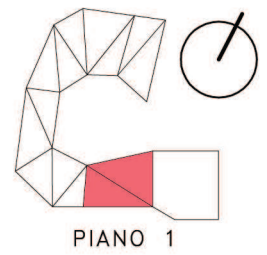


Figura 7.15. Palestra

SCALA 1:200

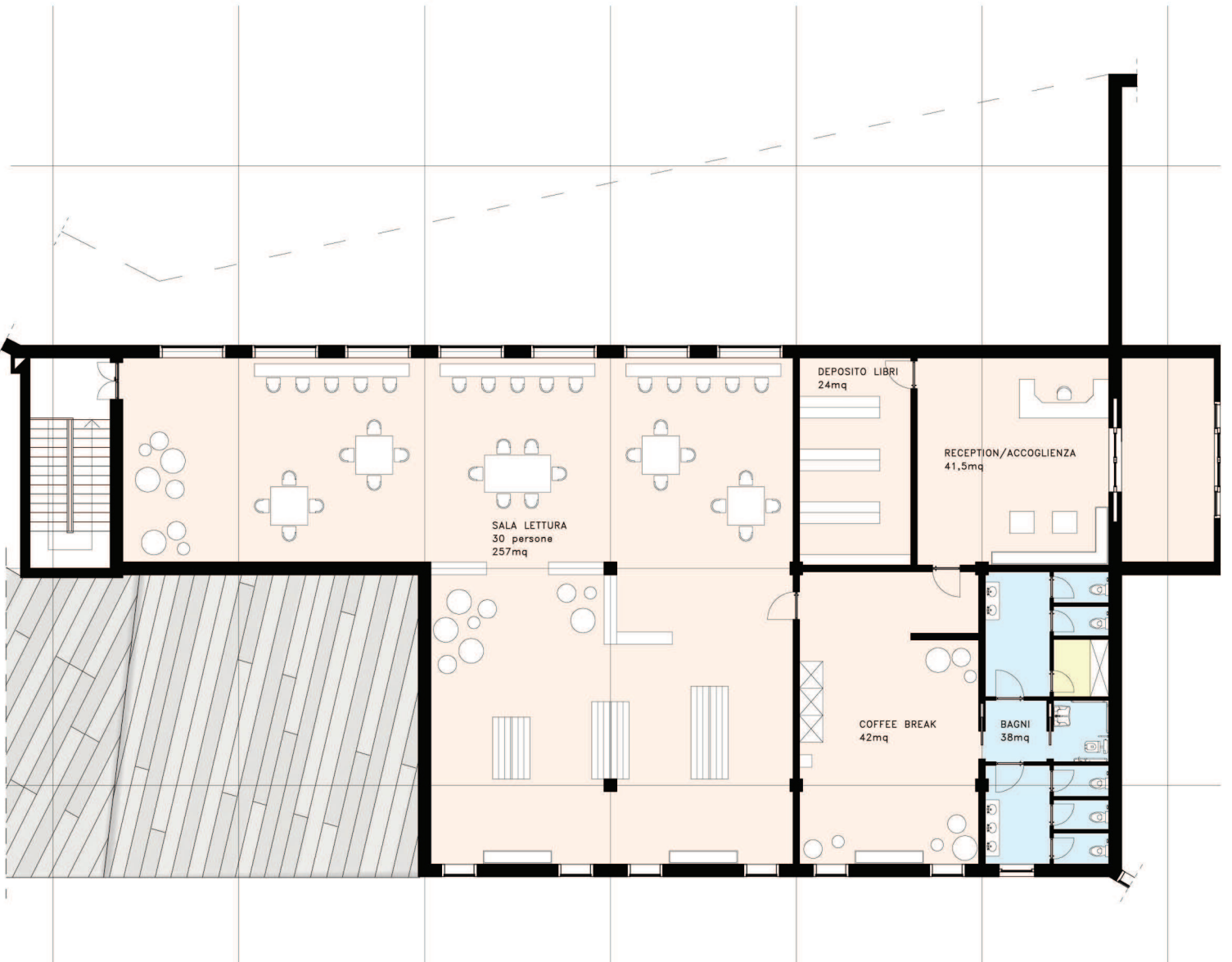
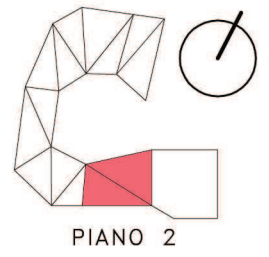


Figura 7.16. Libreria

SCALA 1:200



Figura 7.17. Hall torre e ingressi ai tre piani

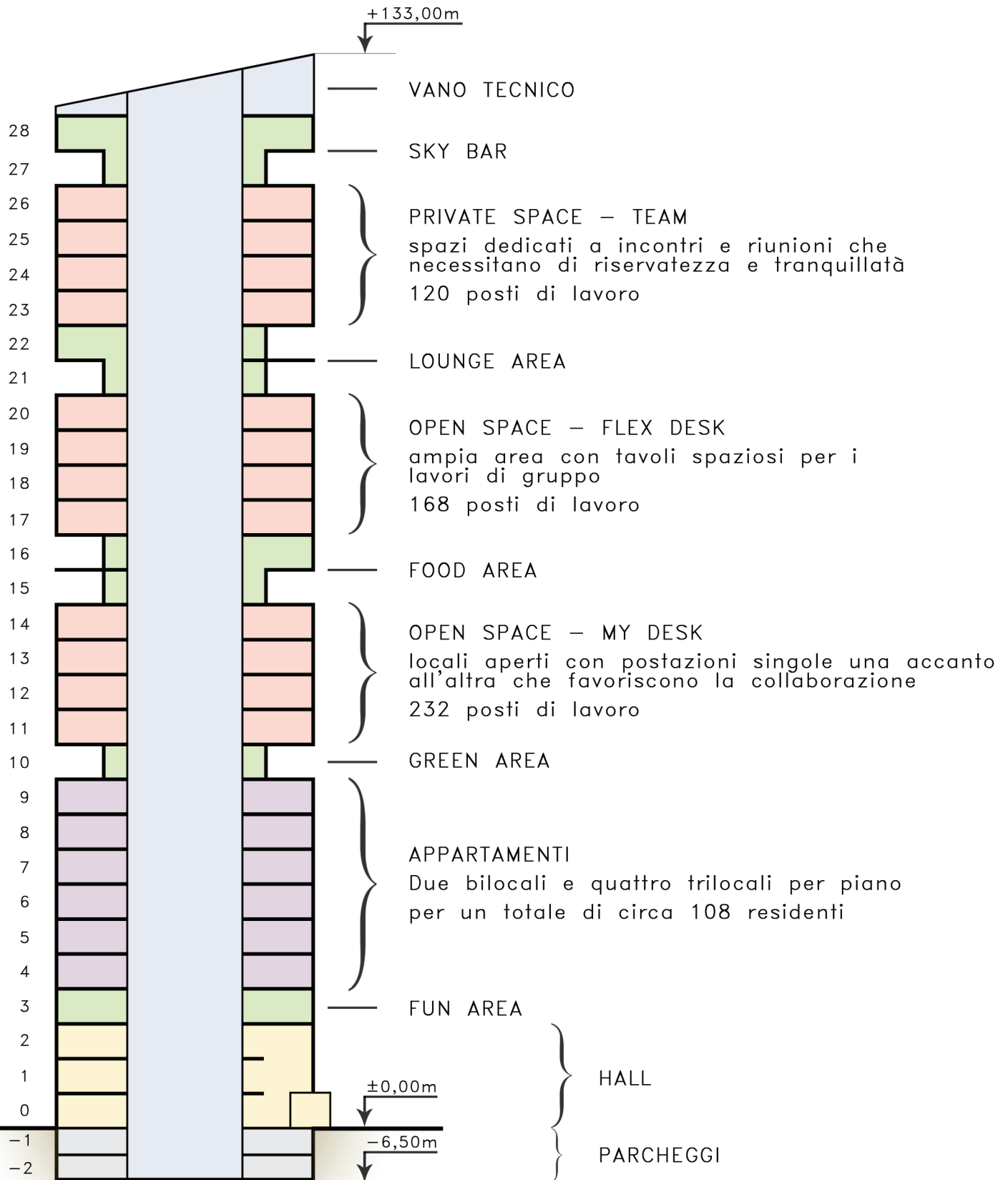


Figura 7.18. Distributivo torre

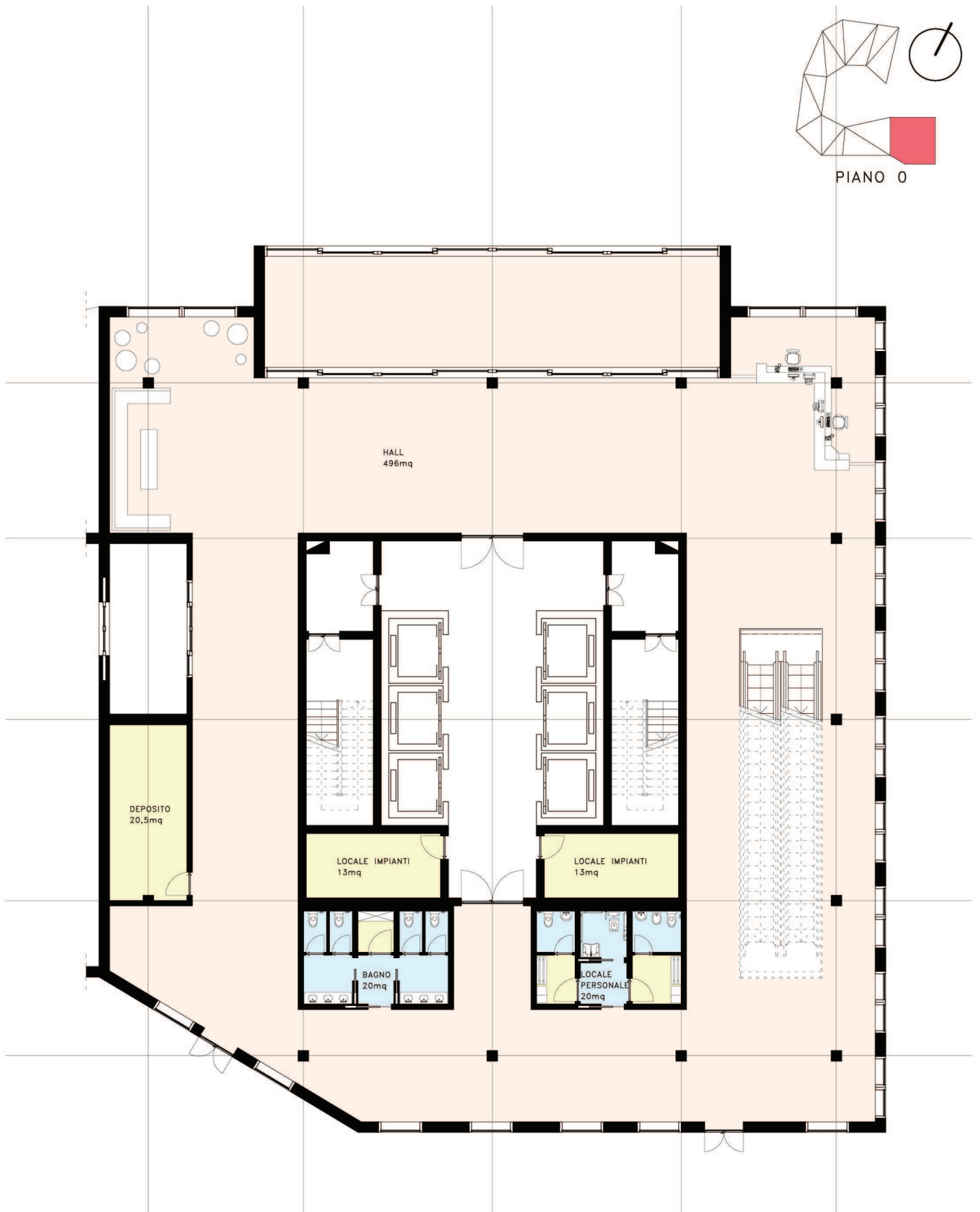
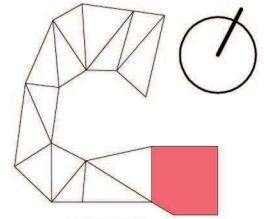


Figura 7.19. Hall P. 0



PIANO 1

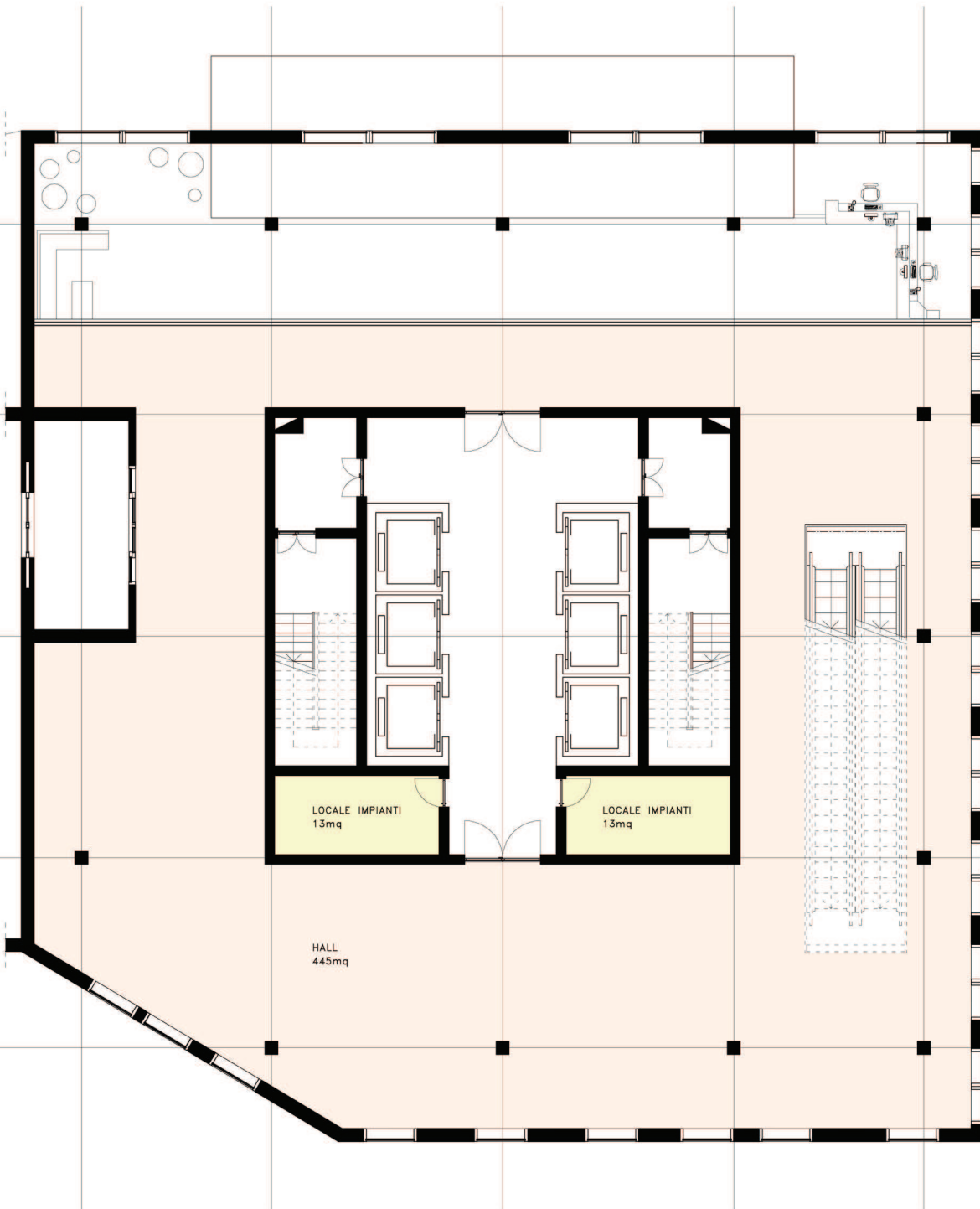


Figura 7.20. Hall P. +1

SCALA 1:200

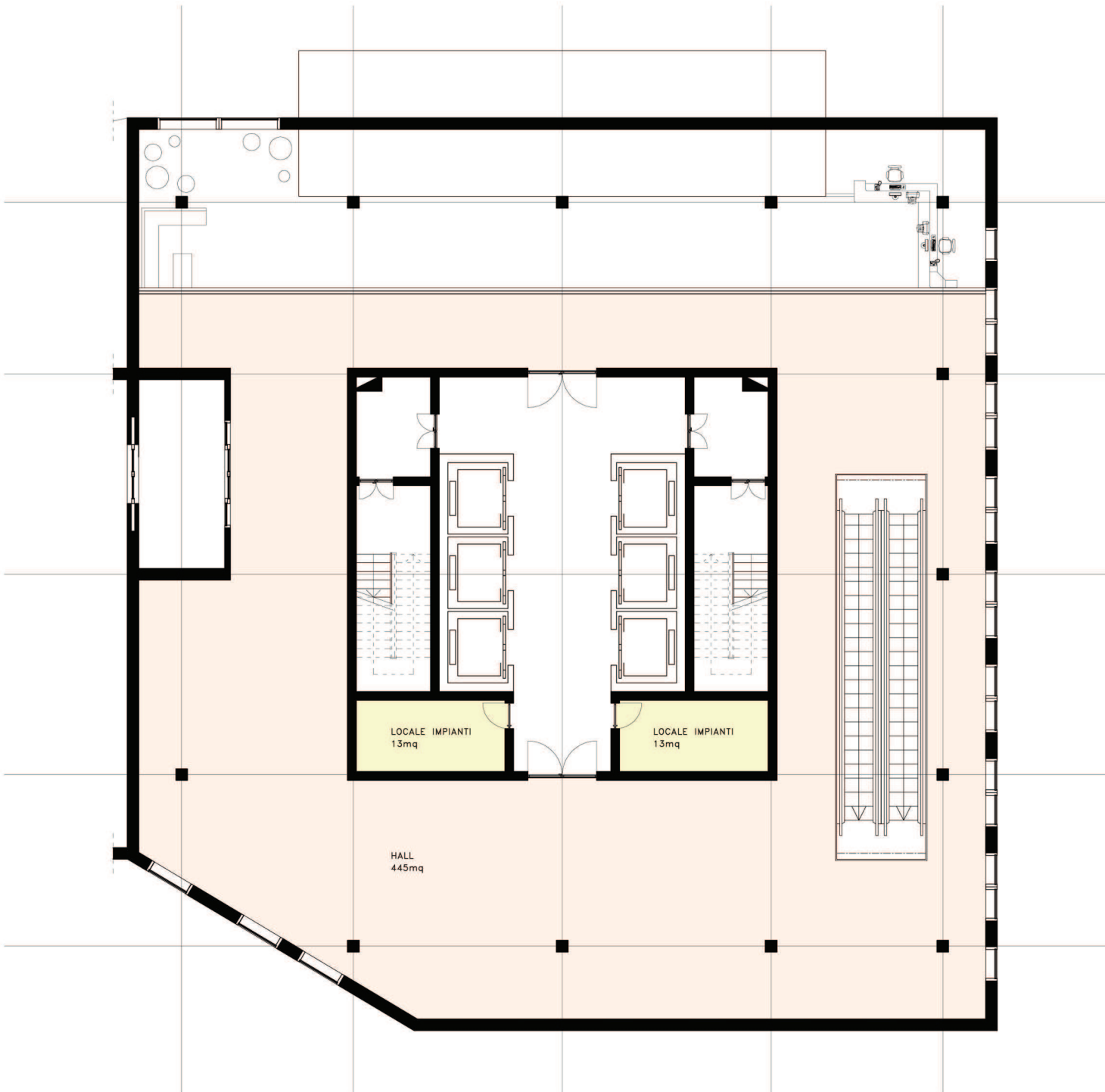
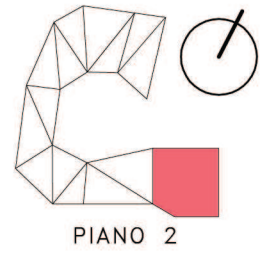
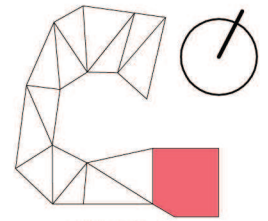


Figura 7.21. Hall P. +2

SCALA 1:200



Figura 7.22. Render hall



PIANO 9

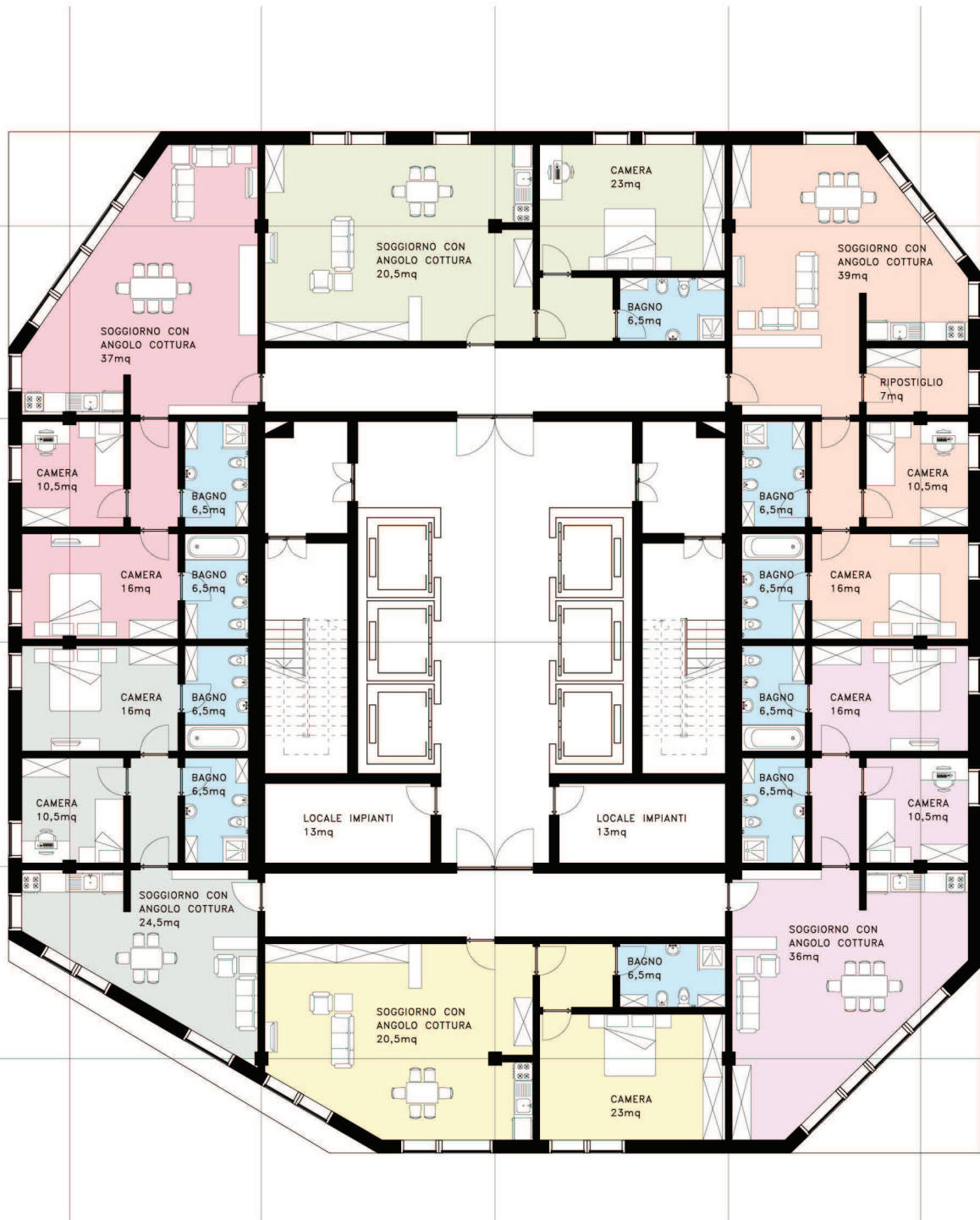


Figura 7.23. Appartamenti

SCALA 1:200



Figura 7.24. Render appartamenti, zona giorno



Figura 7.25. Render appartamenti, zona notte

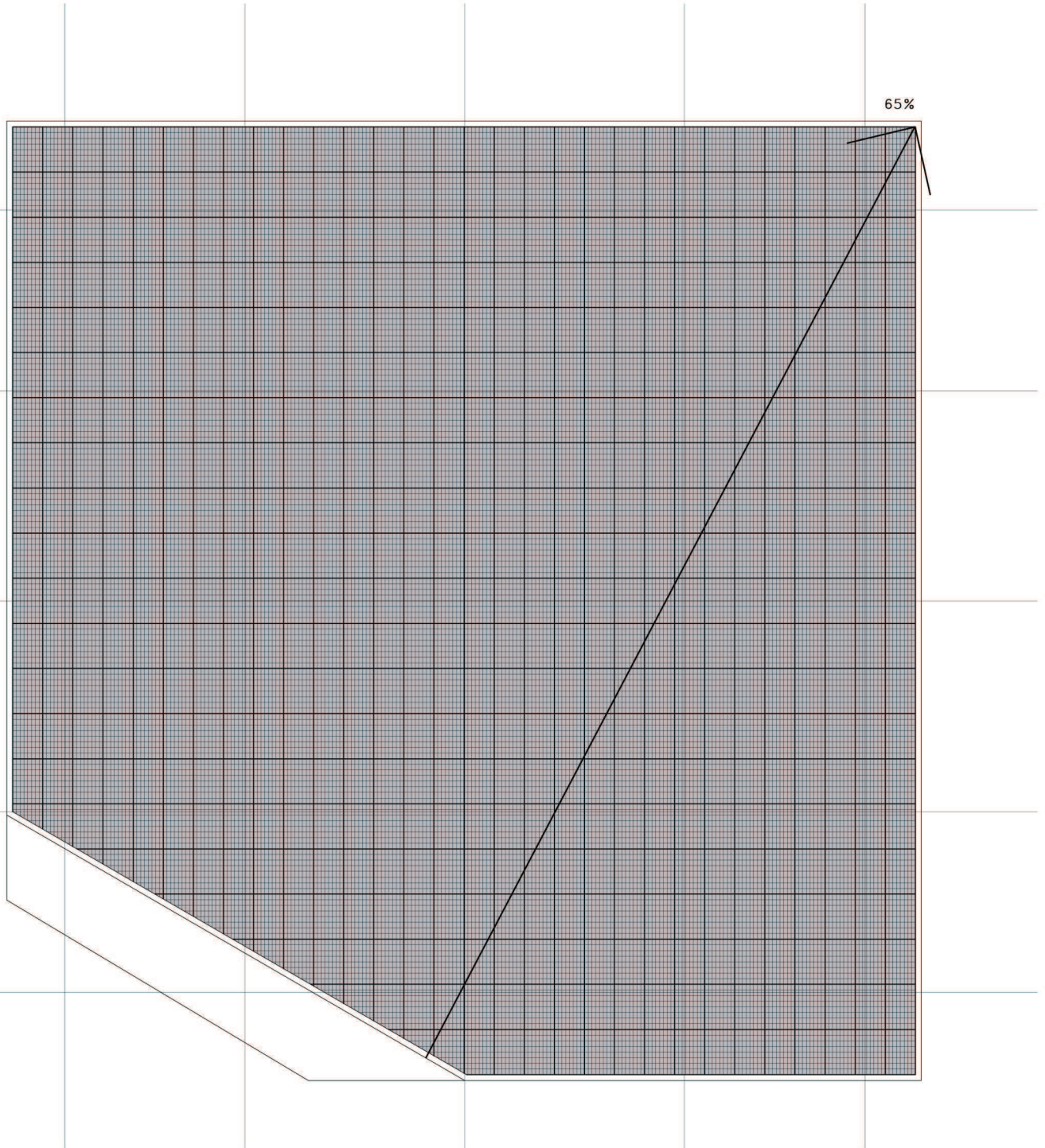
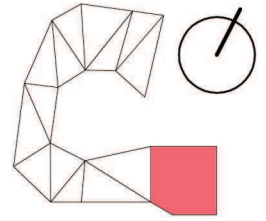


Figura 7.26. Copertura

SCALA 1:200

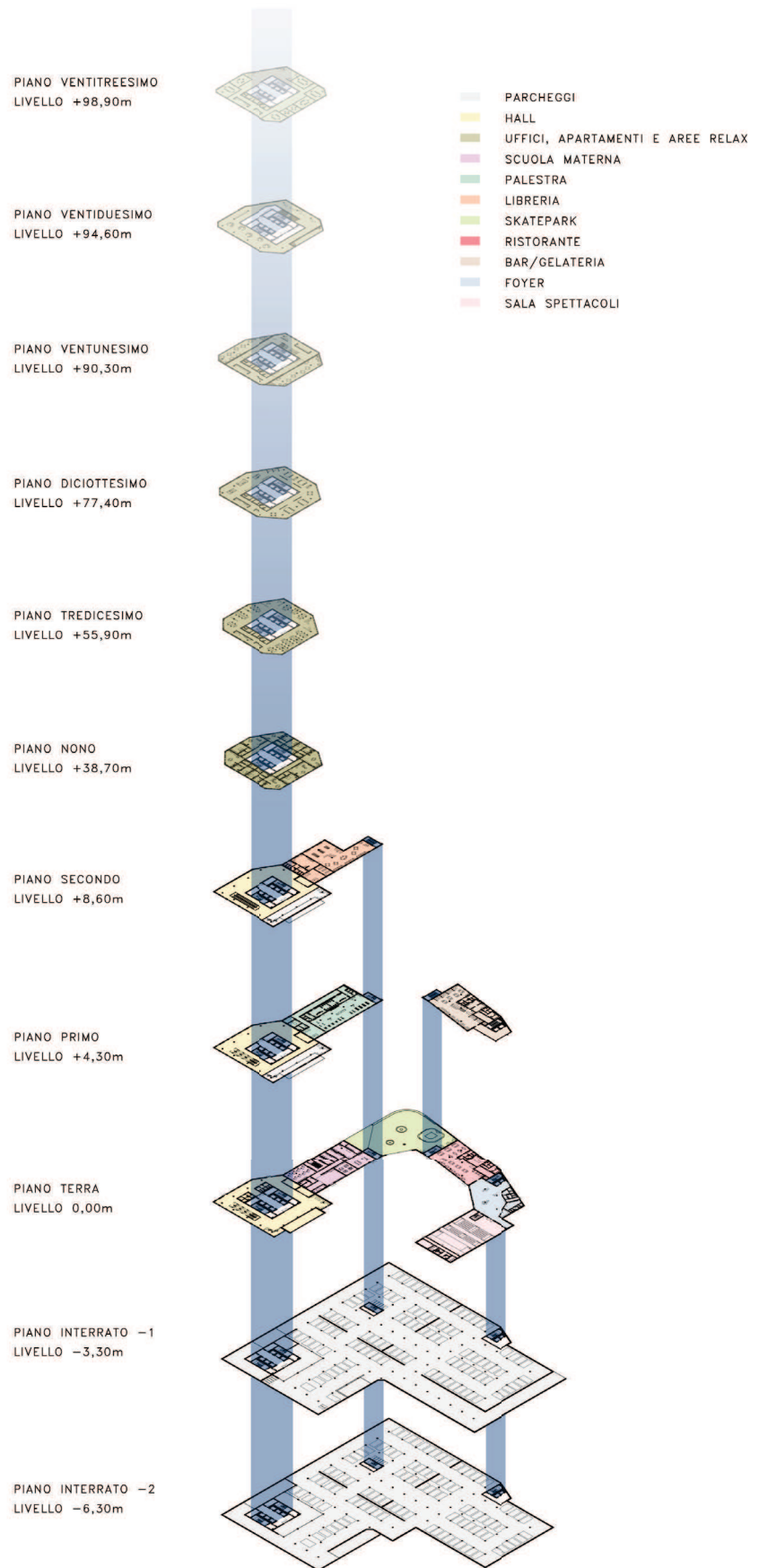


Tavola 13. Distributivo
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

7.6. L'ACCESSIBILITA'

Con il termine accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.

Si considerano tre livelli di qualità dello spazio costruito. Il primo, l'accessibilità, esprime il piú alto livello, in quanto ne consente la totale fruizione nell'immediato. Il secondo è la visitabilità e rappresenta un livello di accessibilità limitato a una parte piú o meno estesa dell'edificio o delle unità immobiliari. Essa consente, comunque, ogni tipo di relazione fondamentale anche alla persona con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale. Infine, con il termine adattabilità si intende la possibilità di modificarne col tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente e agevolmente fruibile, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale; questo criterio stabilisce la possibilità di garantire in futuro la completa accessibilità.

Nella progettazione dell'edificio CoB Madrid sono state rispettate le dimensioni minime per garantire l'accessibilità in tutti i locali. In particolare per quanto riguarda i corridoi si è mantenuta una larghezza di almeno 200cm nei locali pubblici e 120cm negli appartamenti, le porte hanno uno spazio di passaggio di almeno 90cm e le cabine degli ascensori rispettano la larghezza e profondità minime di 100x130cm. Per quanto concerne i servizi igienici sono state rispettate le dimensioni minime di 180x180cm, inoltre su ogni piano della torre è previsto almeno un blocco servizi dedicato alle persone diversamente abili.

Come si puó notare dalle immagini seguenti, l'intero edificio risulta accessibile al 100%, senza alcuna barriera architettonica, per permettere a tutti la fruizione.

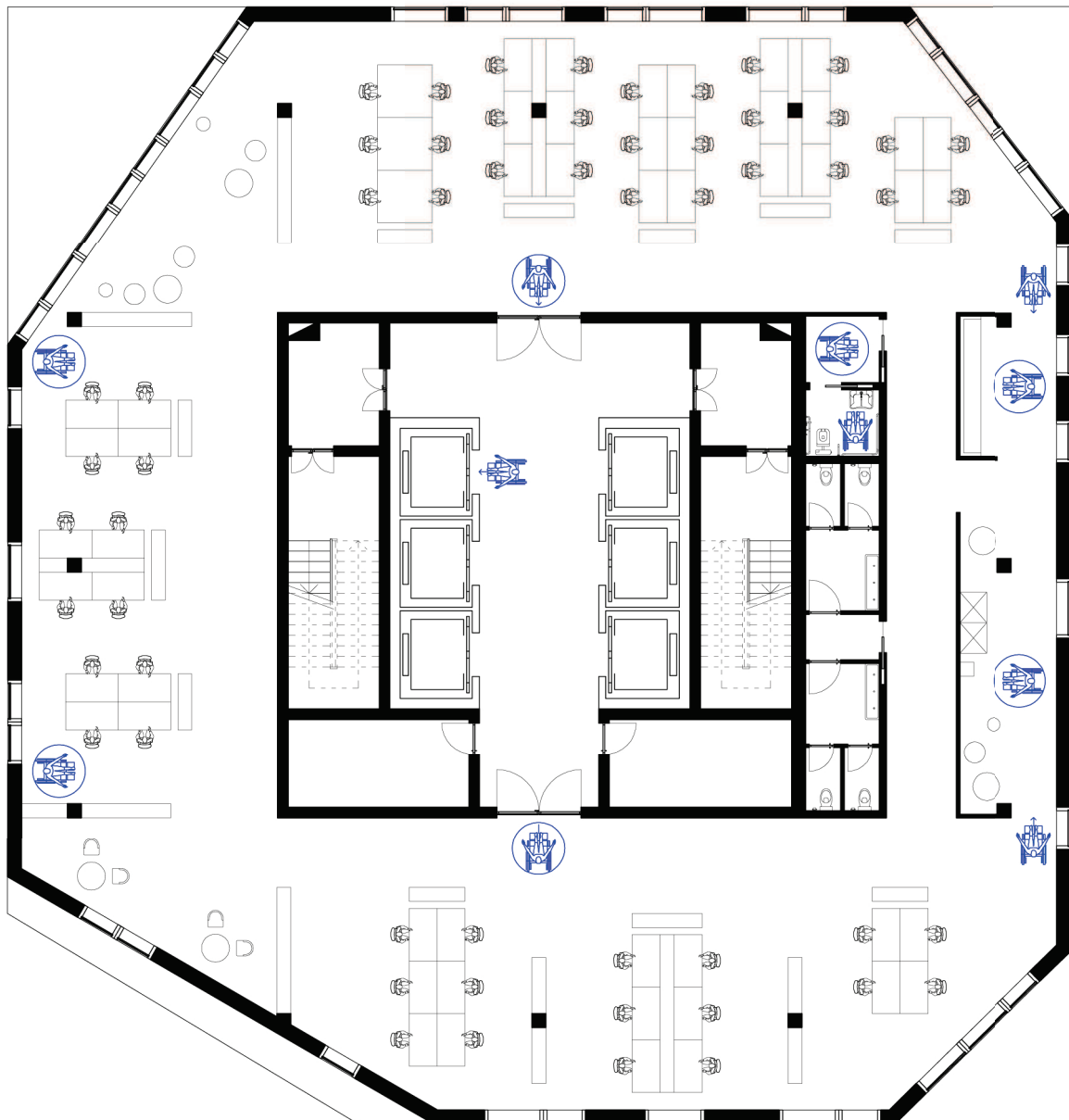


Figura 7.27. Accessibilità uffici

SCALA 1:200

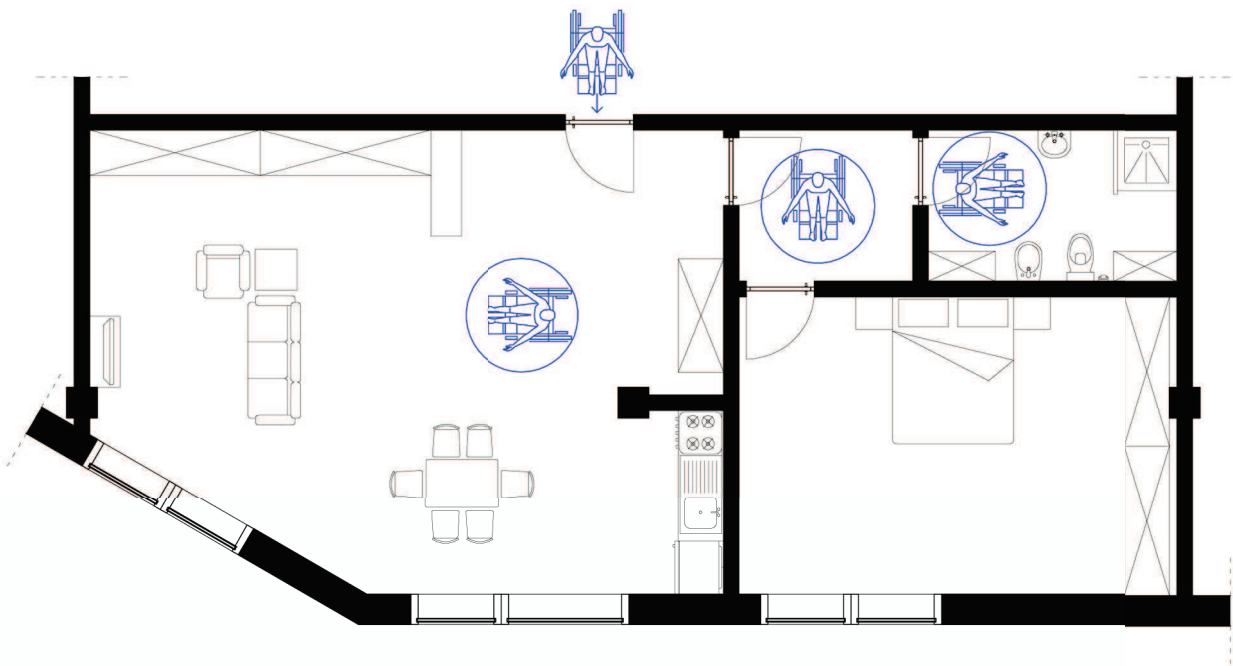


Figura 7.28. Accessibilità appartamento 1

SCALA 1:200

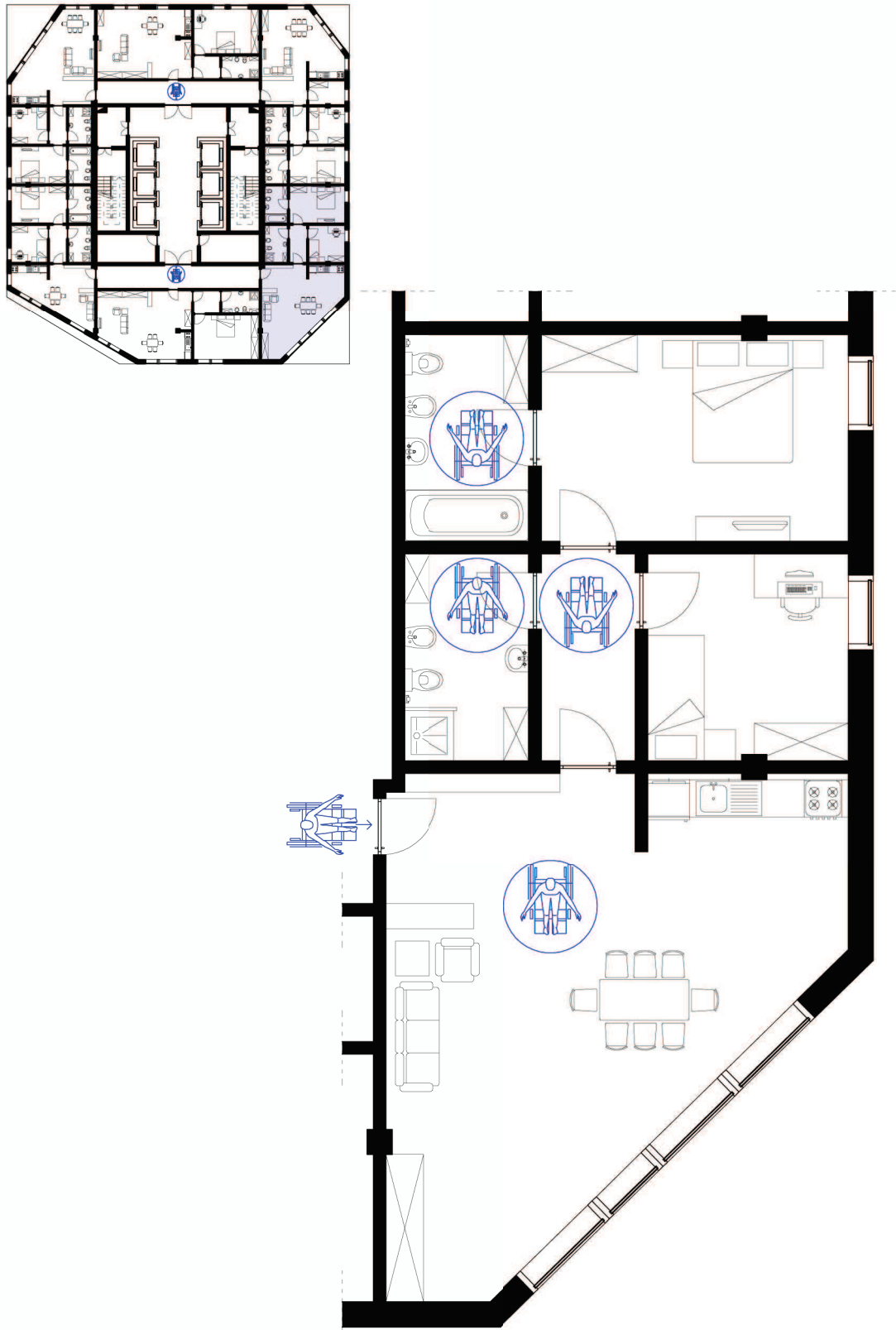


Figura 7.29. Accessibilità appartamento 2

SCALA 1:200

7.7. L'ANTINCENDIO

Tra i fattori che piú influiscono sulla progettazione architettonica vi è il rispetto delle normative antincendio, in quanto rappresentano un aspetto importante per la sicurezza degli utenti.

Bisogna innanzitutto tener conto che il pericolo maggiore è costituito dal fumo e non dal fuoco che alimenta l'incendio; il fumo infatti causa la perdita dell'orientamento, acceca e soffoca.

Nel caso di progetti di edifici alti occorre dedicare buona parte della superficie di collegamenti verticali a garantire la libera uscita dall'edificio in caso di incendio.

Nella progettazione è necessario, quindi, considerare alcuni aspetti fondamentali per la sicurezza in caso di incendio; è innanzitutto necessario predisporre una compartimentazione dell'edificio in modo da rallentare lo sviluppo dell'incendio e la propagazione del fumo, e realizzare vie di fuga alternative in modo da accelerare la fuga degli utenti dall'edificio.

Ai fini della sicurezza antincendio e per conseguire gli obiettivi di incolumità delle persone e tutela dei beni, i locali progettati devono essere realizzati e gestiti in modo da:

- minimizzare le cause dell'incendio;
- garantire la stabilità delle strutture portanti, per assicurare il soccorso agli occupanti;
- limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dei locali;
- assicurare la possibilità che gli occupanti lascino i locali indenni, o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

L'aspetto piú importante che condiziona l'assetto distributivo di un edificio è l'organizzazione delle vie di fuga. È necessario predisporre vie di uscita alternative, in modo che se una dovesse essere interrotta, ne resti sempre disponibile una seconda. La via di fuga deve condurre verso un luogo sicuro, che permetta di allontanarsi dal luogo dell'incendio e che consenta il raggiungimento dei soccorsi. La fuga è prevista quindi mediante un sistema di percorsi che portano a luoghi protetti, come scale a prova di fumo compartimentate con porte REI.

Per consentire l'intervento dei mezzi di soccorso alla aree di sicurezza devono essere rispettati alcuni requisiti: la larghezza dell'ingresso deve essere almeno pari a 3,5 m, l'altezza libera dell'accesso deve essere almeno di 4 m, l'eventuale pendenza non deve essere superiore al 10% e la resistenza al carico per tale area deve essere almeno pari a 20 tonnellate.

Per quanto riguarda la progettazione antincendio dell'area di intervento sono state rispettate le normative riferite alle diverse destinazioni d'uso.

AUTORIMESSE

Per poter garantire la sicurezza in caso di incendio è necessario osservare i seguenti requisiti:

- gli elementi divisorii, quali pareti e porte tagliafuoco, devono essere REI 120;
- l'altezza di piano deve essere pari ad almeno 2,40 m;
- devono essere previste delle aree di compartimentazione con aree inferiori a 2500 m²;
- deve essere garantita la ventilazione naturale, con aperture pari ad almeno 1/25 della superficie a pavimento;
- i percorsi per raggiungere le vie di uscita devono essere al massimo pari a 40 m;
- è necessario installare impianti di protezione ed estinzione degli incendi, come estintori ed idranti (1 ogni 50 autoveicoli).

SERVIZI PUBBLICI

Per poter garantire la sicurezza in caso di incendio nei locali aperti al pubblico, come ristoranti, bar, palestre, ecc., è necessario osservare i seguenti requisiti:

- gli elementi divisorii che separano i vari locali devono essere almeno REI 90;
- è necessario prevedere vani scala antincendio con aperture in sommità;
- devono essere previste almeno due uscite di sicurezza per ogni locale;
- deve essere garantita la ventilazione naturale, con aperture pari ad almeno 1/40 della superficie a pavimento;
- è necessario installare impianti di protezione ed estinzione in caso di incendio; occorre dotare i locali di almeno 1 estintore ogni 50 m².

ABITAZIONI

Nel caso di edifici di altezza superiore ad 80 m, per provvedere alla sicurezza antincendio all'interno delle abitazioni, è necessario garantire alcuni requisiti:

- gli elementi divisorii devono garantire caratteristiche REI 120;
- è necessario prevedere filtri antifumo pari ad almeno 0,36 m²;
- devono essere previste almeno due scale antincendio;
- è necessario prevedere impianti di illuminazione e di sicurezza attivabili in caso di incendio.

UFFICI

Per edifici destinati ad uffici, per garantire la sicurezza in caso di incendio, è necessario rispettare i seguenti requisiti:

- le strutture e gli elementi divisorii devono garantire requisiti al fuoco R120;
- per uffici con accesso aperto al pubblico, il massimo affollamento permesso è pari a 0,4 persone/m²;
- al fine del dimensionamento delle uscite, la capacità di deflusso non deve essere superiore a 33;
- devono essere previste almeno due uscite per piano ed è necessario prevedere un sistema organizzato di vie di uscita, dimensionato in base al massimo affollamento ipotizzabile e alle capacità di deflusso stabilite;
- la lunghezza massima del percorso di esodo per raggiungere una scala protetta è pari a 30m;
- le porte di uscita di sicurezza devono aprirsi nel senso dell'esodo con una semplice spinta ed i battenti aperti non devono ostruire i passaggi;
- ogni piano di uffici deve essere dotato di estintori portatili.

Infine, per quanto riguarda i vari impianti presenti all'interno del progetto sono state rispettate le seguenti indicazioni:

SCALE

Per i vani scala, è richiesto di rispettare i seguenti requisiti:

- devono essere garantiti requisiti di resistenza al fuoco REI 120;
- la larghezza minima della scala deve essere 1,20 m e le rampe devono essere prevalentemente rettilinee con una pedata di almeno 30 cm;
- il vano scala deve avere superficie netta di aerazione permanente in sommità non inferiore ad 1 m².

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Per ascensori e montacarichi è necessario rispettare i requisiti seguenti:

- per edifici con altezza antincendio superiore a 32 m devono essere previsti ascensori antincendio ubicati in modo da poter raggiungere ogni locale dei singoli piani;
- gli impianti di sollevamento non devono essere utilizzati in caso di incendio, ad eccezione degli ascensori antincendio e di soccorso;
- il vano corsa dell'ascensore deve avere le stesse caratteristiche REI del vano scala, ossia REI 120;
- il vano ascensore deve avere una superficie netta di aerazione permanente in sommità non inferiore al 3% dell'area della sezione orizzontale del vano stesso, o comunque non inferiore a 0,20 m²; eventualmente l'aerazione può essere ottenuta tramite camini

realizzati con elementi di resistenza al fuoco equivalenti a quelli del vano corsa;

- il filtro a prova di fumo per vano scale e vano ascensore può essere comune.

IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici devono possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento individuale nel piano in caso di emergenza, in modo tale da non costituire un pericolo durante le operazioni di intervento.

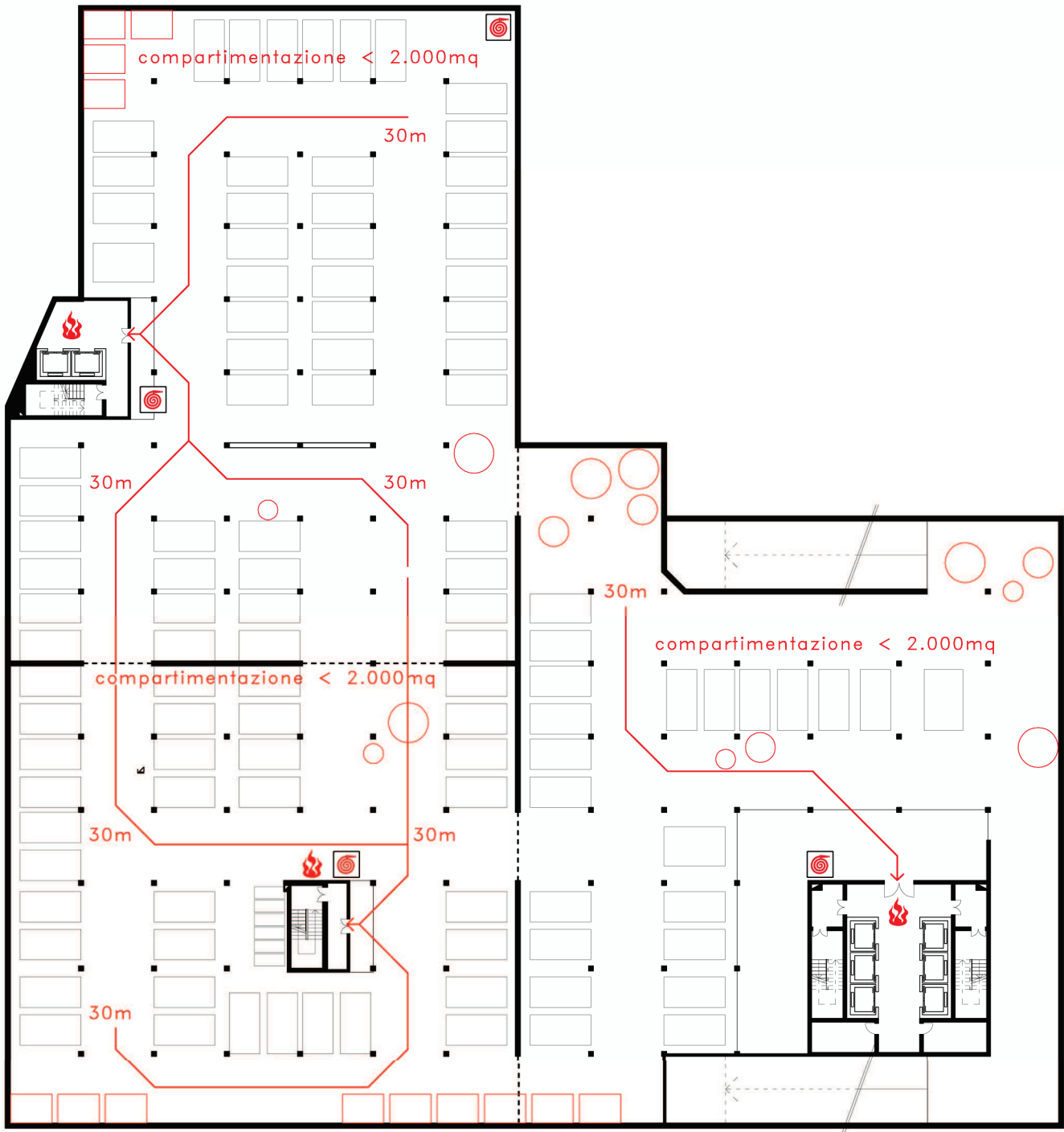
IMPIANTI DI RILEVAZIONE, SEGNALAZIONE ED ALLARME

In ogni locale è necessario prevedere i seguenti impianti al fine di garantire la sicurezza in caso di incendio:

- segnalatori di allarme incendio del tipo a pulsante manuale, opportunamente distribuiti ed ubicati in prossimità delle uscite;
- impianti fissi di rilevazione e segnalazione automatica degli incendi in grado di rilevare e segnalare a distanza un principio di incendio;
- impianti di illuminazione di sicurezza che devono assicurare, lungo le vie di uscita, un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux ad 1 m di altezza dal piano di calpestio.

Al fine di garantire la sicurezza è quindi necessario predisporre dei seguenti impianti:

- illuminazione;
- allarme e rilevazione;
- estinzione;
- ascensori antincendio;
- ascensori di soccorso;
- impianto di diffusione sonora.



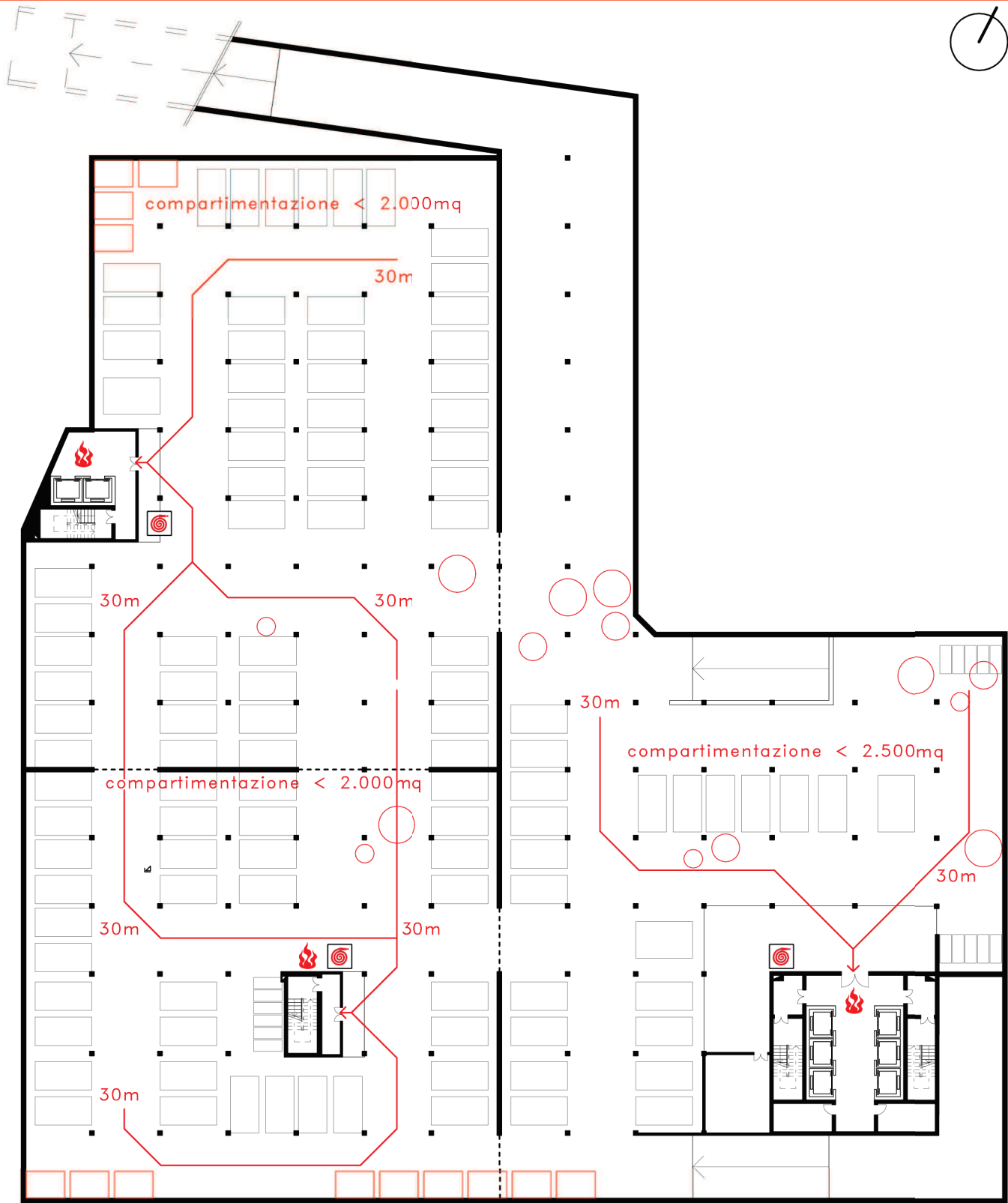
muro vano
scala e ascensore
REI 120 

idrante
(1 ogni 30 autoveicoli) 

grate per
ventilazione naturale 

Figura 7.30. Antincendio P -2

SCALA 1:500



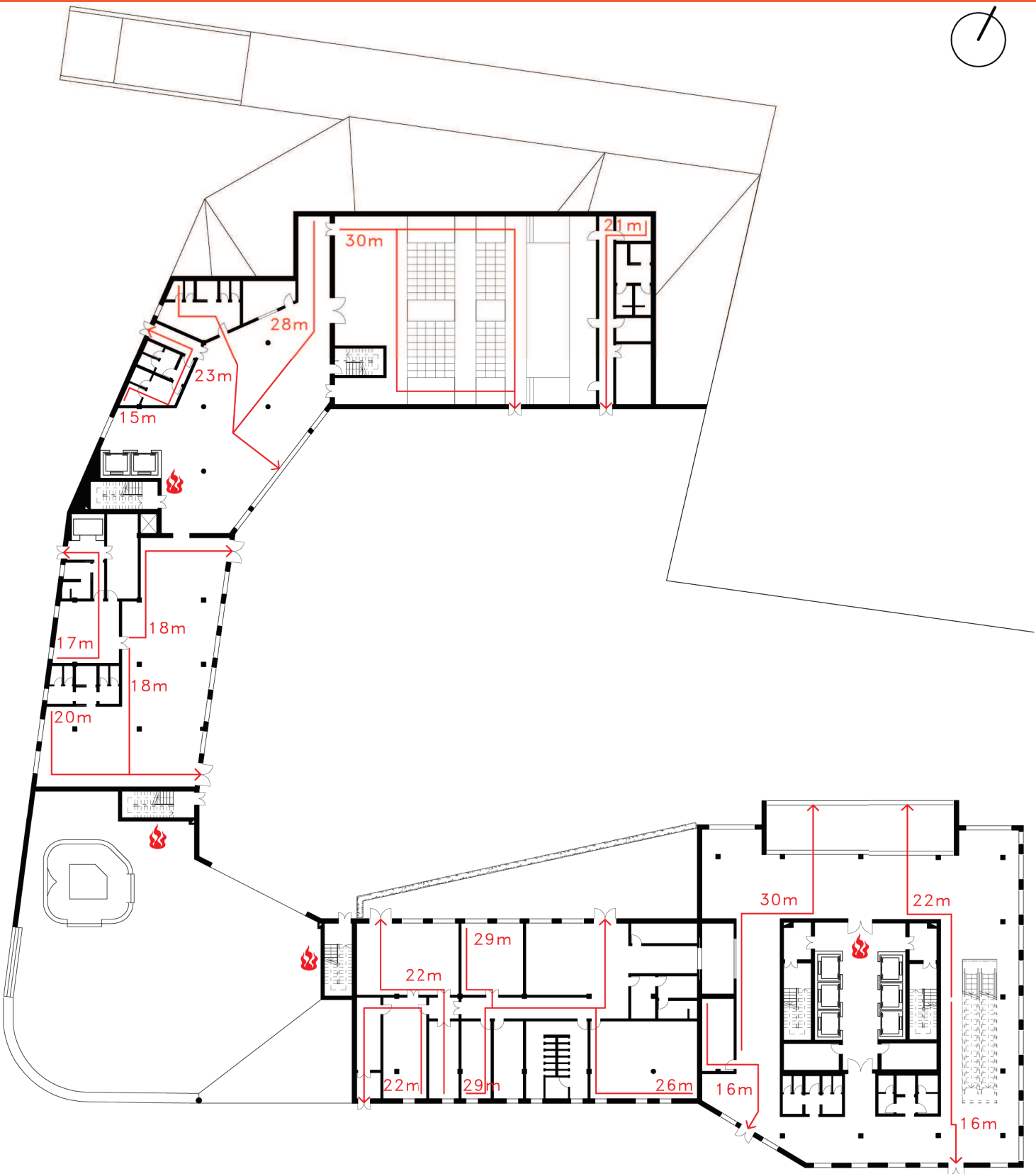
muro vano
scala e ascensore REI 120

idrante
(1 ogni 50 autoveicoli)

grate per
ventilazione naturale

Figura 7.31. Antincendio P -1

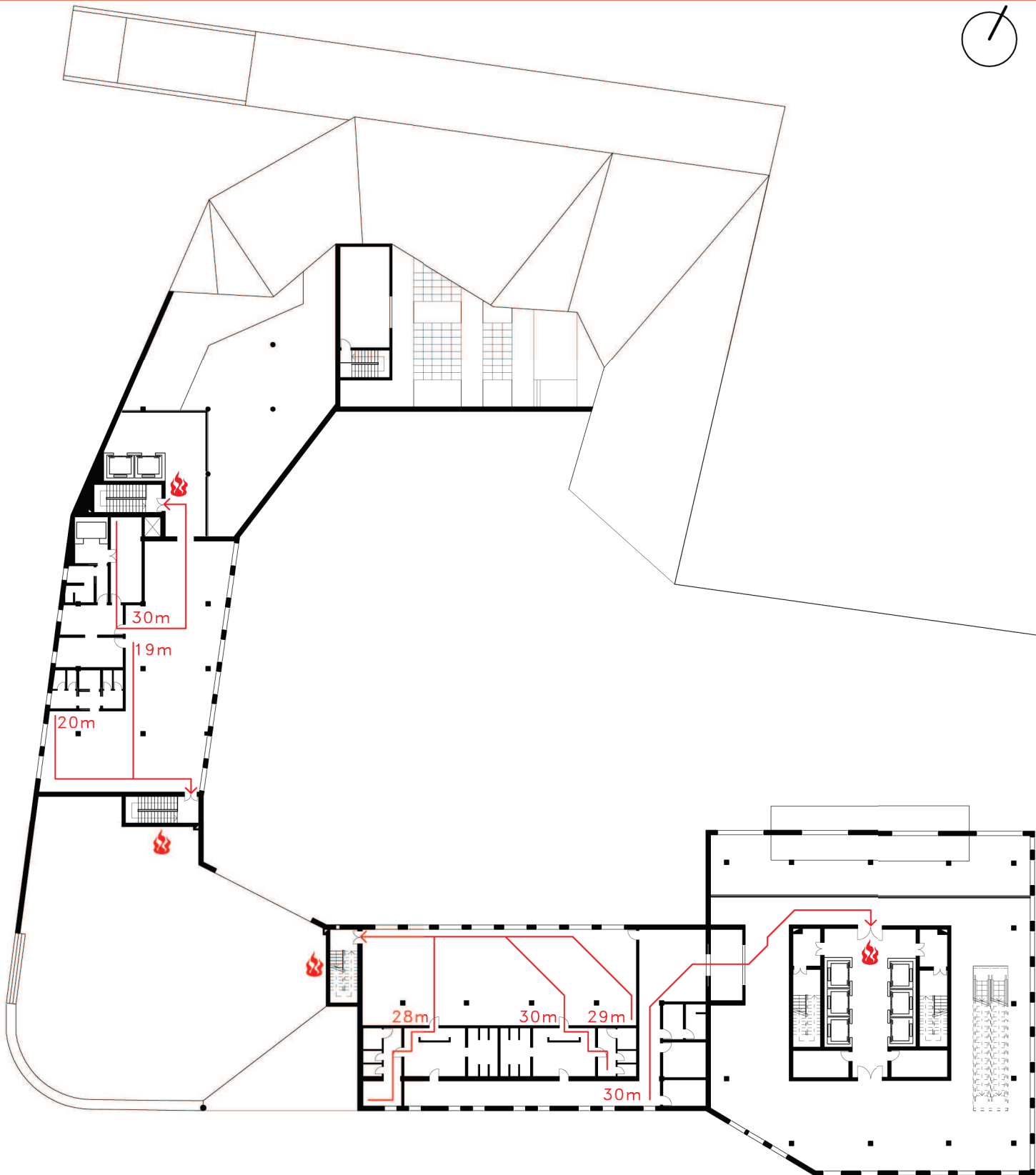
SCALA 1:500



muro vano
scala e ascensore
REI 120

Figura 7.32. Antincendio P 0

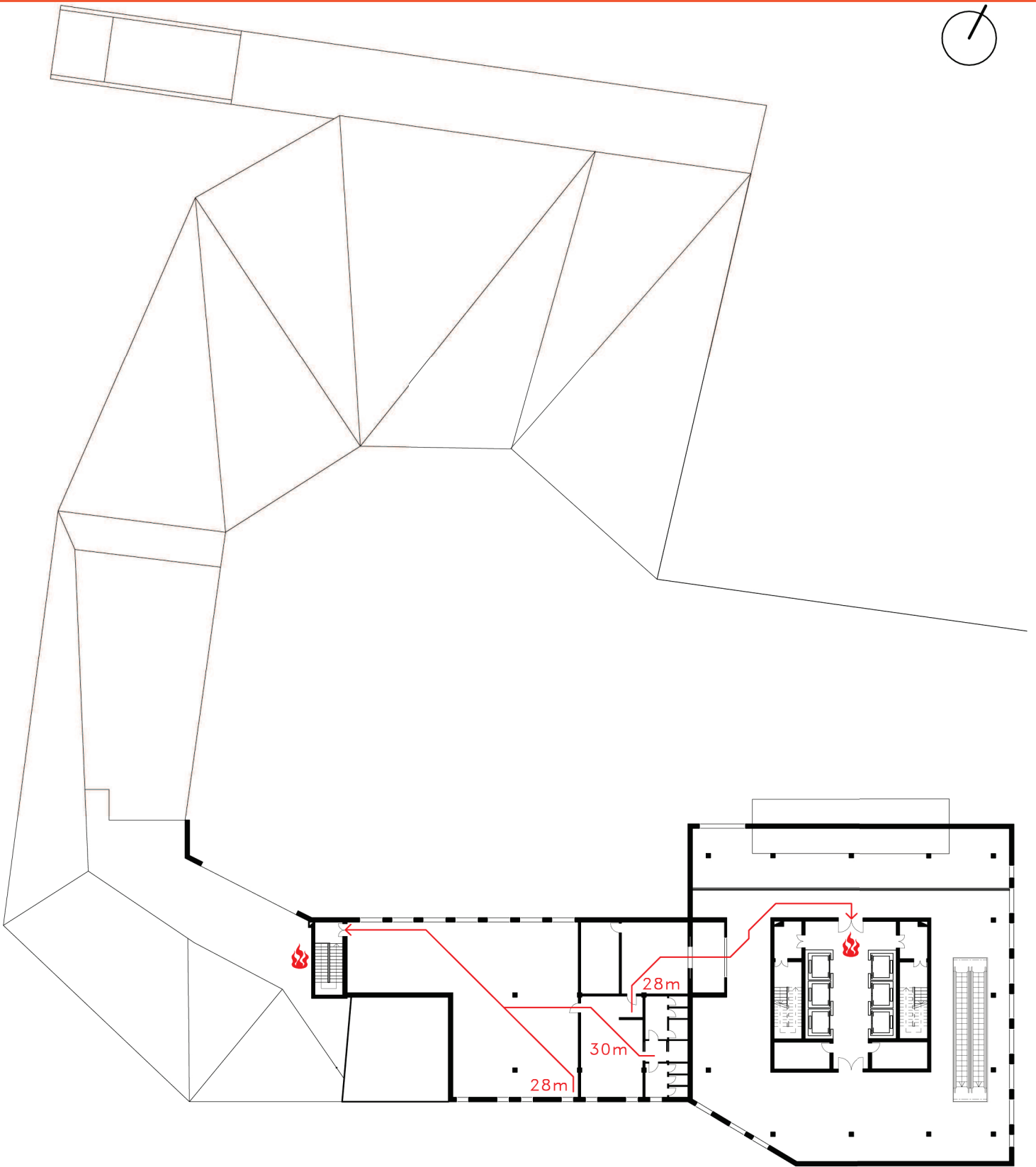
SCALA 1:500



muro vano
scala e ascensore
REI 120

Figura 7.33. Antincendio P +1

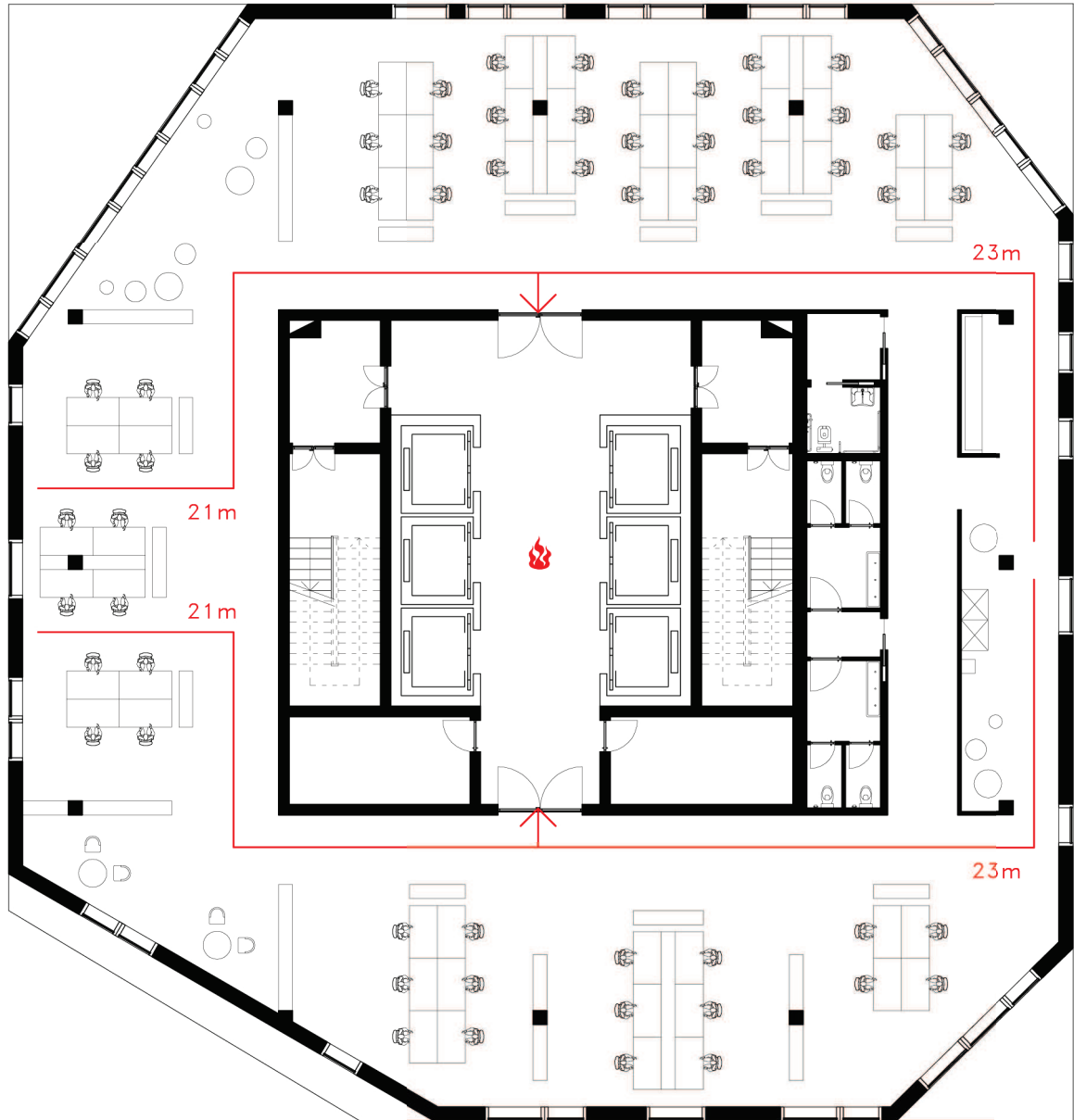
SCALA 1:500



muro vano
scala e ascensore 
REI 120

Figura 7.34. Antincendio P +2

SCALA 1:500



muro vano
scala e ascensore
REI 120 

Figura 7.35. Antincendio piano tipo torre

SCALA 1:200

7.8. LE SEZIONI AMBIENTALI

Le sezioni ambientali permettono di percepire il rapporto tra gli ambienti interni e il contesto in cui è situato l'edificio.

Sono stati disegnati gli spaccati piú significativi per comprendere lo sviluppo verticale ed orizzontale del progetto CoB Madrid.

La sezione A-A' mostra l'andamento sfaccettato dell'edificio a torre, che comporta la formazione di piante diverse ad ogni quota. Nel disegno si coglie inoltre la tripla altezza che caratterizza l'ingresso della hall.

Nello spaccato B-B' viene evidenziato il rapporto tra la torre e l'edificio contenente i servizi; i due sono collegati tramite dei "blocchetti" sporgenti ed allineati verticalmente. In questa sezione si può notare la presenza del nucleo centrale di controvento, contenente scale, ascensori e vano impianti, che si sviluppa a partire dai piani interrati fino a raggiungere la sommità dell'edificio.

La sezione C-C' permette la vista del prospetto nord della torre, caratterizzato da un elemento aggettante che individua l'ingresso dell'edificio. Il piano terra del blocco dei servizi adiacente è parzialmente coperto da una siepe; questo elemento di arredo urbano separa la scuola materna dalla piazza e allo stesso tempo garantisce benessere visivo e ambientale. In questa tavola vengono sezionati i due piani destinati alla ristorazione; essi sono dotati di una struttura simile che prevede il posizionamento dei locali di servizio sul lato della strada e gli ambienti per il pubblico affacciati sulla piazza. Tra area servizi e area ristoro si nota l'ingresso secondario in corrispondenza dello skatepark.

Queste tre sezioni mostrano come il grattacielo CoB Madrid, con i suoi 133 metri, spicchi rispetto all'ambiente circostante.

L'andamento crescente della copertura è rappresentato nella sezione D-D'. La parte piú bassa, parzialmente interrata, ospita la sala spettacoli, mentre la parte piú alta, sviluppata su tre piani, contiene la scuola materna, la palestra e la libreria. Tra i due blocchi sezionati sono visibili le vetrate dell'area di ristorazione che consentono l'affaccio sulla piazza.

Nella sezione E-E' si percepisce lo sviluppo della copertura verde, che nasce da terra e raggiunge i 9 metri di altezza. Il tetto giardino individua la sala spettacoli, la quale è collegata agli ambienti dell'area ristoro sezionati attraverso un foyer vetrato.



Tavola 14. Sezione A-A'
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Tavola 15. Sezione B-B'
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Tavola 16. Sezione C-C'
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

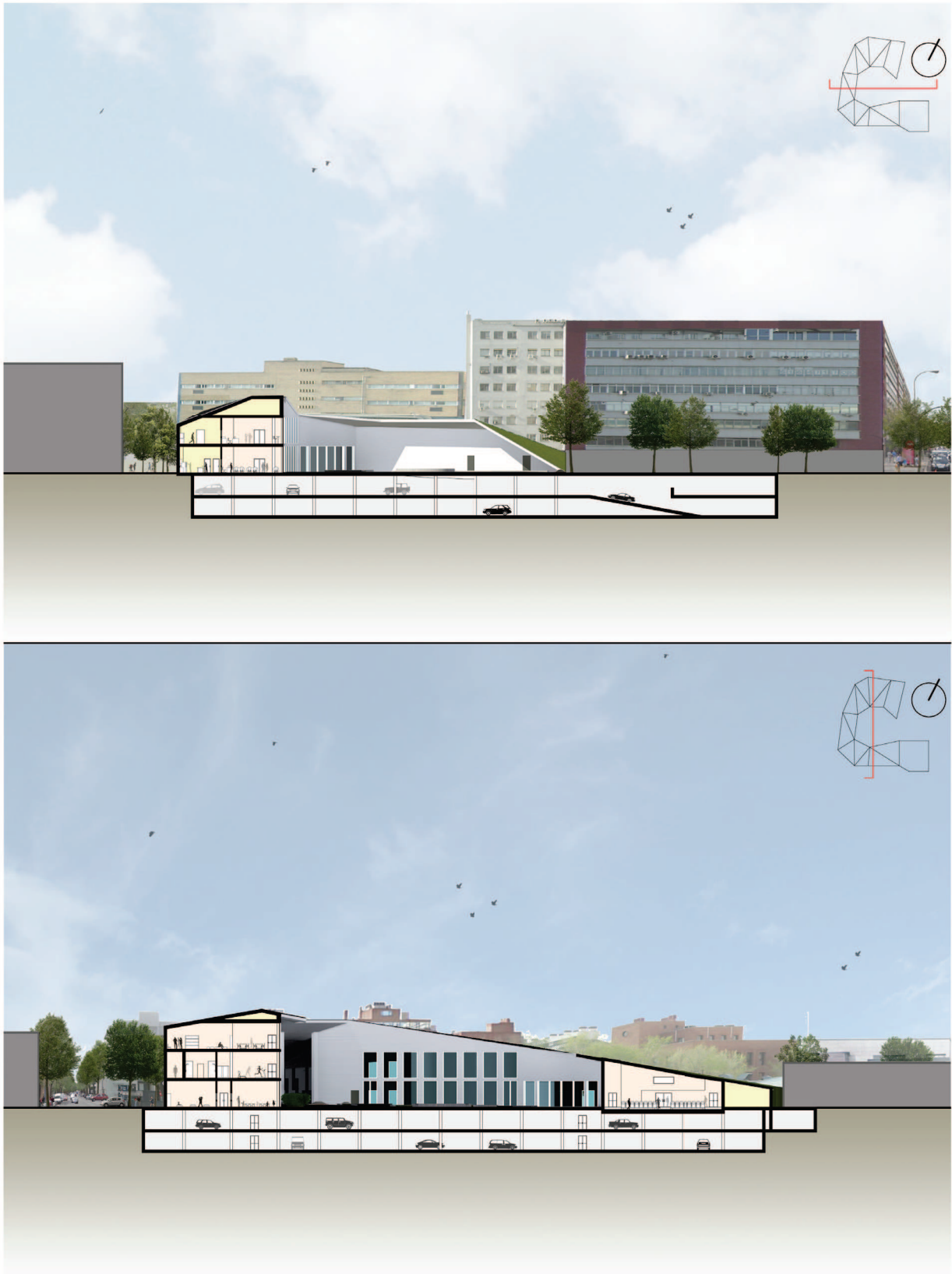


Tavola 17. Sezione D-D' ; E-E'
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

7.9. I SISTEMI DI ELEVAZIONE

Nella progettazione degli edifici alti i collegamenti verticali risultano essere un elemento di fondamentale importanza; essi devono sia soddisfare le esigenze dell'edificio, che ridurre al massimo l'impatto ambientale.

Vista la complessità dell'intervento, una costruzione alta e multifunzione, si è ritenuto opportuno confrontarsi con un esperto in materia. L'incontro con l'ingegnere Claudio Donghi della KONE S.p.A. ha permesso di individuare la soluzione migliore.

Dopo un confronto con una serie di edifici con caratteristiche simili, si è deciso di utilizzare l'ascensore KONE MiniSpace, soluzione ottimale per traffico molto intenso, in edifici medio alti. Questo sistema richiede un locale macchina ridotto del 60%, rispetto a un ascensore tradizionale, offre un'ottima combinazione di velocità, comfort, affidabilità, sicurezza ed efficienza, e consuma oltre il 49% di energia in meno rispetto a un ascensore tradizionale di pari caratteristiche.

Uno dei punti di forza della soluzione KONE MiniSpace è il motore senza riduttore a magneti permanenti KONE EcoDisc, il quale pesa meno della metà rispetto ad un motore di trazione con riduttore tradizionale, ed occupa solo il 40% dello spazio del locale macchina rispetto ad un ascensore convenzionale. Il sistema di trazione a frequenza variabile V3F assicura un profilo di accelerazione/decelerazione superiore, migliori tempi di corsa tra i piani e un livellamento di assoluta precisione.

Le caratteristiche del KONE MiniSpace sono riassunte nella tabella seguente:

KONE MINISPACE

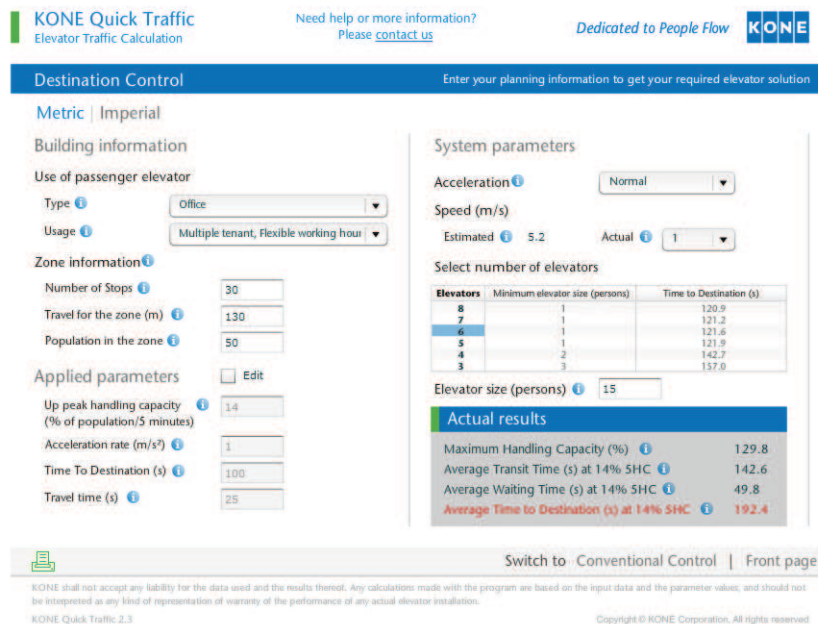
Portata	630–4000 kg
Velocità	1–10 m/s
Corsa massima	400 m
N° max fermate	126
Inserzioni orarie	240 con rapporto di intermittenza 60%
Apertura porte	800–2100 mm
Altezza porte	2100–2700 mm
Dimensioni cabine	Larghezza: 1100–2350 mm Profondità: 1400–3200 mm
Motore	Sincrono assiale a magneti permanenti
Azionamento	Frequenza/tensione variabili
Quadro di manovra	Nel locale macchina

Tabella 7.1. KONE MiniSpace

La soluzione KONE MiniSpace presenta diversi vantaggi dal punto di vista energetico–ambientale.

- Un sistema di sollevamento "verde": il motore sincrono a magneti permanenti KONE EcoDisc, insieme al sistema di trazione di controllo vettoriale e alle opzioni di rigenerazione energetica, forniscono la massima efficienza totale e riducono al minimo le perdite meccaniche ed elettriche.
- Risparmi di energia in modalità standby: luci, segnalazione e ventilazione possono consumare una notevole quantità di energia anche quando l'ascensore non è in movimento, e ciò può rappresentare una quota considerevole dei costi annui per l'energia. Per questo motivo il sistema KONE prevede il funzionamento automatico delle luci e della ventilazione all'interno della cabina e il passaggio in modalità standby del sistema di trazione quando non è in uso.
- Sistema di trazione rigenerativo: l'energia generata dal sistema cabina contrappeso, quando la cabina scende a pieno carico o sale parzialmente vuota, può essere recuperata tramite il sistema rigenerativo disponibile.
- Illuminazione in cabina eco–efficiente: vengono utilizzati faretti LED eco–efficienti a lunga durata e luci fluorescenti innovative. Le luci sono ottimizzate per la massima efficienza e una naturale saturazione del colore; le luci LED consumano l'80% in meno di energia rispetto alle lampadine tradizionali.

Mediante il software KONE Quick Traffic, indicando la destinazione d'uso, il numero di fermate e la popolazione per piano, si è trovato il numero di ascensori necessari al progetto CoB Madrid.



KONE Quick Traffic
Elevator Traffic Calculation

Need help or more information?
Please contact us

Dedicated to People Flow **KONE**

Destination Control Enter your planning information to get your required elevator solution

Metric | Imperial

Building information

Use of passenger elevator

Type

Usage

Zone information

Number of Stops

Travel for the zone (m)

Population in the zone

Applied parameters Edit

Up peak handling capacity (% of population/5 minutes)

Acceleration rate (m/s²)

Time To Destination (s)

Travel time (s)

System parameters

Acceleration

Speed (m/s)

Estimated Actual

Select number of elevators

Elevators	Minimum elevator size (persons)	Time to Destination (s)
8	1	120.9
7	1	121.2
6	1	121.6
5	1	121.9
4	2	142.7
3	3	137.0

Elevator size (persons)

Actual results

Maximum Handling Capacity (%)

Average Transit Time (s) at 14% SHC

Average Waiting Time (s) at 14% SHC

Average Time to Destination (s) at 14% SHC

Switch to Conventional Control | Front page

KONE shall not accept any liability for the data used and the results thereof. Any calculations made with the program are based on the input data and the parameter values, and should not be interpreted as any kind of representation or warranty of the performance of any actual elevator installation.
KONE Quick Traffic 2.3 Copyright © KONE Corporation. All rights reserved.

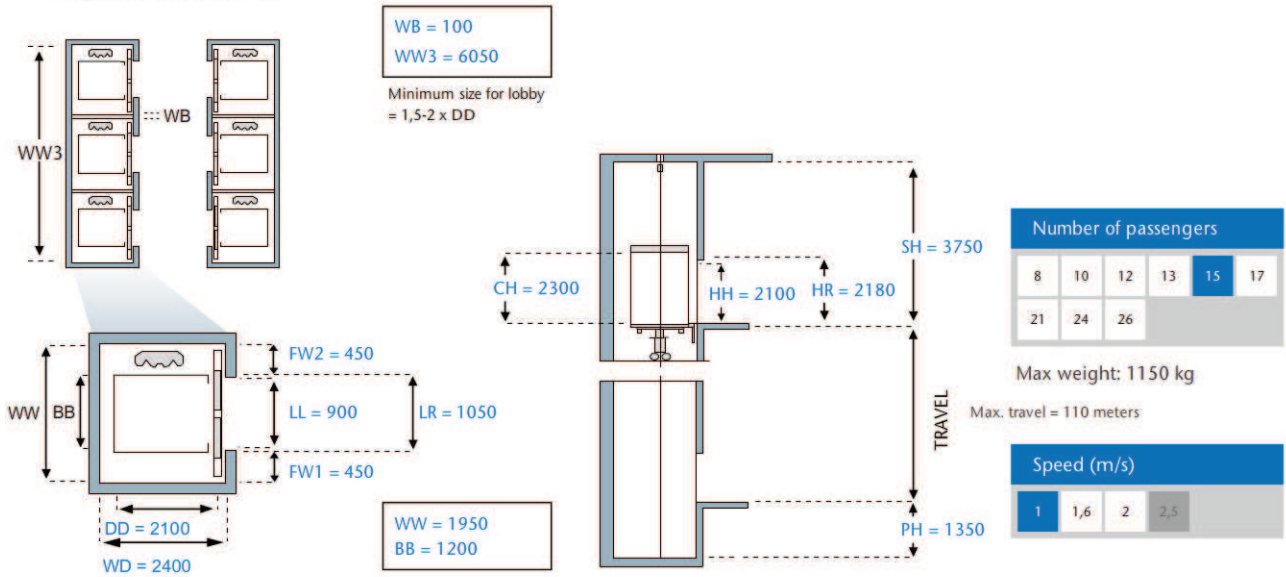
Figura 7.36. KONE Quick Traffic

In seguito, tramite il programma KONE Planulator, è stata dimensionata la grandezza della singola cabina e dell'intero blocco ascensori.

Final Measurements

European market, Machine Roomless, 2 Panel Center Opening door

Layout of the elevator bank



PREVIOUS All dimensions in mm To check other possibilities outside shown range please [contact](#) your KONE local salesperson.

Any data given by this program is for general information purposes and we reserve the right at any time to alter the product design and specification. No statement it contains should be construed as a warranty or condition, express or implied, as to any product, its fitness for any particular purpose or quality.
KONE Planulator™ 1.3 Copyright © KONE Corporation, All rights reserved

Figura 7.37. KONE Planulator

Il KONE Quick Energy ha permesso di stimare il consumo totale di energia dell'intero sistema di elevazione.

Energy calculation for machine room elevators

General elevator information

-
-
-
-
-
-
-

Elevator system information

-
-
-

Elevator lighting information

-
-

Trip data

Estimated maximum numbers of starts possible per year	440635
Number of starts per year used for the energy calculation	441000

Motor output data

FL/FS Motor Output Power kW	8.67
-----------------------------	------

Line output data (based on nominal point efficiency)

FL/FS Line Output Power kW	15.6
Line FL/FS Running Amps	24.7
Line FL/FS RMS Acc. Amps	42.5
Line FL/FS Peak Acc. Amps	53.1

Hoisting Energy Consumption

Full load/Full travel energy consumption in the heavy direction / run (kWh)	0.57
Full load/Full travel energy consumption in the light direction / run (kWh)	-0.08 <i>Minus indicates regeneration</i>
Full load/Full travel total energy consumption / roundtrip (kWh)	0.489
Hoisting Power Consumption / year (kWh)	32579 <i>92.18 % of total consumption</i>
Regenerated Energy / year (kWh)	3139 <i>8.88 % of total consumption</i>

Standby Energy Consumption

Brake Energy consumption / year (kWh)	1061.29
Drive, Control & Signalization energy consumption / year (kWh)	1520.1
Lighting Energy consumption / year (kWh)	180.76
Standby energy consumption / year (kWh)	2762 <i>7.82 % of total consumption</i>

Total Energy Consumption

Hoisting Standby energy consumption / year (kWh)	35341
---	--------------

KONE shall not accept any liability for the data used and the results thereof. Any calculations made with the program are based on the input data and the parameter values, and should not be interpreted as any kind of representation of warranty the performance of any actual elevator installation.

Figura 7.38. KONE Quick Energy

Per migliorare la gestione del flusso di persone all'interno dell'edificio, la soluzione KONE prevede un sistema di controllo computerizzato che gestisce il traffico degli utenti negli orari di punta e consente un risparmio di energia nei momenti di minore affollamento. Il sistema rileva e memorizza i profili di traffico e le informazioni sul flusso dei passeggeri nel periodo di tempo stabilito, anticipando le esigenze del traffico e adattando di conseguenza il funzionamento dell'ascensore. L'edificio CoB Madrid prevede un gruppo di sei ascensori dotati di Destination Control System, in grado di migliorare la gestione del traffico dei passeggeri nelle fasce orarie di punta, senza dilatare i tempi di attesa nei periodi più tranquilli. Infatti, data la doppia destinazione d'uso dell'edificio, si è pensato di utilizzare due dei sei ascensori prevalentemente per servire i piani adibiti a residenza.

7.10. LO STUDIO DELLE FACCIATE

Come già accennato l'edificio CoB Madrid si vuole imporre nel contesto come punto di riferimento e simbolo da tutti riconoscibile.

Per fare ciò si è pensato non solo ad una struttura alta, ma anche ad una forma inedita che possa caratterizzare lo skyline della città.

Un aspetto fondamentale nell'analisi è stato quello di studiare il rivestimento dell'edificio nell'ambito delle due dimensioni, altezza e larghezza. Ci si è resi conto dell'importanza di procedere ad un'analisi del modo in cui i vari prospetti, nelle varie orientazioni, potessero relazionarsi e dialogare in maniera armonica ed efficace, considerando anche una scelta opportuna di forme e materiali.

Nell'elaborazione del progetto si è partiti da una sagoma semplice, un parallelepipedo di base 30x30 metri e di altezza pari a 133 metri; per addolcire la forma tozza sono stati poi effettuati degli smussi triangolari in corrispondenza degli spigoli del quadrato di base, che snelliscono e slanciano il grattacielo.

Una volta definita la conformazione dell'edificio si è pensato ad un rivestimento, che fosse in grado di adattarsi alle forme complesse, che potesse accentuare il concetto di verticalità; per fare ciò si è deciso di rivestire l'edificio con una texture che si sviluppi in altezza. Il risultato ottenuto è un prospetto caratterizzato da fasce alte e strette, realizzate con nastri in acciaio. Inoltre, per mantenere l'idea di verticalità, nel posizionamento delle aperture si è deciso di disegnare dei serramenti allungati.

Si è stabilito così di utilizzare dei nastri con larghezza pari a 0,50 metri e, per avere una corrispondenza in facciata, dei serramenti con dimensioni multiple di questa misura.

Per dare movimento e dinamicità al prospetto si è deciso di utilizzare due diverse colorazioni per i nastri di rivestimento.

Una peculiarità del prospetto è data da fasce scure, anch'esse in alluminio, che evidenziano i triangoli creati dagli smussi, dando carattere alla facciata.

Un'altra caratteristica dell'edificio sta nella presenza di terrazze in corrispondenza dei piani relax, percepibili dall'esterno da tagli orizzontali, i quali interrompono l'andamento verticale.

La soluzione che maggiormente risponde alle nostre esigenze si è rivelata essere il laminato di zinco e titanio, materiale non ferroso per coperture e rivestimenti di più largo utilizzo a livello europeo. La crescente commercializzazione e diffusione del laminato di zinco-titanio in Europa e nel resto del mondo si spiega solo all'interno di un contesto architettonico sempre più innovativo, dove aumenta la domanda di nuovi materiali capaci di adattarsi a forme inedite.

Le ragioni che hanno portato alla scelta di questo materiale sono i molteplici vantaggi estetici, chimico-fisici e ambientali.

Il laminato in zinco-titanio, infatti, ha una tonalità grigio ardesia che conferisce alle costruzioni eleganza e pulizia formale, che dialoga con l'architettura contemporanea e permette di realizzare forme all'avanguardia. Allo stesso tempo, applicato su coperture e facciate parla il linguaggio antico della tradizione, inserendosi armonicamente in qualsiasi contesto. Le diverse tecniche di posa, e quindi di differenti effetti estetici, rendono possibile l'accostamento del laminato con qualsiasi tipo di materiale, rispetto al quale esso si pone come elemento armonizzante.

Le sue caratteristiche chimico-fisiche consentono un'ottima lavorabilità e saldabilità, la resistenza alla corrosione atmosferica consente l'abbattimento dei costi di manutenzione e ripristino. L'elevata malleabilità e lavorabilità di questo materiale non consentono solo la perfetta aderenza a qualsiasi profilo architettonico, ma si prestano anche a una moltitudine di tecniche di posa, per diverse soluzioni applicative. In questo ambito, per l'edificio CoB Madrid, si è deciso di utilizzare un sistema di aggrafatura verticale.

Un altro motivo che ha portato alla scelta di questo materiale è dato da una lunghissima durata nel tempo, con conseguente assenza di manutenzione e relativa riduzione dei costi. Sotto l'azione degli agenti atmosferici, infatti, la superficie si ricopre di uno strato autoprotettivo che rimane stabile negli anni e conferisce un naturale invecchiamento, con un gradevole aspetto estetico.

Il materiale zinco conferisce al laminato la massima sostenibilità, in quanto è totalmente riciclabile e garantisce il rispetto e l'impatto ambientale.

Le considerazioni precedentemente effettuate prendono vita nelle viste prospettive seguenti.



Tavola 18. Prospetto Sud
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Tavola 19. Prospetto Ovest
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)



Tavola 20. Prospetto Est
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

7.11. GLI SPAZI COWORKING

A seguito di approfondite ricerche sull'organizzazione di edifici con impostazione Coworking e della visita al Toolbox di Torino, è stato pensato di suddividere la porzione dedicata agli uffici in tre blocchi da quattro piani ciascuno, alternati dalle aree relax. (Figure 7.39, 7.40 e 7.41).

Il primo blocco, dal piano undici al quattordici, segue l'impostazione dell' "Open space – My desk" (Figure 7.42 e 7.43), ovvero un luogo attrezzato di scrivanie e librerie per il lavoro individuale. La particolarità di questo spazio è che le postazioni di lavoro sono una accanto all'altra e per di più non vi è alcuna parete divisoria, il tutto per incentivare la collaborazione e l'interazione.

Dal piano diciassette al venti è stato organizzato l' "Open space – Flex desk", caratterizzato dalla presenza di grandi banchi per i lavori di gruppo. (Figure 7.44 e 7.45).

L'ultimo blocco è il "Private space – Team" (Figure 7.46 e 7.47), che ospita svariati locali di diverse dimensioni e capienza, che risultano delimitati da vetrate e da pareti opache, per poter creare delle sale riservate adibite a riunioni private.

I tre blocchi di uffici, inoltre, dispongono di copisterie, archivi, "Phone box", cioè una zona appartata per poter telefonare in tranquillità e un'area con distributori automatici, chiamata "Coffee break", per una breve pausa; queste postazioni rappresentano spazi strategici che favoriscono l'interazione e socializzazione tra i lavoratori.

La volontà di creare degli ampi spazi di incontro e svago ha portato a interporre tra i blocchi uffici e il blocco appartamenti i cosiddetti "Piani Relax". Essi si presentano come dei luoghi informali, con funzioni e particolarità differenti.

Il piano tre è chiamato "Fun Area" e contiene diverse attrezzature ed elementi per lo svago, come calcetto, biliardo, ping pong, ecc. Il piano dieci è caratterizzato da un vero e proprio giardino d'inverno, con piante e sedute, è denominato "Green Area". La "Food Area", munita di tutto l'occorrente per preparare pasti, scaldare cibi e mangiare, è situata ai piani quindici e sedici, quest'ultimo soppalcato, e può godere di ampie terrazze panoramiche. La zona dedicato al riposo, "Lounge Area", ha la stessa impostazione, e si trova ai piani ventuno e ventidue. Essa è dotata di numerose sedute e di particolari strutture di design a forma di alveare per un completo relax. Gli ultimi due piani della torre, il ventisette e il ventotto, ospitano uno Sky Bar, anch'esso soppalcato, con due terrazze e numerose vetrate che consentono una suggestiva vista da 120 metri su tutta Madrid.

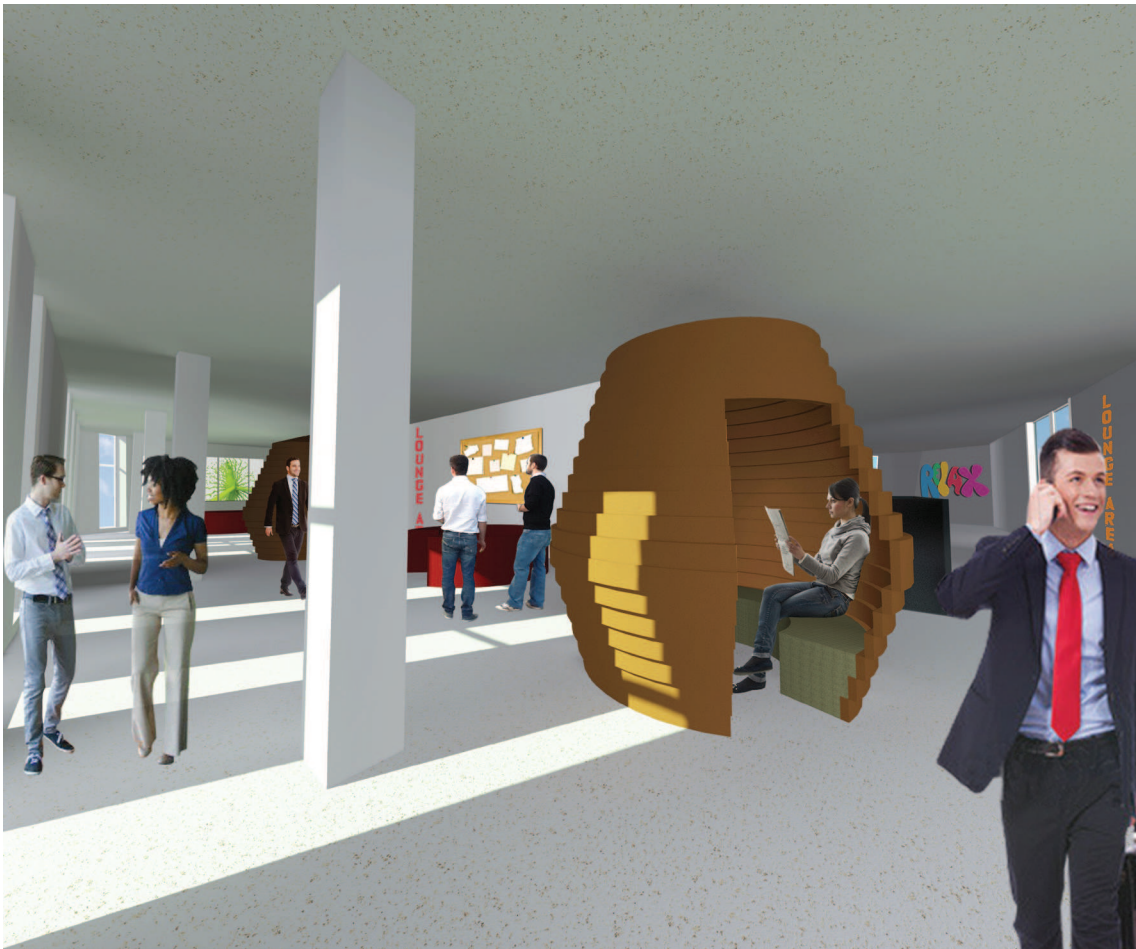
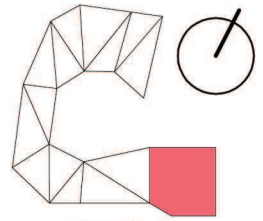


Figura 7.39. Render interno, area relax



PIANO 21

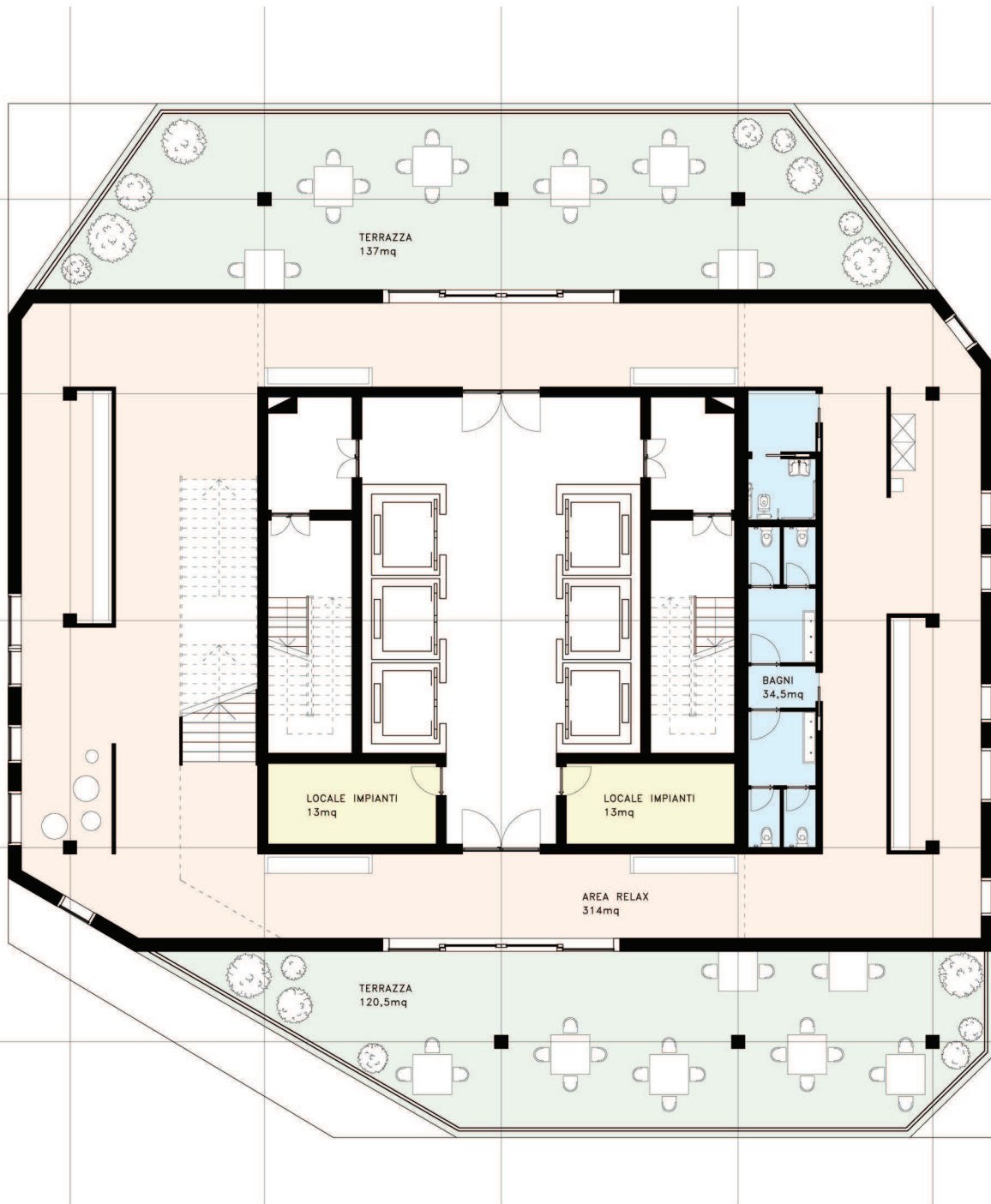
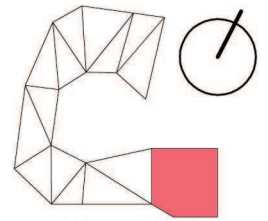


Figura 7.40. Area relax

SCALA 1:200



PIANO 22

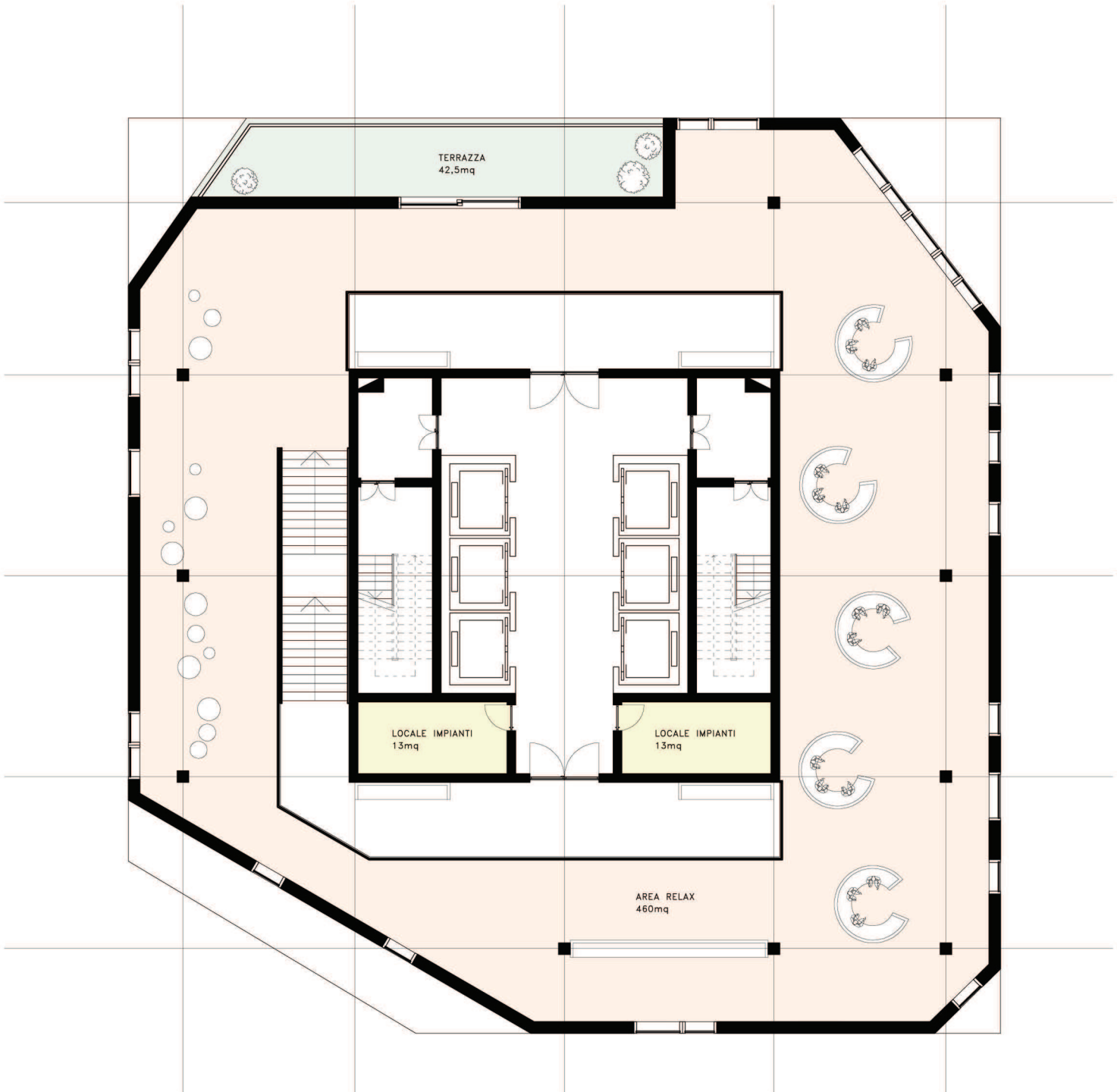
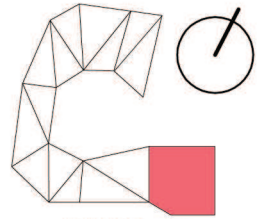


Figura 7.41. Area relax, soppalco

SCALA 1:200



PIANO 13

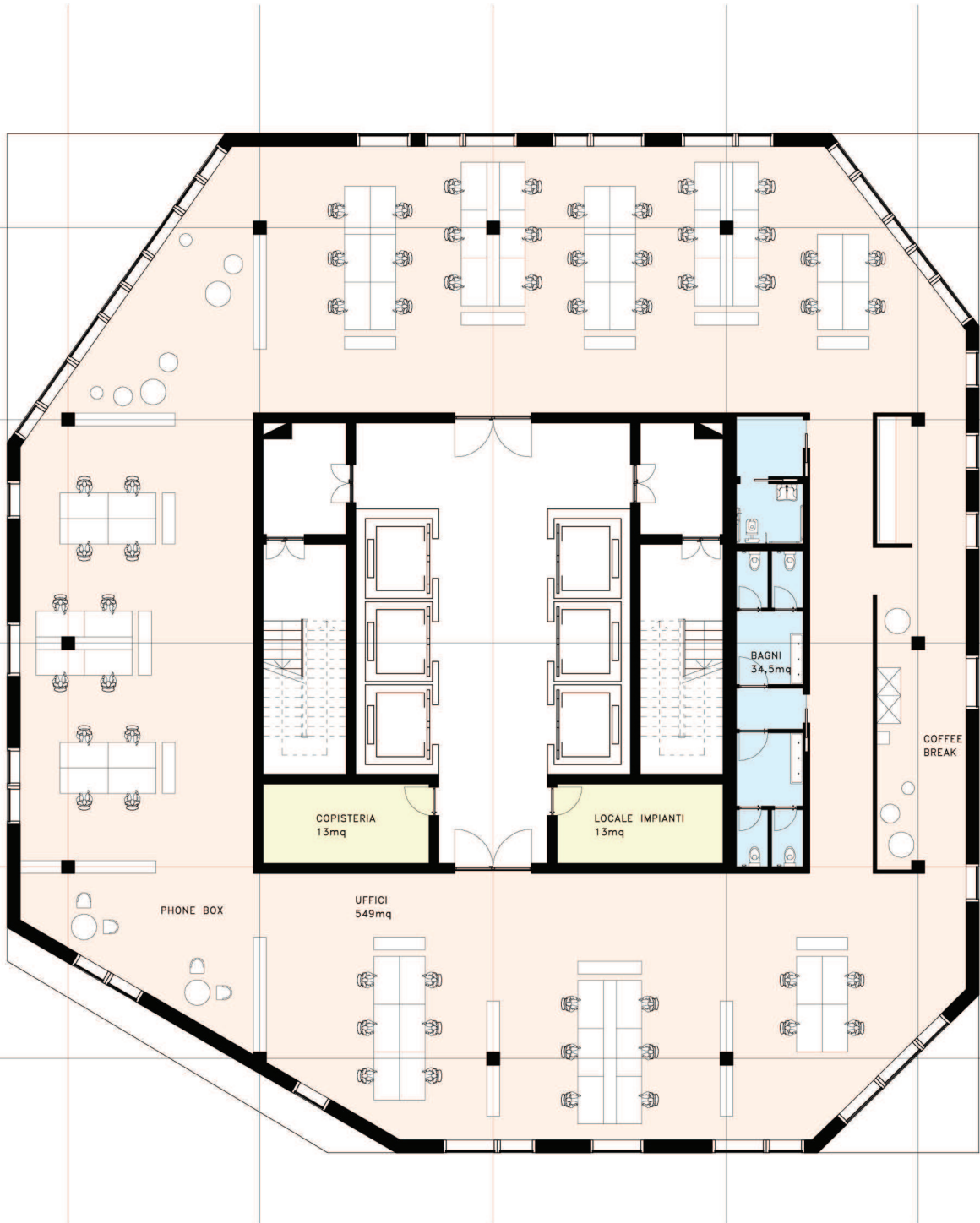
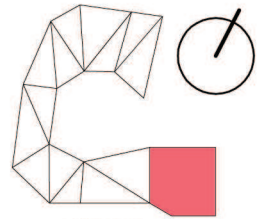


Figura 7.42. Open Space, My Desk

SCALA 1:200



Figura 7.43. Render interno, My Desk



PIANO 18

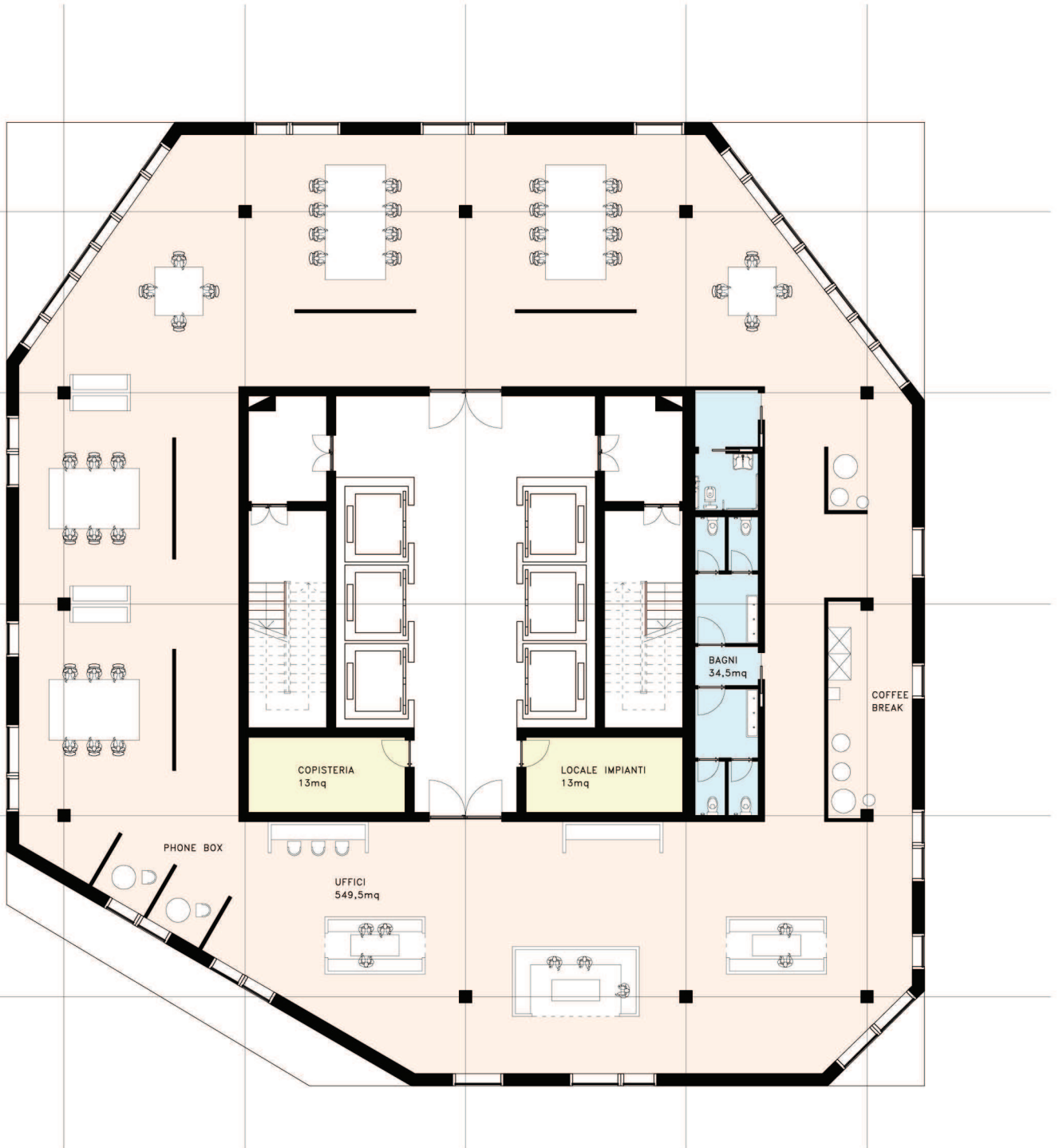
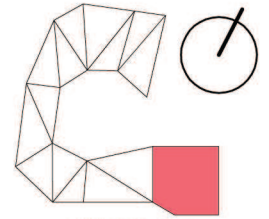


Figura 7.44. Open Space, Flex Desk

SCALA 1:200



Figura 7.45. Render interno, Flex Desk



PIANO 23

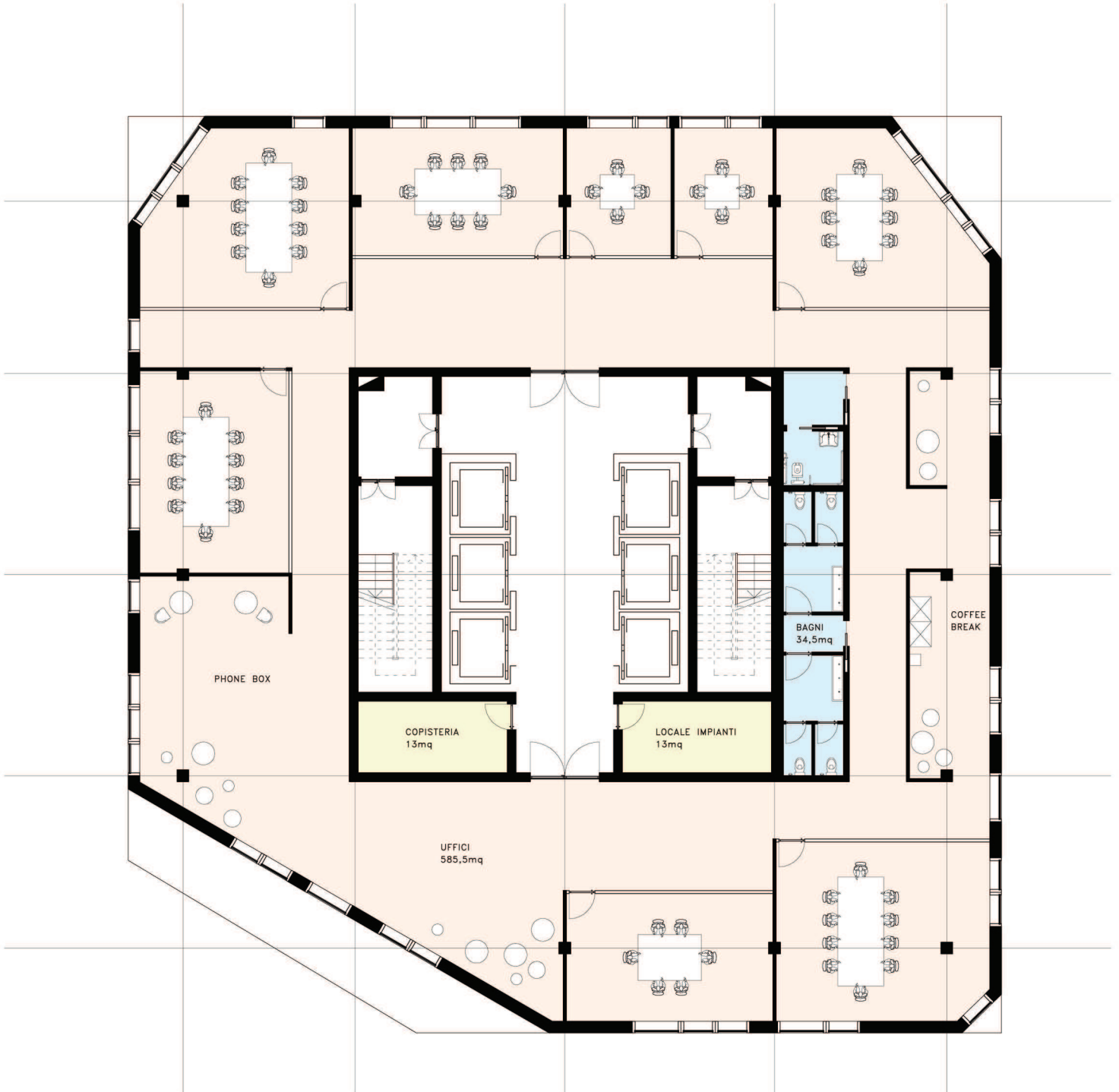


Figura 7.46. Private Space, Team

SCALA 1:200



Figura 7.47. Render interno, Team



Figura 7.48. Render interno, Phone Box



Figura 7.49. Render interno, Meeting Box



Capitolo 8

L'ILLUMINOTECNICA



8.1. IL BENESSERE VISIVO E AMBIENTALE

Il benessere visivo/illuminotecnico si ottiene quando una persona può svolgere i compiti che richiedono l'uso della vista nel migliore modo possibile, cioè quando sussistono le giuste condizioni di illuminazione. A favore di questo benessere concorre principalmente la luce naturale. Essa, infatti, è estremamente gradevole per l'uomo e, per di più, è un apporto energetico di tipo gratuito.

Lo studio di una corretta illuminazione naturale all'interno degli ambienti deve essere preso in considerazione già nelle prime fasi progettuali, scegliendo opportunamente l'orientazione del fabbricato, le dimensioni e le forme delle superfici vetrate e i relativi materiali.

La realizzazione di ambienti caratterizzati da un'adeguata illuminazione naturale assicura condizioni di benessere visivo per gli occupanti e, allo stesso tempo, una riduzione dei consumi di energia elettrica per l'illuminazione diurna, che rappresenta una parte rilevante delle spese di un edificio.

Se è vero che l'illuminazione naturale è la fonte primaria di benessere visivo, dall'altra parte, non è facile controllarla, come avviene, invece, per quella artificiale. Per sfruttare la luce solare all'interno dell'edificio si utilizzano soprattutto le superfici finestrate, le quali svolgono una triplice funzione: la prima è quella di permettere la vista dell'ambiente esterno, la seconda è quella di garantire un'adeguata distribuzione delle luminanze e la terza è quella di consentire una ventilazione naturale dei locali. Vi sono, però, due aspetti contrastanti da considerare dal punto di vista energetico nella progettazione di un fabbricato: la presenza di ampie superfici vetrate da una parte favorisce il benessere visivo e il risparmio di energia elettrica necessaria per l'illuminazione artificiale, dall'altra comporta un elevato consumo di energia per la climatizzazione dei locali sia in inverno che in estate.

La soluzione a questo problema si può trovare in un accurato posizionamento delle superfici vetrate, nello studio e successivo controllo della direzione ed intensità della luce naturale.

Nel progetto CoB Madrid è stato trovato il giusto compromesso tra le diverse questioni grazie all'utilizzo di serramenti ad elevate prestazioni, all'introduzione di sistemi di oscuramento e alla riduzione delle superfici vetrate a sud.

8.2. LO STUDIO DELLA LUCE

I fattori che incidono maggiormente sul livello di benessere visivo e, quindi, sulle prestazioni di un individuo sono il livello di illuminamento

e la distribuzione delle luminanze nel campo del visivo; inoltre, nel caso venga utilizzata la luce naturale, si considera anche il fattore di luce diurna.

Con l'ausilio del software Day Light Visualizer sono state effettuate verifiche illuminotecniche: è stato valutato il fattore di luce diurna (FLD), l'illuminanza (lux) e l'eventuale abbagliamento. Si è potuto così constatare velocemente se la soluzione architettonica adottata fosse ottimale anche dal punto di vista illuminotecnico e, in caso contrario, apportare le modifiche necessarie per raggiungere valori adeguati, agendo sia sulle dimensioni delle aperture, sia sul loro orientamento.

Il funzionamento del programma consiste nel preparare un modello tridimensionale dell'ambiente da analizzare, impostare l'orientamento, ora, mese, giorno e tipologia di calcolo da effettuare. Il software restituisce un render grafico in pianta o in prospettiva, a cui è sovrapposta una scala di colori, ai quali corrispondono diversi valori del parametro analizzato.

8.2.1. L'illuminamento

L'illuminamento è una grandezza ottenibile dal rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente e l'unità di superficie dell'oggetto illuminato.

Esso si esprime in lux (=lumen/m²) e rappresenta un criterio progettuale, in termini illuminotecnici, molto importante, poiché influenza sia la capacità di un individuo a percepire piccoli dettagli ad una data distanza, sia la velocità di percezione, cioè il tempo richiesto per compiere un compito visivo.

Il valore di illuminamento richiesto per lo svolgimento di un'attività dipende dal tipo di attività stessa e viene scelto all'interno di un intervallo limitato sia inferiormente, per garantire possibilità di percezione distinta degli oggetti, sia superiormente per evitare fenomeni di abbagliamento:

INTERVALLI DI ILLUMINAMENTO (lux)	AREE-COMPITI-ATTIVITÀ
20-30-50	Aree esterne di circolazione
50-100-150	Aree di circolazione e brevi viste
100-150-200	Locali non usati con continuità
200-300-500	Semplici requisiti visivi
300-500-750	Requisiti visivi medi
500-750-1000	Requisiti visivi di precisione
750-1000-1500	Requisiti visivi difficili
1000-1500-2000	Requisiti visivi speciali
>2000	Requisiti visivi molto precisi

Tabella 8.1. Range di illuminamento

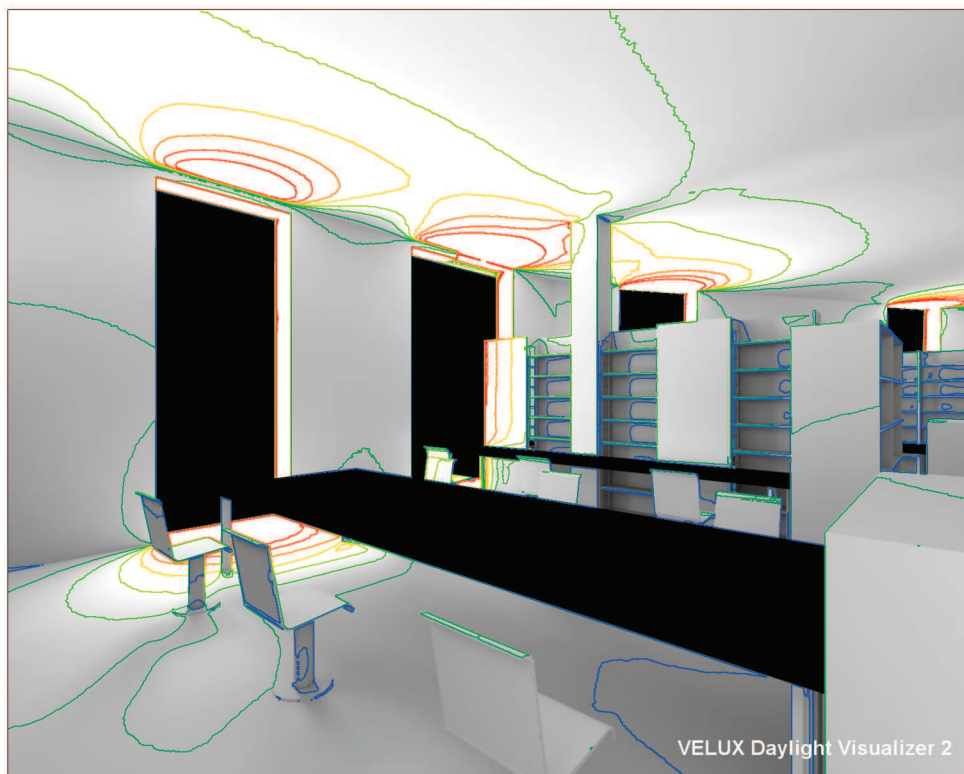
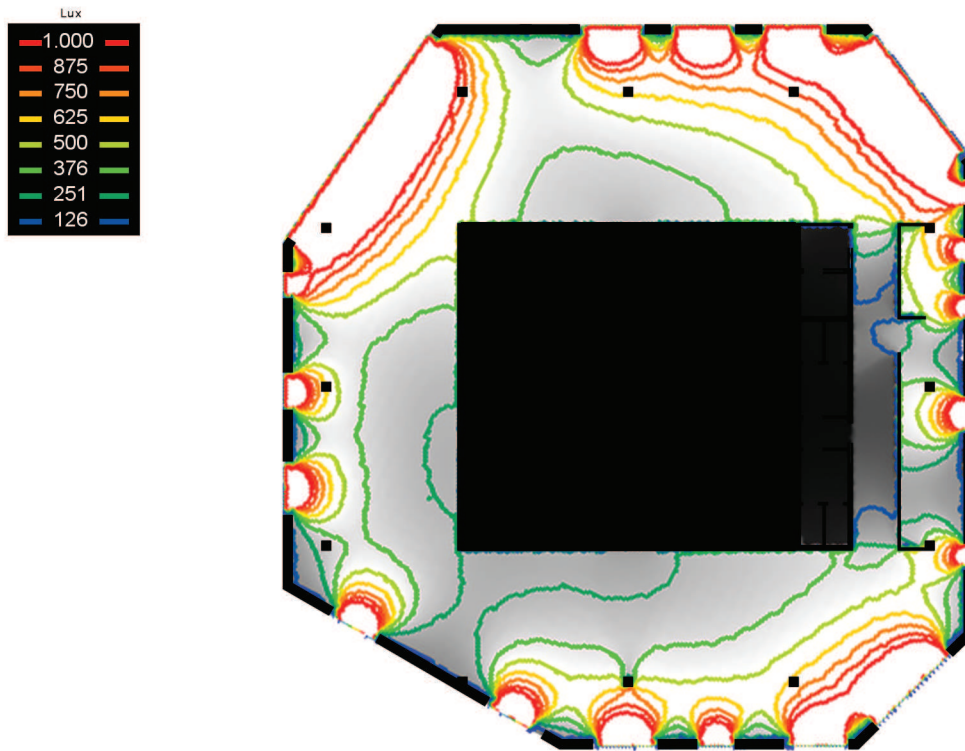


Figura 8.1. Illuminamento My Desk, 21 marzo

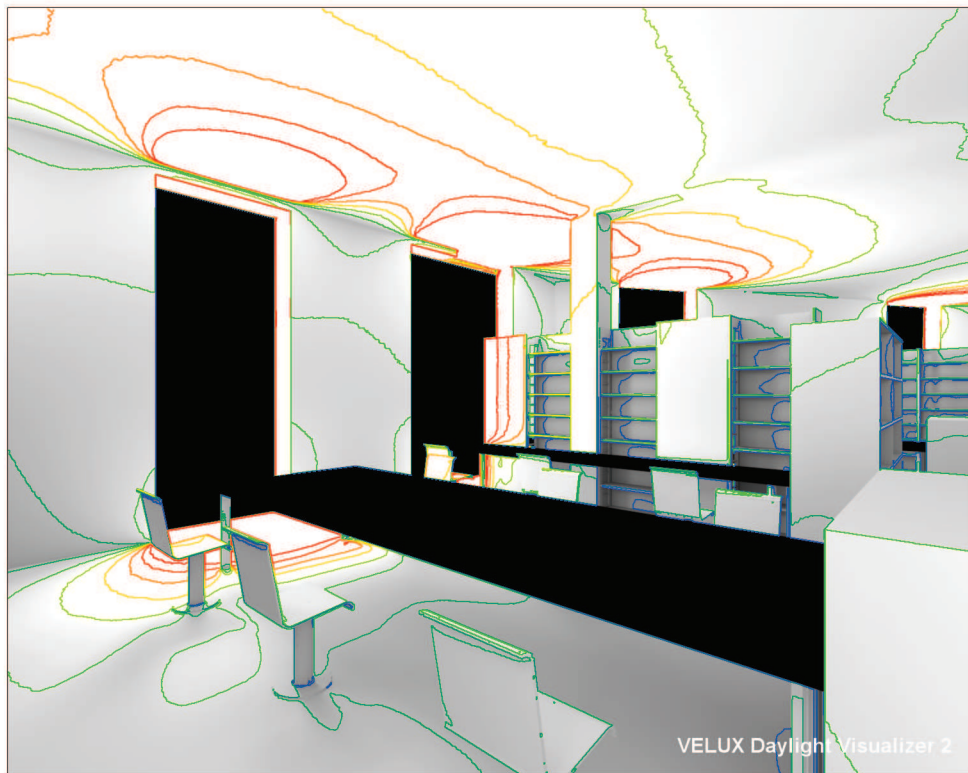
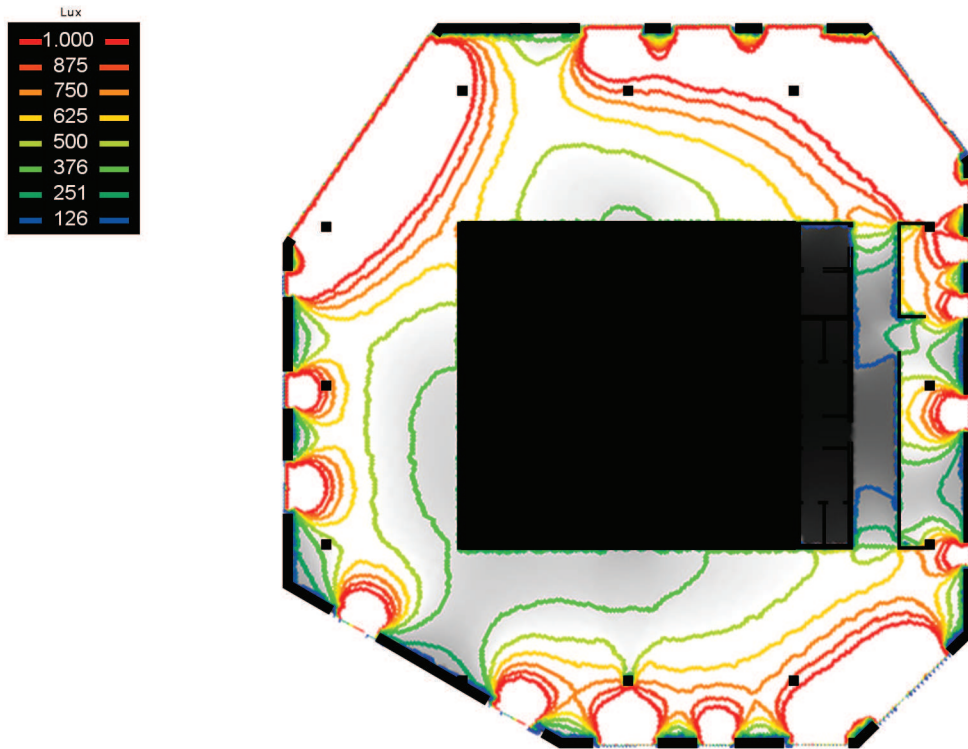


Figura 8.2. Iluminamento My Desk, 21 giugno

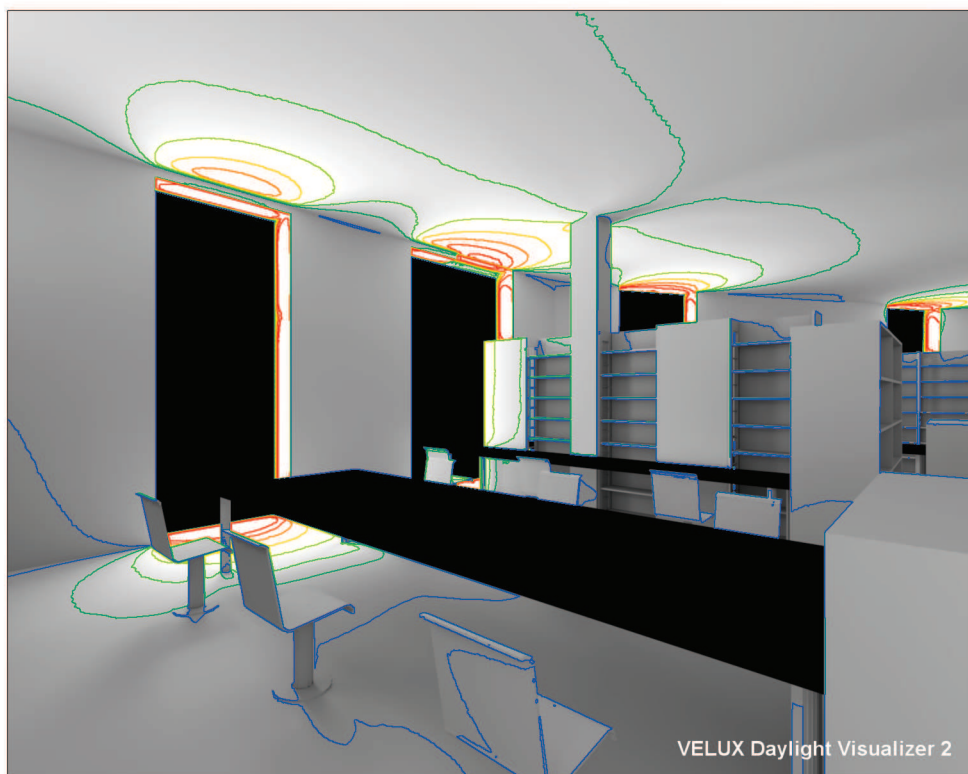
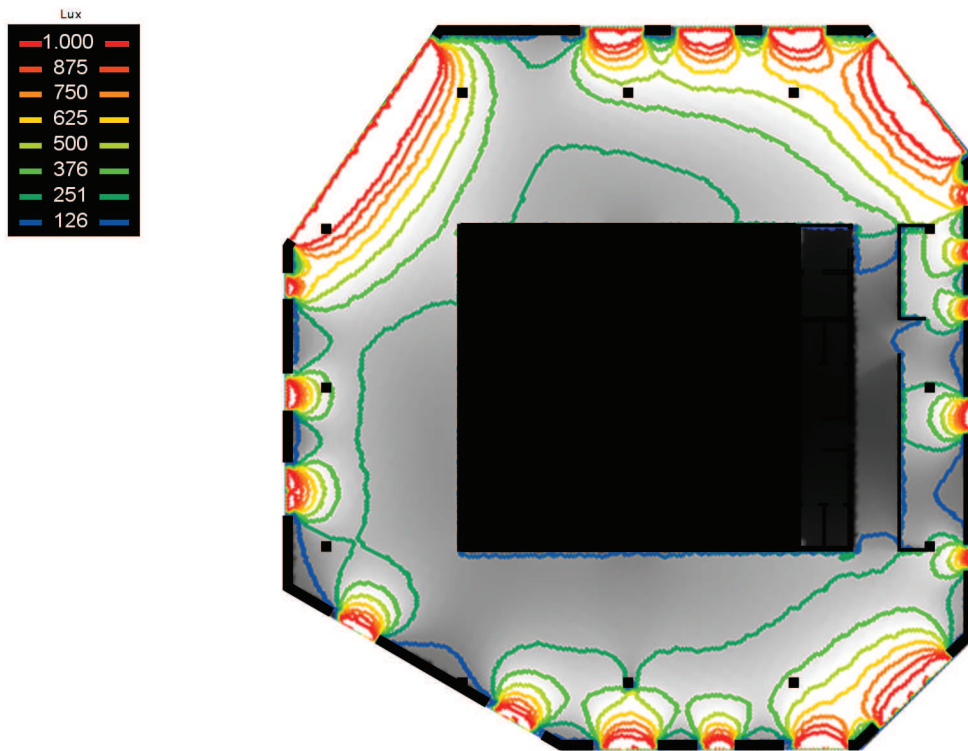


Figura 8.3. Illuminamento My Desk, 21 dicembre

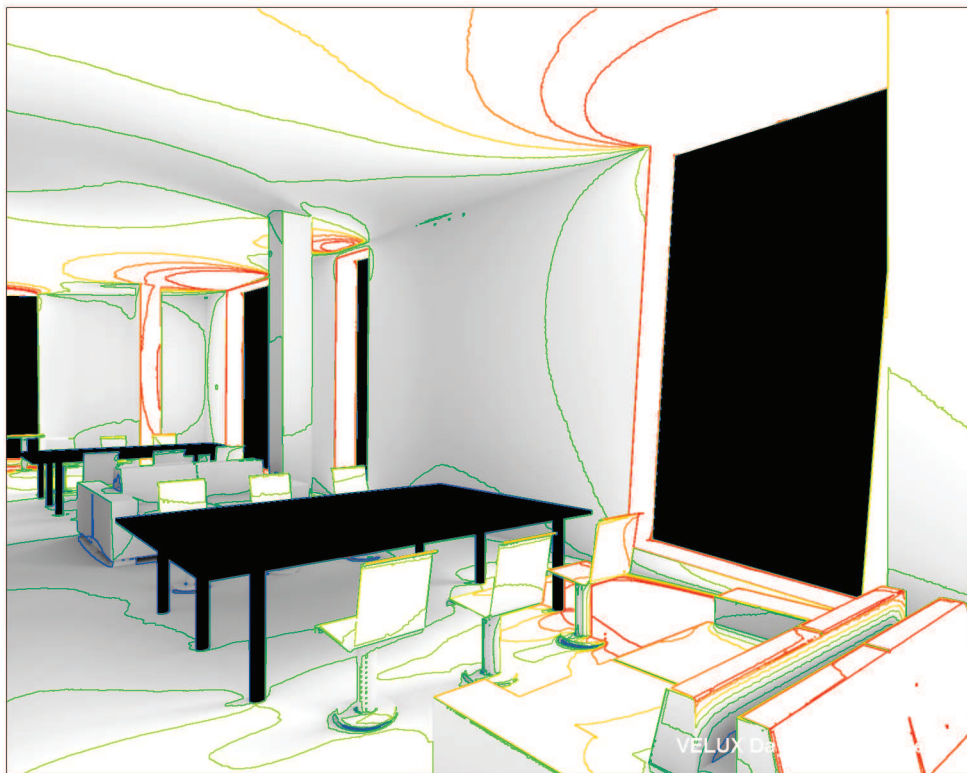
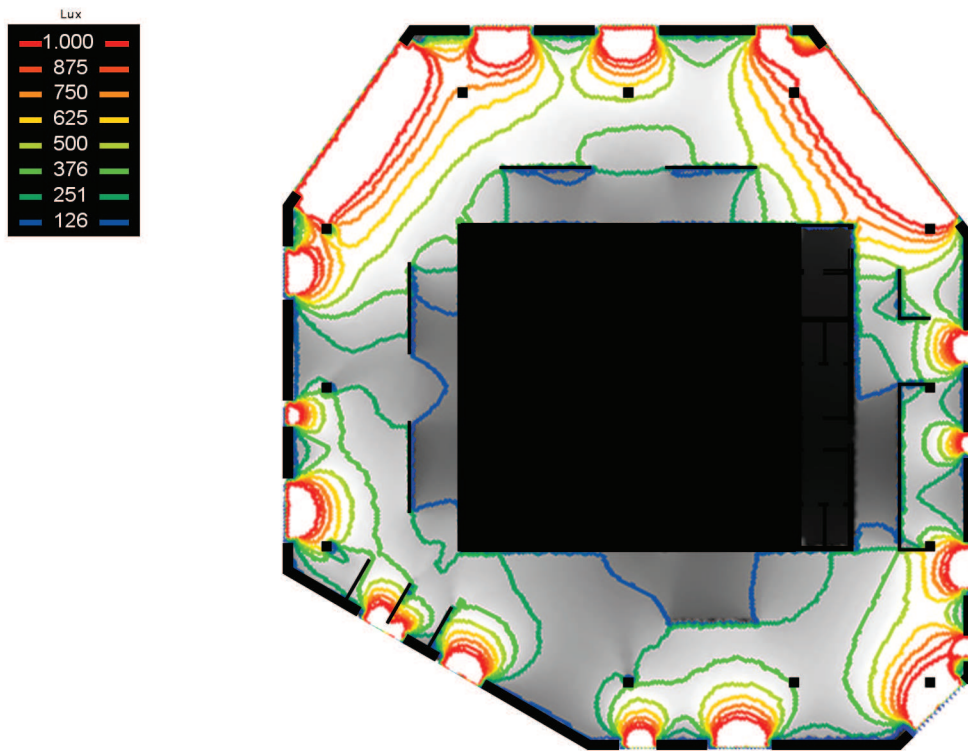


Figura 8.4. Iluminamento Flex Desk, 21 marzo

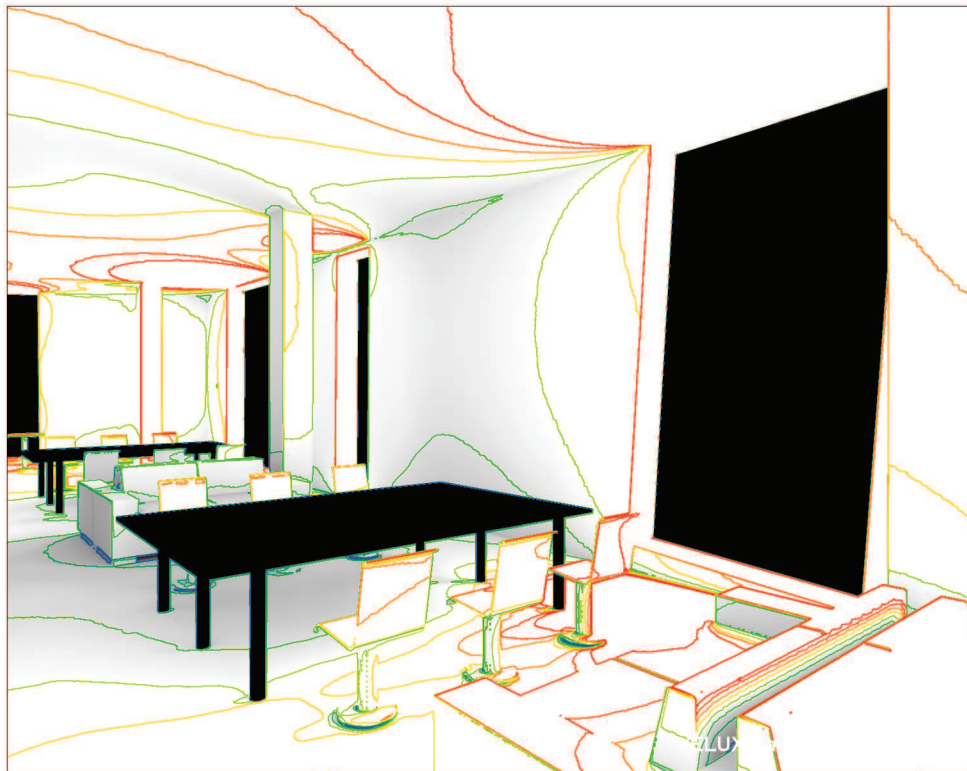
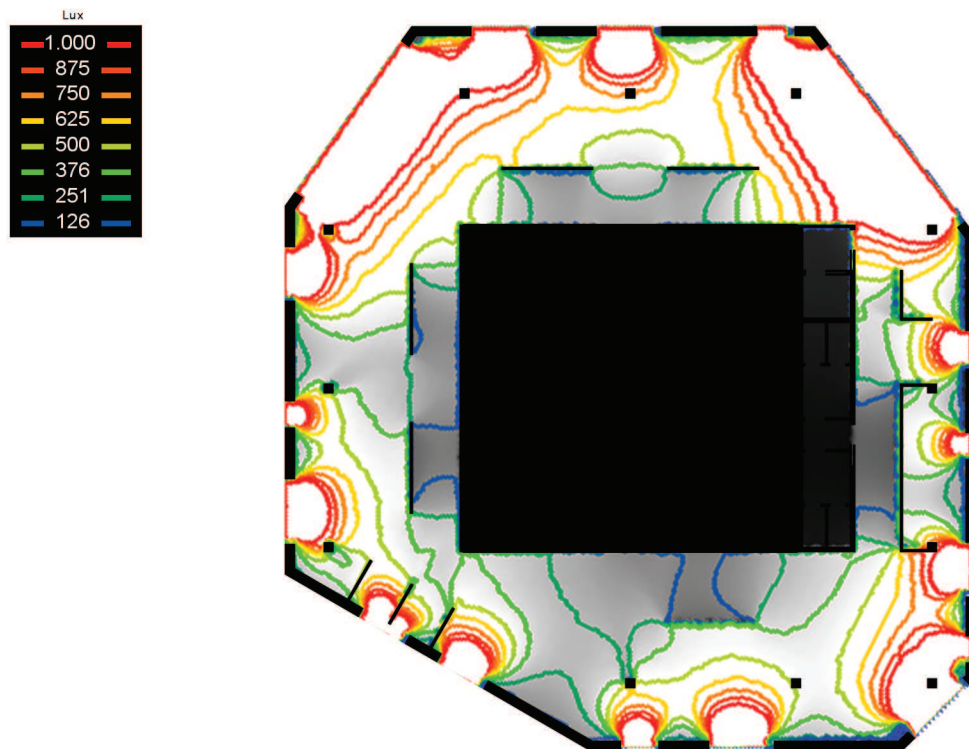


Figura 8.5. Illuminamento Flex Desk, 21 giugno

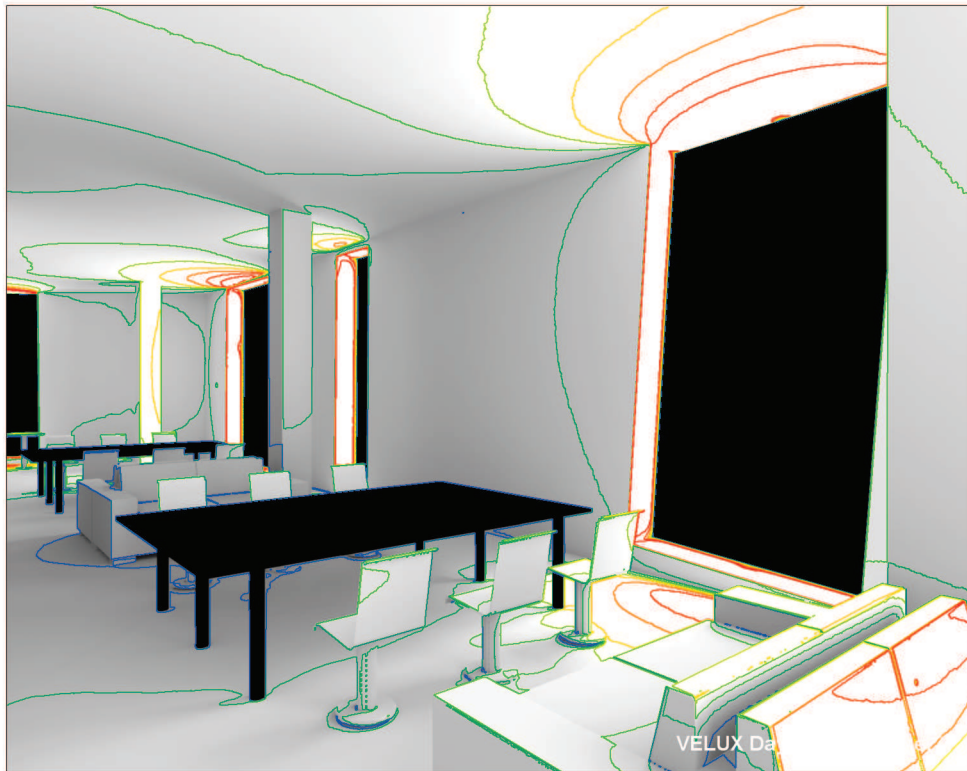
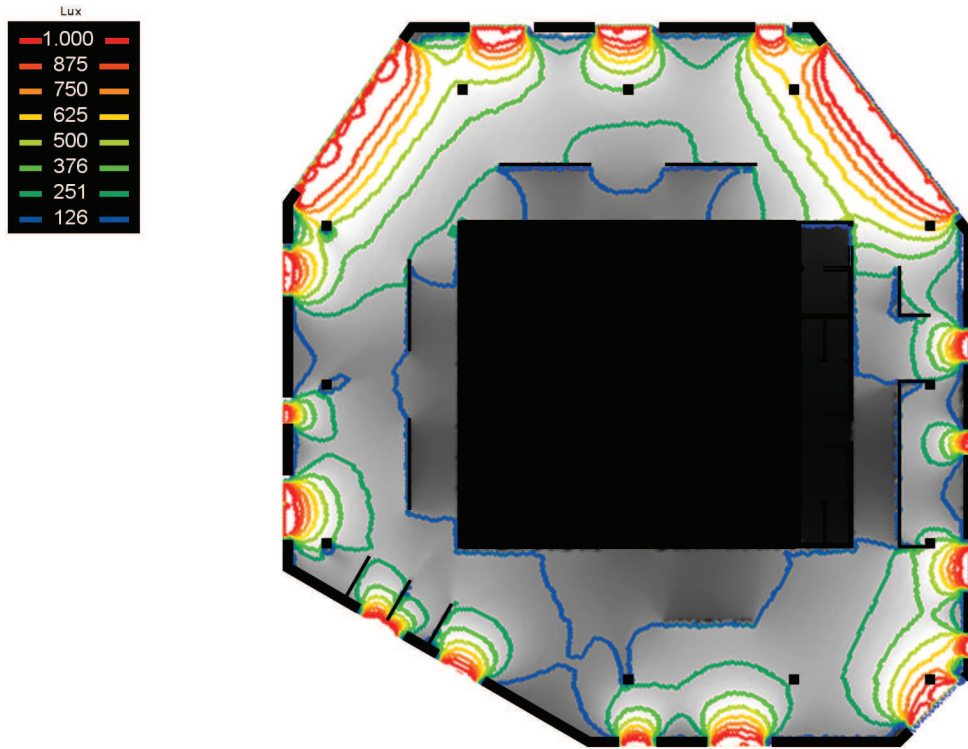


Figura 8.6. Iluminamento Flex Desk, 21 dicembre

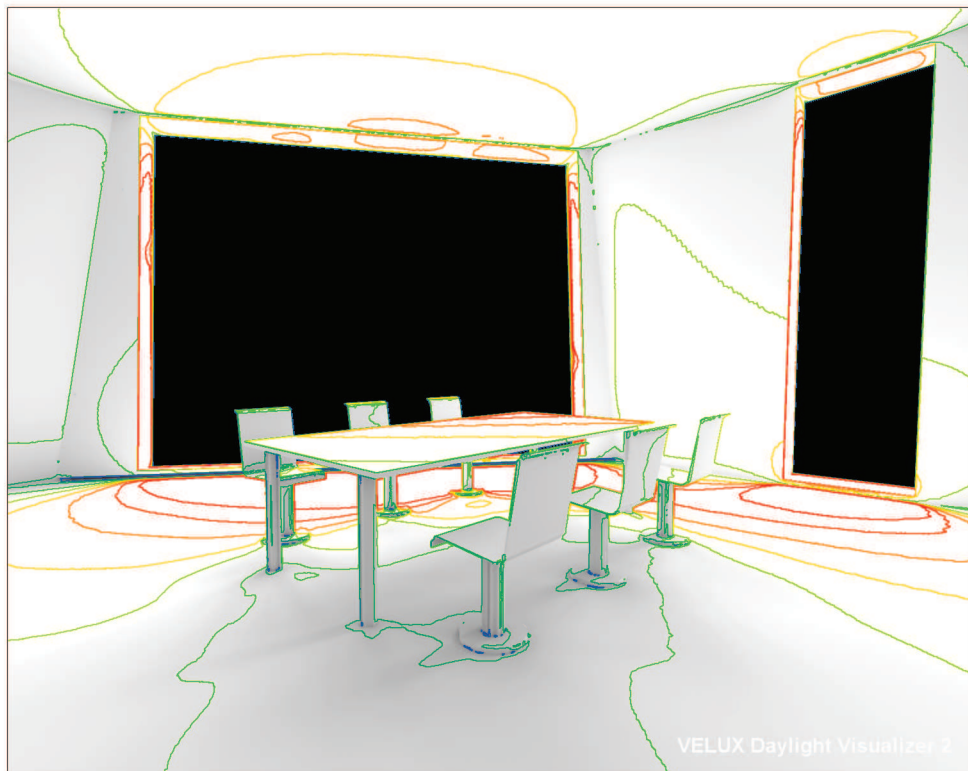
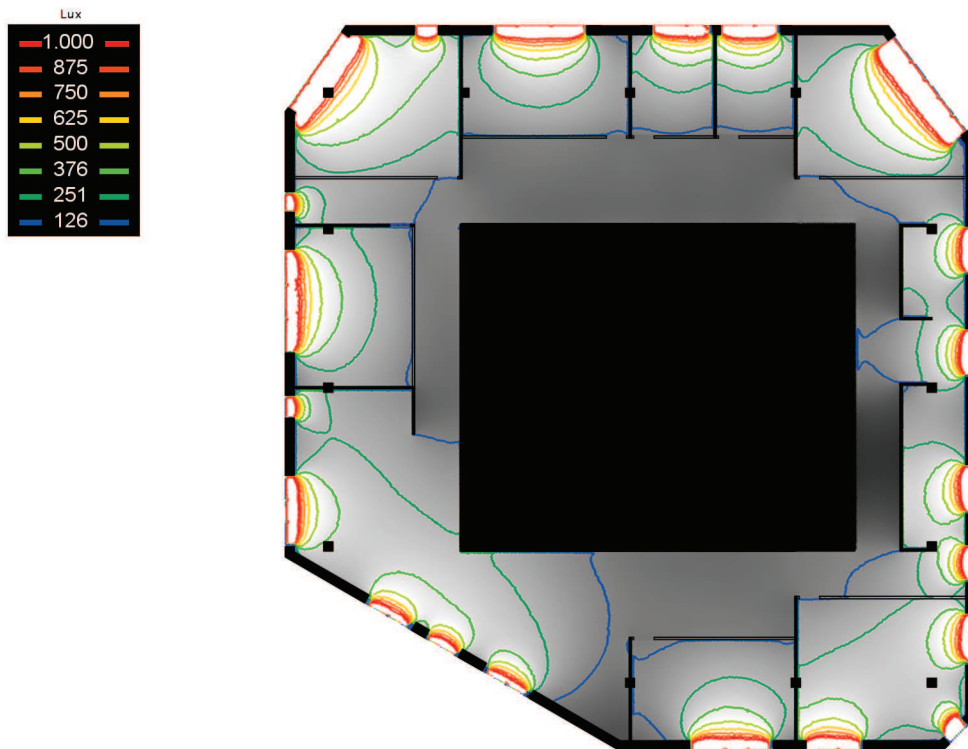


Figura 8.7. Illuminamento Team, 21 marzo

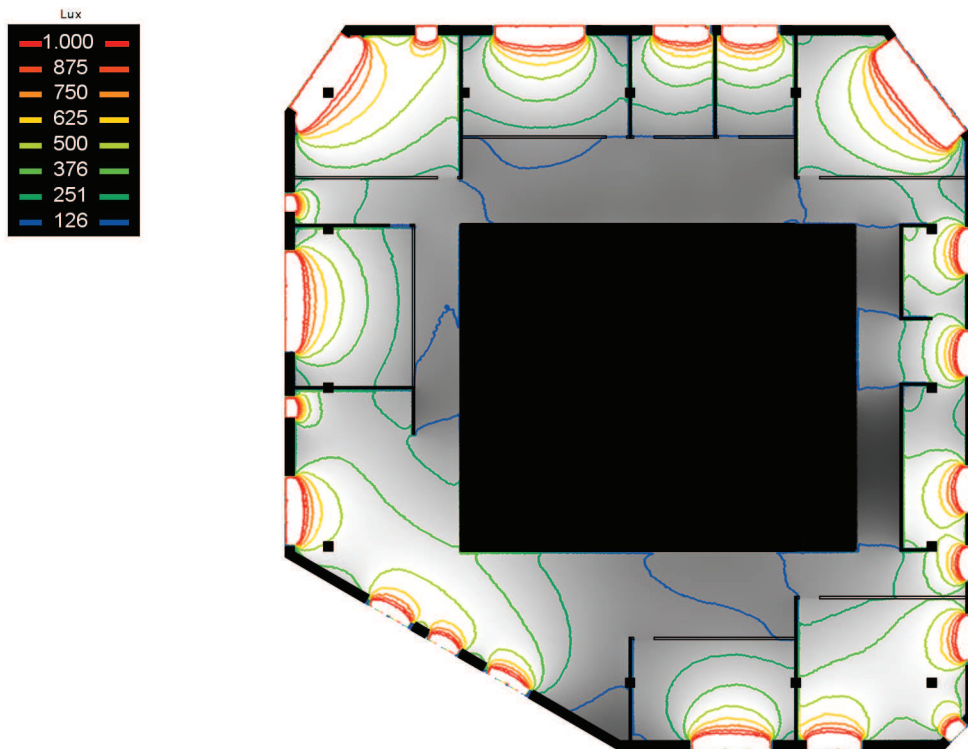


Figura 8.8. Iluminamento Team, 21 giugno

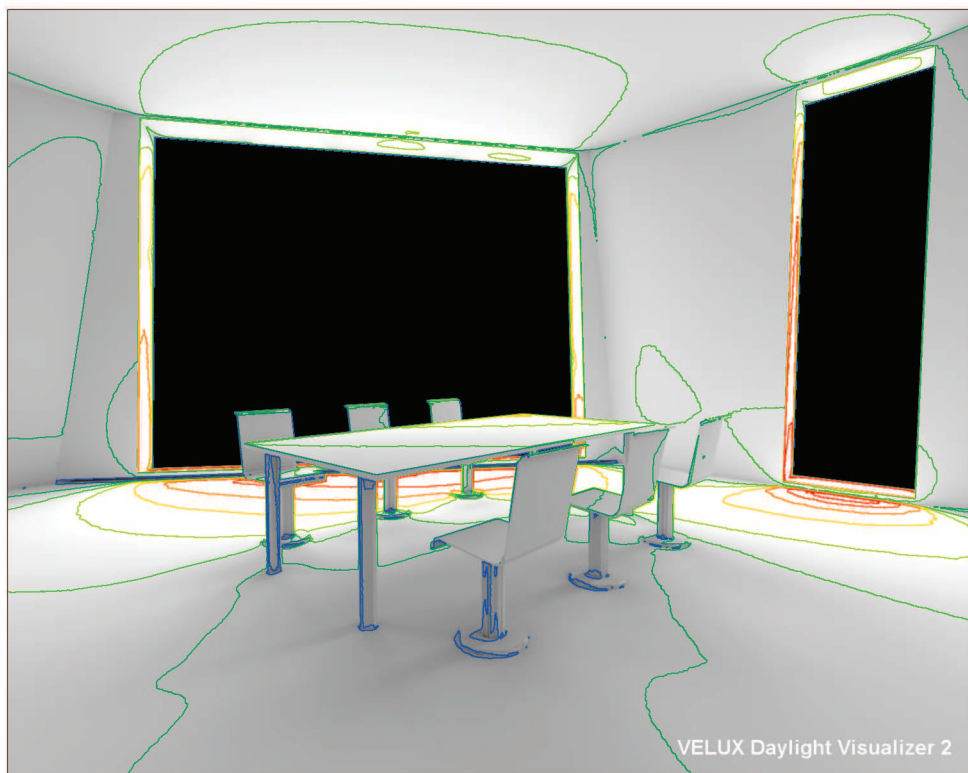
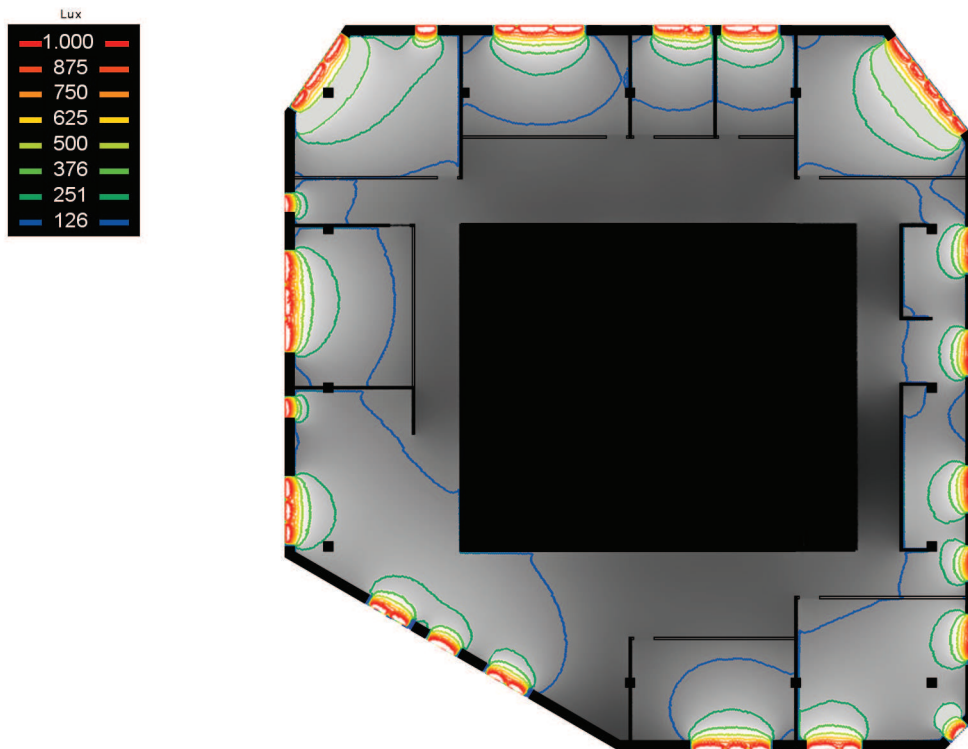


Figura 8.9. Illuminamento Team, 21 dicembre

8.2.2. Il fattore di luce diurna

Esistono vari metodi di calcolo che si basano sul fattore di luce diurna e, ognuno di essi, prende spunto dalla considerazione che il livello di illuminamento interno è notevolmente variabile, mentre il rapporto tra illuminamento su di una superficie posta all'interno ed una posta all'esterno nello stesso istante presenta una minore variabilità. Un'ulteriore osservazione comune sta nel fatto che il maggiore responsabile della variabilità nel tempo e nello spazio dell'illuminazione naturale interna agli edifici è la luce che arriva direttamente dal sole e che, viceversa, le condizioni più gravose per una verifica dell'illuminazione naturale sono quelle in cui non si ha illuminazione diretta dal sole e si è in condizioni di cielo completamente coperto. Sulla base di queste considerazioni si è allora introdotta una grandezza sintetica e adimensionale detta fattore di luce diurna, FLD, in grado di descrivere le prestazioni luminose dell'involucro edilizio, che non dipende dal livello di illuminamento esterno, ma solo dalle relazioni geometriche tra punto considerato all'interno dell'ambiente e volta celeste. Tale grandezza, indicata in percentuale, è definita come "il rapporto tra l'illuminamento, E , che si realizza su di una superficie orizzontale posta all'interno dell'ambiente considerato grazie alla luce proveniente dalla volta celeste (non si considera la radiazione diretta proveniente dal sole), e quello che contemporaneamente si ha su di una superficie orizzontale posta all'esterno senza alcuna ostruzione, E_0 ".

In base a tale definizione, il fattore di luce diurna può essere calcolato con la seguente relazione:

$$FLD = E/E_0$$

Con:

- E illuminamento su una superficie orizzontale posta all'interno dell'ambiente
- E_0 illuminamento di un punto esterno al locale che vede l'intera volta celeste

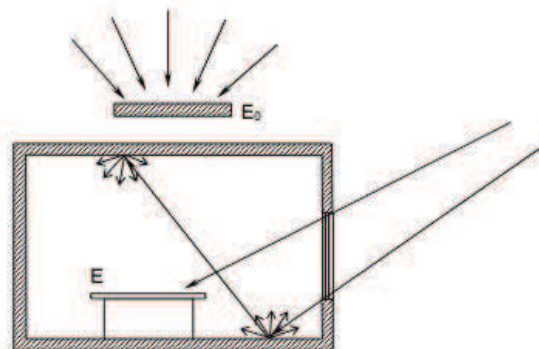


Figura 8.10. Il fattore di luce diurna

Si può quindi affermare che le grandezze da cui dipendono i diversi fenomeni coinvolti nella determinazione del fattore di luce diurna sono: l'area delle superfici vetrate, il coefficiente di trasmissione nel visibile del materiale trasparente che costituisce le finestre, l'area dei diversi elementi che costituiscono l'involucro e presenti all'interno del locale (pareti, pavimenti, soffitti, arredi, ecc), il coefficiente di riflessione nel visibile delle superfici dei vari elementi presenti all'interno del locale, la presenza di ostruzioni di qualsiasi genere, esterne o interne, che limitino la vista della volta celeste e, infine, lo stato di manutenzione delle superfici vetrate e delle superfici interne.

Per raggiungere gli obiettivi di comfort visivo interno e di un accettabile sfruttamento della luce naturale, l'FLD deve essere superiore ad un certo valore, fissato come valore di soglia, al di sotto del quale non sono verificate le condizioni di illuminazione naturale sufficienti alle specifiche esigenze di benessere fisico e psicologico.

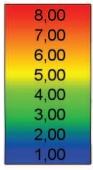
Uno schema di valutazione indicativo è il seguente:

INTERVALLI DI FLD (%)	VALUTAZIONE
$FLD < 0,3\%$	Insufficiente
$0,3\% < FLD < 1\%$	Discreto
$1\% < FLD < 4\%$	Buono
$FLD > 4\%$	Ottimo

Tabella 8.2. Range di FLD



Daylight Factor (%)



Daylight Factor (%)

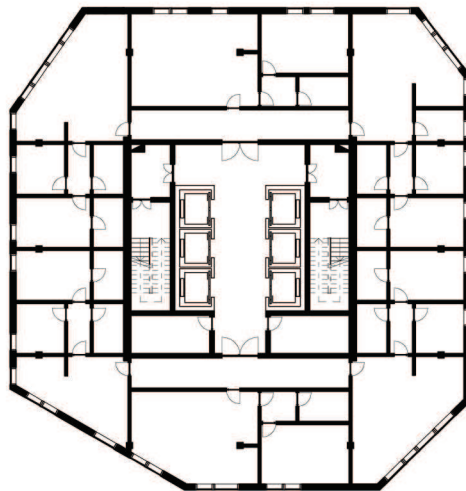
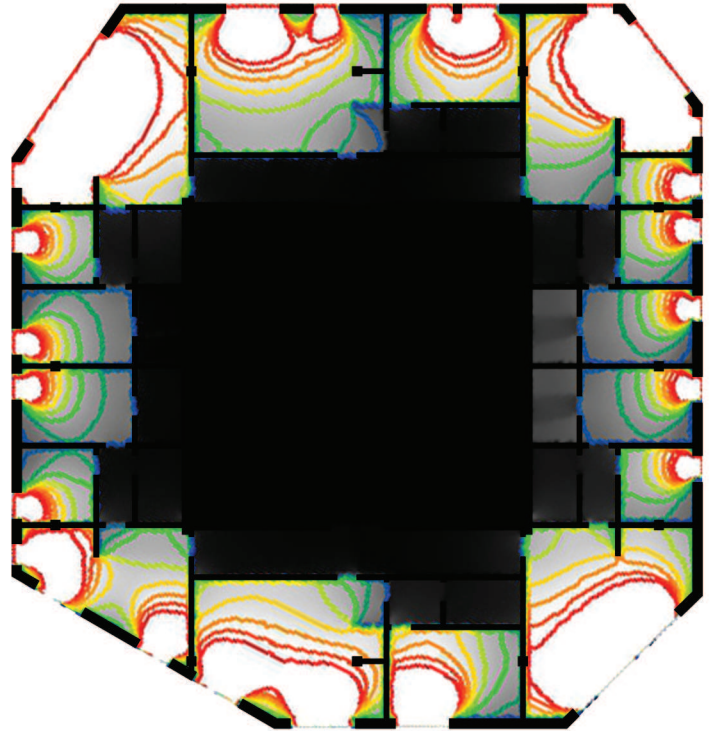
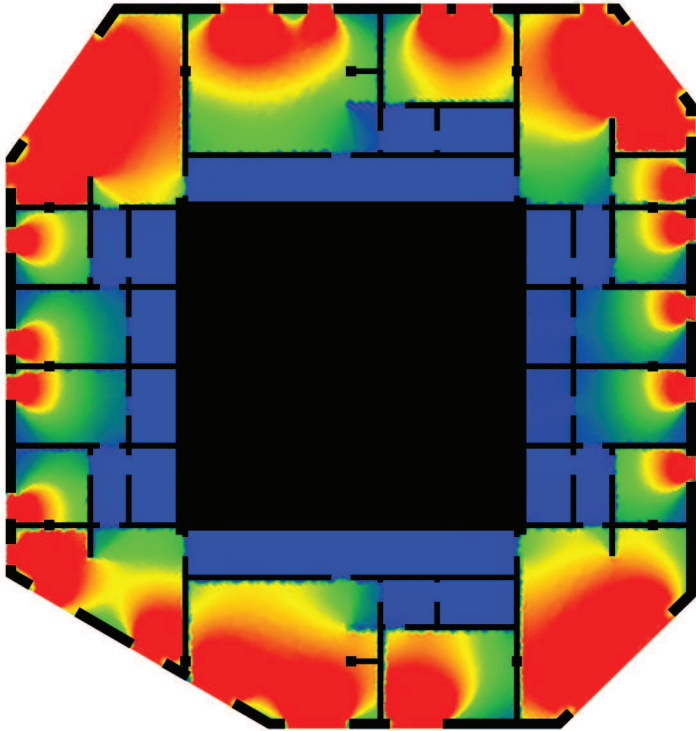
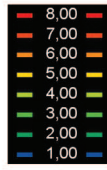
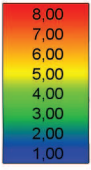


Figura 8.11. FLD Apartamenti



Daylight Factor (%)



Daylight Factor (%)

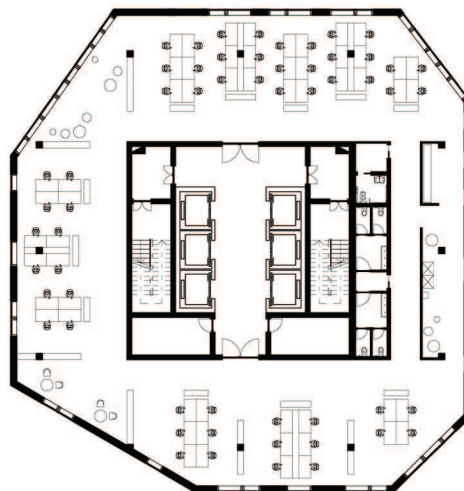
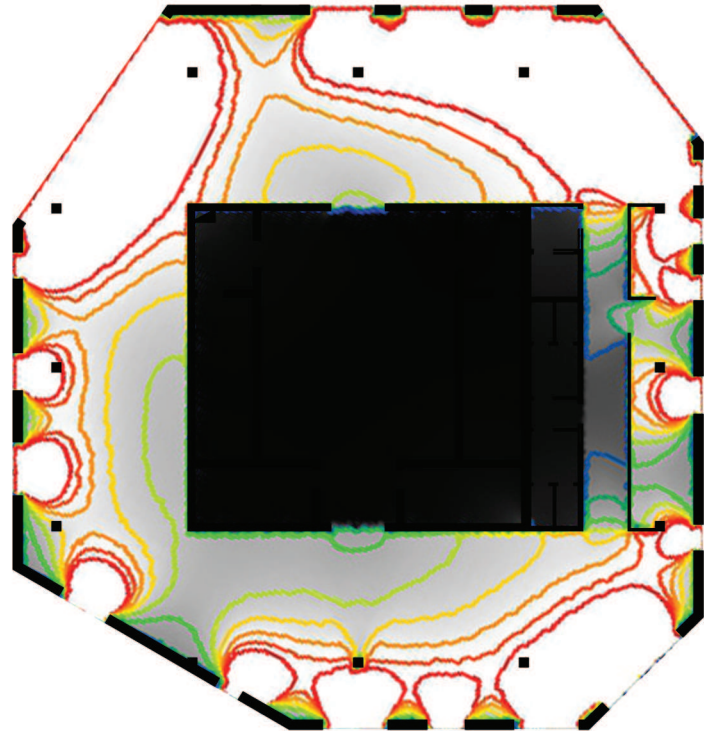
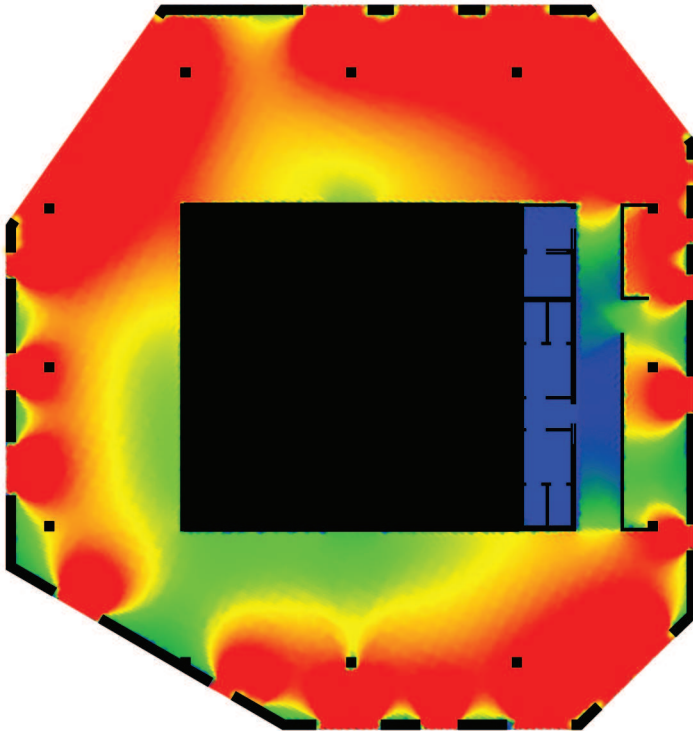
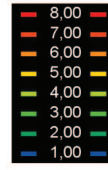
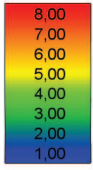


Figura 8.12. FLD My Desk



Daylight Factor (%)



Daylight Factor (%)

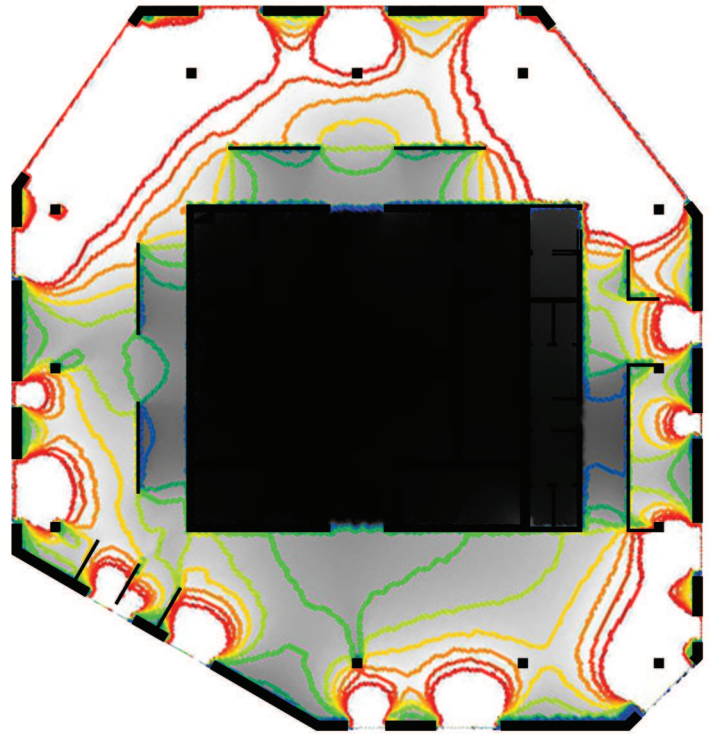
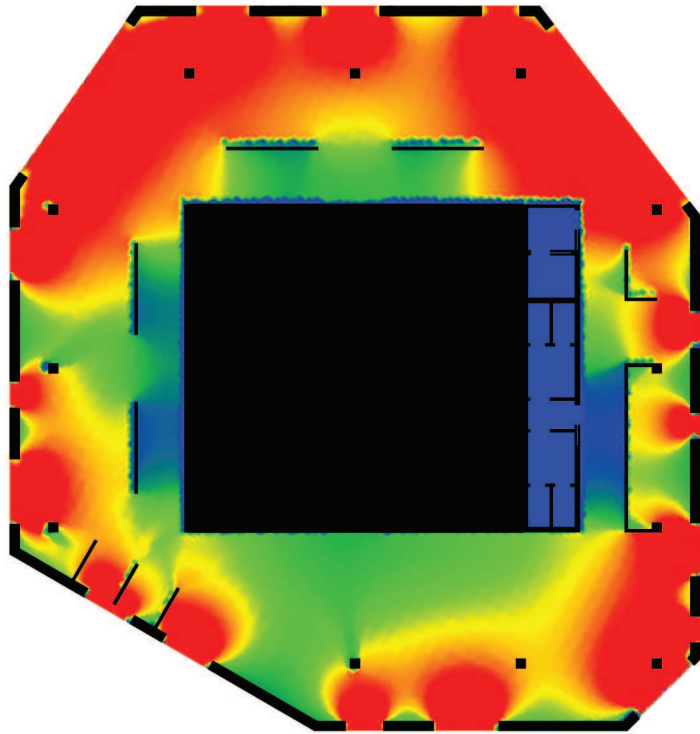
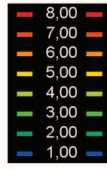
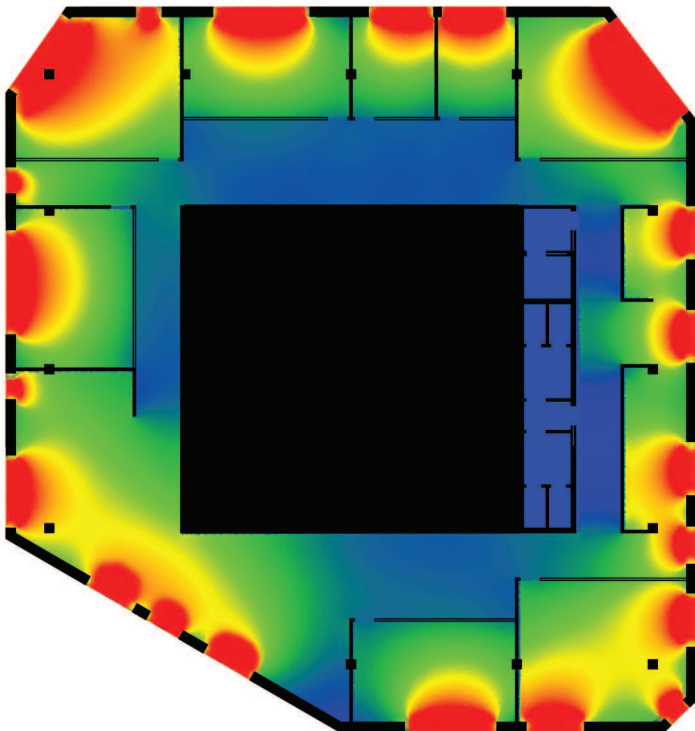
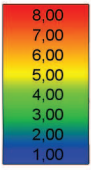


Figura 8.13. FLD Flex Desk



Daylight Factor (%)



Daylight Factor (%)

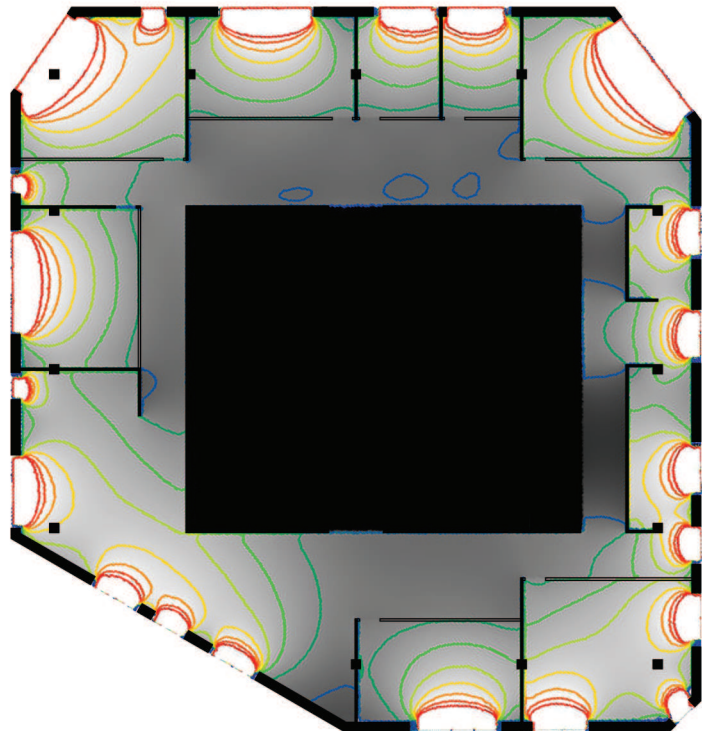
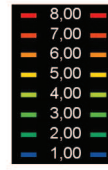


Figura 8.14. FLD Team

8.3. L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCHERMATURE

Le condizioni climatiche di Madrid impongono una particolare attenzione allo studio delle schermature, in quanto la città presenta condizioni critiche nella situazione estiva.

Vista la particolare conformazione dell'edificio non è stato possibile considerare l'introduzione di schermature aggettanti; pertanto si è deciso di adottare degli elementi frangisole mobili paralleli alla facciata.

Le schermature solari mobili rappresentano una soluzione efficace per controllare i parametri interni di benessere ambientale, senza porre limitazioni al soleggiamento nel periodo invernale e consentono il controllo ottimale dell'illuminazione, evitando fenomeni di abbagliamento. In estate impediscono l'eccessivo riscaldamento dell'involucro dell'edificio, mentre in inverno permettono il massimo degli apporti solari.

Nell'edificio CoB Madrid si è deciso di utilizzare dei sistemi di protezione solare mobili a lamelle orizzontali; per determinare il giusto posizionamento degli oscuramenti sono state analizzate le diverse soluzioni possibili.

SCHEMATURA ESTERNA

Per evitare che l'irraggiamento colpisca l'involucro esterno dell'edificio causandone l'innalzamento della temperatura è conveniente progettare sistemi esterni di oscuramento che però, essendo esposti agli agenti atmosferici, devono possedere anche caratteristiche di resistenza e necessitano di manutenzione e pulizia ordinari.

SCHEMATURA INTERNA

I sistemi interni, anche se di facile accessibilità e manutenzione, lasciano penetrare la radiazione negli ambienti, causando sia l'innalzamento della temperatura dell'involucro, sia l'innalzamento della temperatura interna dei locali sottoforma di calore intrappolato in prossimità delle finestre causa di un micro effetto serra.

SCHEMATURA INTEGRATA

Il sistema schermante posizionato nella vetrocamera è un sistema integrato, realizzato cioè tramite l'interposizione di una schermatura solare all'interno di una vetrata doppia o tripla isolante. Un dispositivo meccanico trasmette il movimento all'interno della vetrata mediante un campo magnetico e consente di manovrare in modo estremamente semplice il sistema schermante.

Questa schermatura è stata studiata in modo da mantenere le medesime caratteristiche di isolamento di una tradizionale vetrocamera, senza alterare le proprietà igroscopiche dell'intercapedine, permettendo di

ridurre gli apporti solari estivi non desiderati e sfruttare al massimo l'apporto solare nei mesi invernali, con conseguenti risparmi sulle spese di condizionamento e riscaldamento.

Per l'edificio progettato la soluzione ottimale è quella di un sistema con schermatura integrata in vetrocamera.

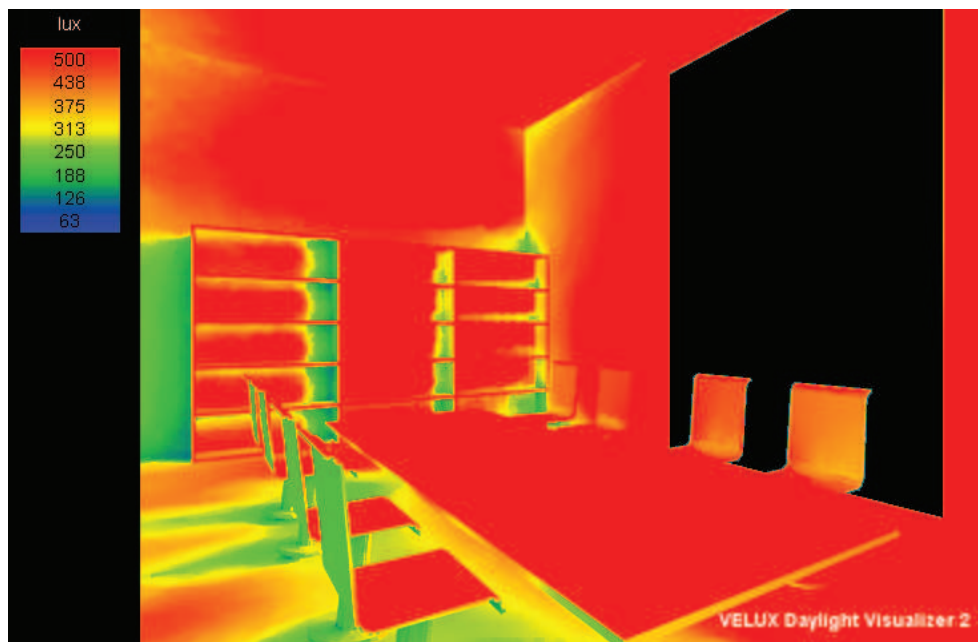


Figura 8.15. Condizione critica senza oscuramento

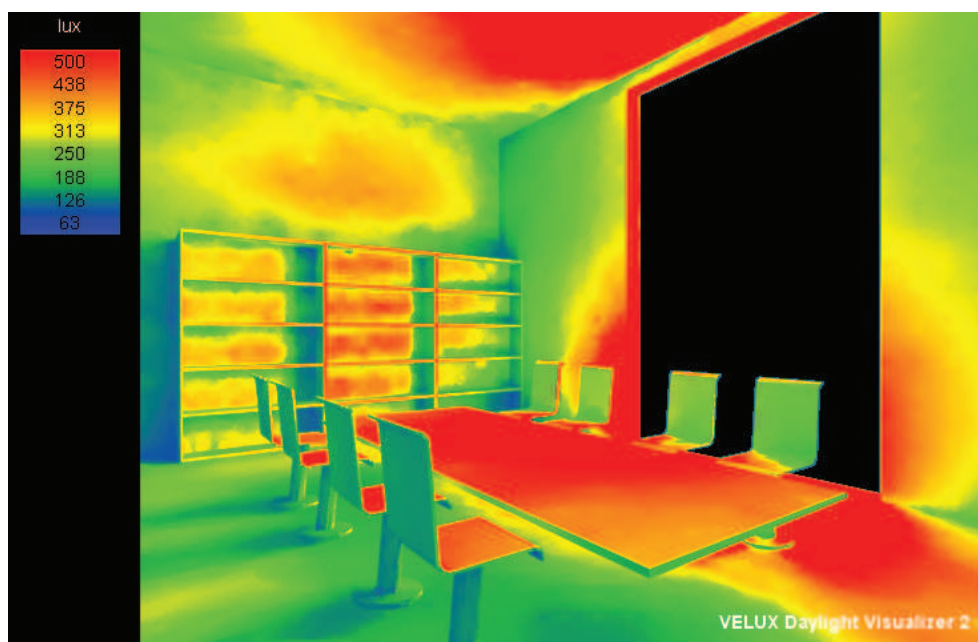


Figura 8.16. Condizione critica con oscuramento

8.4. I SISTEMI DI ILLUMINAZIONE AD ALTA EFFICIENZA

L'illuminazione artificiale è una voce di costo energetico non trascurabile, su cui può quindi valere la pena intervenire attraverso opportune azioni di miglioramento, che possono riguardare la sostituzione di componenti e sistemi (lampade, alimentatori, corpi illuminanti, regolatori) con altri più efficienti e l'impiego di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce.

L'utilizzo di alimentatori elettronici consente di ridurre i consumi energetici e di migliorare il funzionamento delle lampade grazie alla frequenza di alimentazione più elevata. Essi presentano, inoltre, durate superiori rispetto agli alimentatori magnetici.

Una attenta scelta dei corpi illuminanti permette di ottimizzare la distribuzione del flusso di luce prodotto da una lampada e il rendimento luminoso, con il risultato di non generare eccessive dispersioni di luce per riflessioni (rifrazioni interne all'apparecchio o per diffusione verso direzioni non utili). Per ciascun apparecchio illuminante è quindi importante valutare il rendimento luminoso, il quale esprime la frazione di flusso luminoso emesso dalla sorgente indirizzato verso la direzione utile.

I sistemi di regolazione servono ad evitare situazioni di spreco energetico connesso con un utilizzo non funzionale dell'illuminazione artificiale, quei casi in cui gli impianti di illuminazione sono lasciati inseriti a piena potenza anche se si ha un rilevante contributo di luce naturale, oppure in assenza di fruitori. La regolazione del flusso luminoso, ovvero la modulazione della potenza erogata dall'impianto in funzione delle reali esigenze di illuminamento, può essere effettuata tramite degli attuatori che possono anche accendere o spegnere i punti luce secondo particolari logiche: a tempo, a raggiungimento del livello di illuminamento, per presenza persone.

Il risparmio energetico conseguente all'utilizzo di lampade ad alta efficienza e/o di dispositivi funzionali per evitare sprechi connessi all'illuminazione artificiale si traduce nel contenimento delle emissioni dei gas serra e nella conservazione dei combustibili fossili.

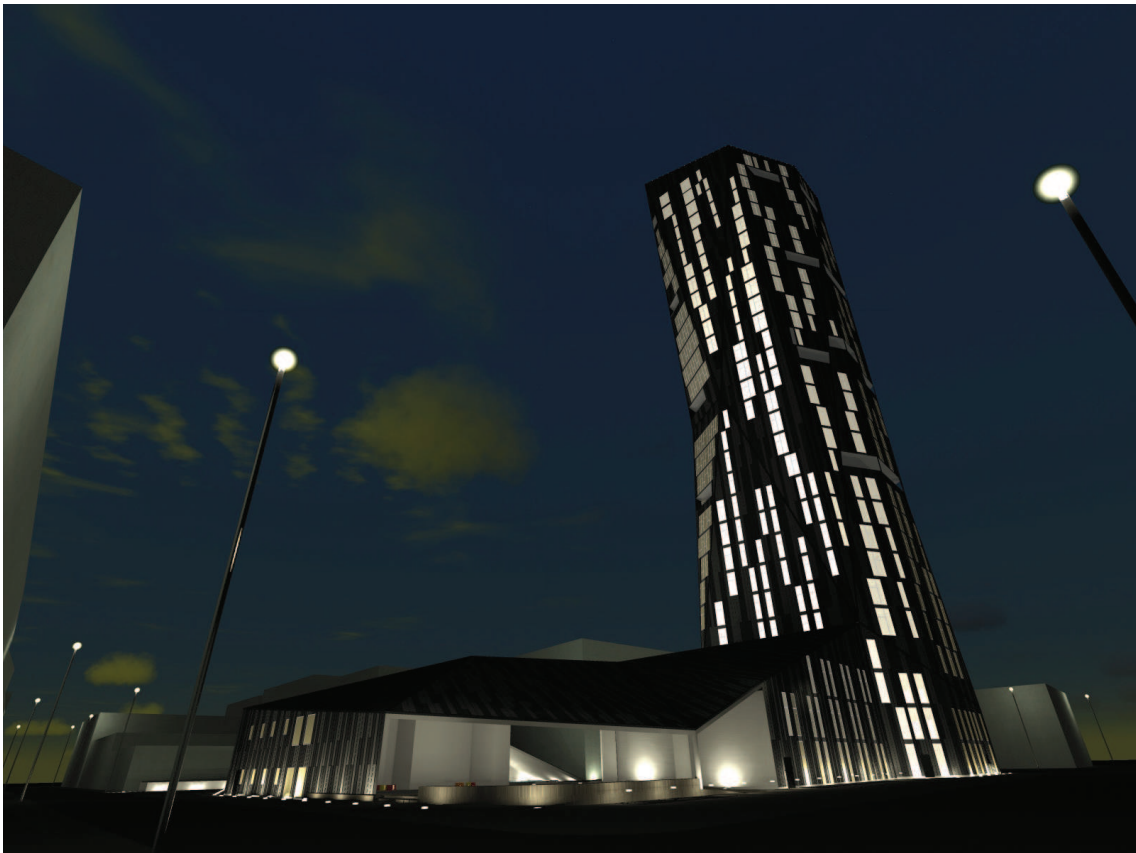


Figura 8.17. Render notturno



Capitolo 9

IL PROGETTO STRUTTURALE



9.1. LA RICERCA DELL'ALTEZZA E LE PROBLEMATICHE

La tipologia dell'edificio alto si è notevolmente sviluppata nell'ultimo secolo, sia nella forma architettonica, che nel sistema strutturale e nelle tecnologie utilizzate.

La struttura statica di un edificio alto è progettata per sostenere i carichi di progetto, sia verticali che orizzontali, limitando le oscillazioni indotte dal vento e dal sisma.

Negli ultimi 30 anni hanno cominciato ad emergere nuove problematiche: l'attenzione al contesto storico, urbano ed ambientale in cui l'edificio è inserito, la possibilità di illuminazione e ventilazione naturale, l'analisi del comfort sotto l'azione del vento.

La crescita in altezza e le forme sempre più innovative degli edifici hanno portato all'ideazione e allo sviluppo di nuovi sistemi strutturali. Partendo dall'impostazione iniziale di edificio "a gabbia", si sono realizzate procedure che legano funzionalità, equilibrio statico e dinamico, tecnologia ed aspetto architettonico, ideando sistemi a telaio controventati, strutture a nucleo centrale, a tubo esterno, a fascio di tubi, a megatelaio.

Nel progetto del sistema statico di un edificio alto sono determinanti le azioni orizzontali del sisma e del vento: l'elevata altezza rende infatti più pericolose le azioni laterali, che richiedono una maggiore resistenza strutturale ed inducono oscillazioni, che devono essere opportunamente valutate al fine di garantire una situazione di comfort per gli utenti. Per edifici situati in zona sismica è preferibile l'utilizzo di strutture flessibili, mentre in condizioni di forte vento la soluzione ottimale risulta essere un edificio rigido e pesante. Nel caso in cui i due problemi si presentano contemporaneamente la soluzione ideale risulta essere l'aggiunta di dispositivi di smorzamento, che riducono la risposta della struttura alle azioni orizzontali.

Negli ultimi 10 anni i progettisti e gli istituti normativi hanno iniziato a porre maggiore attenzione al progetto di una struttura soggetta all'azione del fuoco, in modo da garantire migliori dispositivi di protezione passiva ed attiva ed una adeguata progettazione delle vie di fuga.

L'approccio generale al progetto per le azioni naturali di vento, sisma e fuoco è chiamato "Performance-Based Design", in quanto si basa sulle prestazioni della struttura: vengono individuati alcuni livelli di rischio ed il corrispondente comportamento, che viene richiesto all'edificio.

9.2. LE AZIONI SUGLI EDIFICI ALTI

La struttura portante di un edificio alto deve essere in grado di resistere a due tipologie di azioni.

- Azioni verticali legate alla gravità, ossia prodotte dal peso proprio degli elementi strutturali e non, dal peso degli utenti e degli oggetti presenti nella costruzione per il suo utilizzo. Indipendentemente dall'altezza dell'edificio, il peso dei singoli piani è più o meno costante lungo l'altezza e quindi l'azione assiale sui pilastri aumenta, andando dai piani alti verso quello inferiori.
- Azioni orizzontali dovute a vento o sisma. I momenti flettenti legati a queste azioni aumentano di un valore pari al quadrato dell'altezza H dell'edificio, quindi il loro effetto diventa gradualmente crescente con l'altezza. Edifici snelli generano turbolenza attraverso un processo chiamato "vortex shedding", che può portare ad incrociare le oscillazioni del vento nella direzione ad esso trasversale. La prova del tunnel del vento è oggi il modo più economico per studiare questi fenomeni.

Queste considerazioni evidenziano che la resistenza alle azioni orizzontali, per gli edifici alti, diventa un criterio di progetto più vincolante, rispetto a ciò che accade per gli edifici di altezze ridotte.

Rispetto alle azioni orizzontali un edificio alto si comporta essenzialmente come una mensola verticale, incastrata alla base, soggetta a flessione e taglio. La flessione induce sforzi di trazione e compressione sugli elementi verticali, che si trovano da parti opposte rispetto all'asse neutro.

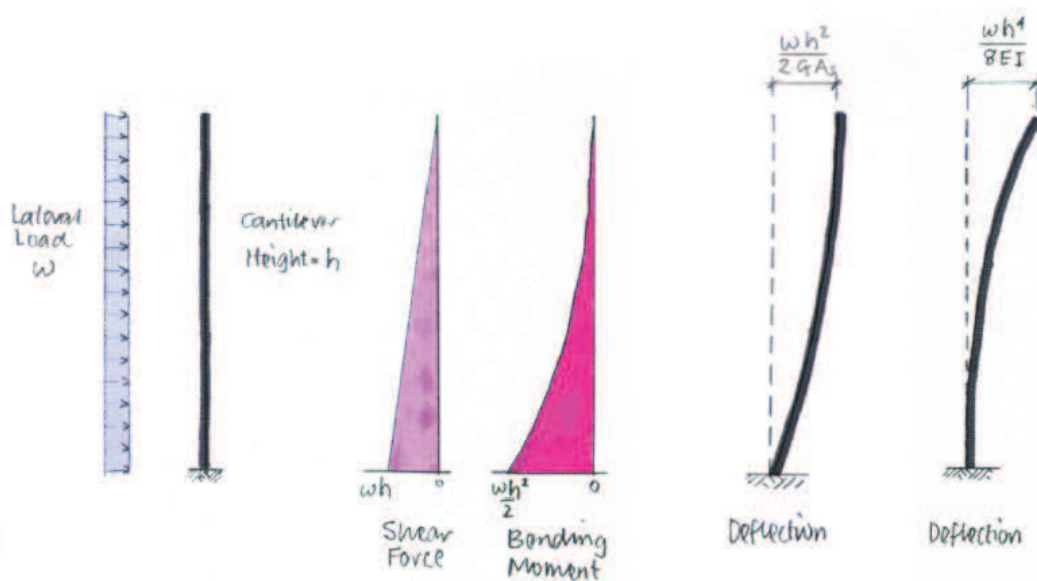


Figura 9.1. Le azioni sugli edifici alti

9.3. SCHEMI STATICI DEGLI EDIFICI ALTI

L'evoluzione dell'edificio alto ha permesso di passare da una struttura iniziale a gabbia, composta da una muratura perimetrale controventante (per massa) e telai metallici interni portanti solo i carichi di gravità (nodi a cerniera), ad un sistema a scheletro in acciaio, ai telai con nodi rigidi resistenti a momento, ai telai controventati con travi reticolari verticali ed orizzontali, ai sistemi a setto e a nucleo, ad una struttura tubolare in cemento ed acciaio, che si configura come tubo esterno (intelaiato e controventato), parallelamente come doppio tubo (combinazione tra rigidezza del nucleo interno e resistenza al ribaltamento del tubo perimetrale) e infine come fascio di tubi, al limite controventati, fino ad arrivare a sistemi interagenti, in cui travi trasversali di irrigidimento collegano la struttura interna a quella perimetrale. Recentemente si è poi giunti ad evoluzioni più spinte, come i telai giganti, le megastrutture (con base allargata e sommità rastremata), le costruzioni cellulari (sistemi a tubo con centro cavo), gli edifici a ponte (torri legate da strutture sospese), le strutture ancorate tramite cavi o puntellate.

STRUTTURE A TELAIO RIGIDO

Le strutture a telaio rigido sono costituite da griglie a maglia quadrata formate da travi e pilastri connessi mediante nodi rigidi. I nodi rigidi, a causa della deformazione indotta dalle forze esterne, mantengono invariati gli angoli tra gli elementi che collegano.

Le dimensioni delle colonne sono controllate principalmente dalle forze verticali, quindi aumentano andando dalla sommità alla base dell'edificio. Le dimensioni delle travi vengono fissate in modo che il telaio presenti una resistenza agli spostamenti orizzontali. La rigidezza rispetto a traslazioni orizzontali di un telaio rigido dipende dalla rigidezza a flessione delle travi, delle colonne, dei nodi. Essa è proporzionale alle dimensioni delle sezioni trasversali dei pilastri e delle travi, inversamente proporzionale alla distanza tra i pilastri. Per ottenere un telaio rigido, quindi, vengono utilizzati pilastri poco spazati e travi alte.

A ciascun livello del telaio, il taglio agente viene assorbito dalle colonne di quel piano e l'azione del taglio causa l'inflessione delle colonne.

I momenti applicati a ciascun nodo dalle colonne soprastante e sottostante sono equilibrati dai momenti nelle travi connesse allo stesso nodo; anche le travi quindi si inflettono per effetto di questi momenti di estremità.

Per effetto delle inflessioni di travi e colonne, il telaio subisce degli spostamenti orizzontali a ciascun piano che, sommandosi verso l'alto, danno origine allo spostamento totale della sommità del telaio. Il momento agente a ciascun piano del telaio è equilibrato dalla coppia

risultante delle azioni assiali nelle colonne da parti opposte del telaio. L'estensione e l'accorciamento delle colonne, dovuto a tali azioni assiali, causa ulteriori spostamenti orizzontali del telaio.

Il vantaggio principale di questo schema strutturale è dovuto al fatto che la struttura lascia libere maglie rettangolari, all'interno delle quali possono essere collocate nella massima libertà le aperture necessarie; permette, inoltre, una grande flessibilità in pianta, ossia libertà nella progettazione della distribuzione interna degli ambienti.

Nel caso in cui l'assorbimento delle forze orizzontali viene affidato solamente al telaio rigido, l'elemento strutturale risulta efficiente per edifici fino a circa 25–30 piani. Per un numero superiore di piani l'altezza delle travi, necessaria a garantire rigidità sufficiente, diventa anti-economica. In questi casi si utilizza, quindi, una combinazione di telaio rigido con pareti di taglio o controventi diagonali, che riducono le dimensioni di travi e colonne.

Le dimensioni delle travi e dei pilastri, ai diversi piani dell'edificio, dipendono dall'entità del taglio e del momento a quel livello e quindi devono crescere verso il basso. In alcuni casi ciò comporta l'impossibilità di contenere le travi all'interno dello spessore dei solai.

I telai rigidi sono molto duttili, quindi si deve porre particolare attenzione al dettaglio dei giunti per costruzioni in zona sismica.

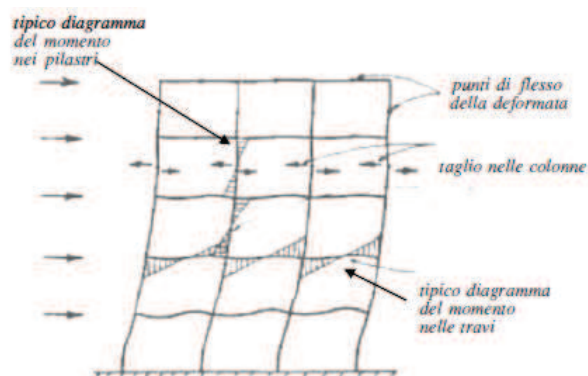


Figura 9.2. Strutture a telaio rigido

STRUTTURE CON CONTROVENTI RETICOLARI

Lo schema strutturale a controventi reticolari viene utilizzato principalmente per costruzioni in acciaio e cerca di migliorare l'efficienza dei telai a nodi rigidi, attraverso l'eliminazione della flessione nelle travi e nei pilastri.

Questi sistemi si comportano come mensole reticolari verticali, in cui la resistenza alle azioni orizzontali è affidata ad aste diagonali, che con travi e pilastri costituiscono una travatura reticolare soggetta, per effetto delle forze orizzontali, quasi esclusivamente ad azioni assiali.

Le diagonali e le travi costituiscono gli elementi d'anima della trave reticolare, mentre i pilastri funzionano da correnti. La resistenza alle azioni verticali viene invece affidata sia alle travi, sia ai pilastri.

Il taglio dovuto alle forze orizzontali è assorbito da elementi soggetti ad azioni assiali di trazione e compressione.

Per incrementare l'efficienza strutturale, questo tipo di costruzione utilizza i pilastri come elementi resistenti ad azioni verticali ed orizzontali, mentre gli elementi strutturali sono soggetti principalmente ad azione assiale.

Lo schema a controventi reticolare costituisce una struttura molto efficiente, che può essere usata qualunque sia l'altezza dell'edificio. In generale questa struttura è realizzata in acciaio, in quanto gli elementi diagonali sono soggetti sia a trazione che a compressione. Quando vengono realizzati edifici di questo tipo in cemento armato, gli elementi diagonali vengono calcolati trascurando del tutto la resistenza degli elementi tesi, ossia assegnando ai diagonali compressi tutto il taglio agente.

Uno dei vantaggi di questa struttura consiste nel fatto che le travi orizzontali partecipano in misura minima all'assorbimento delle forze orizzontali, quindi vengono dimensionate sulla base delle sole forze verticali, in modo da consentire l'utilizzo delle stesse travi a tutti i piani dell'edificio, con una conseguente riduzione dei costi.

Le diagonali costituiscono un vincolo forte per la collocazione delle aperture (porte e finestre), rappresentando un punto a sfavore nella scelta di questa struttura. Per questo motivo, spesso i controventi vengono collocati all'interno dell'edificio, in corrispondenza di vani scale, ascensori, o cavedi per impianti.

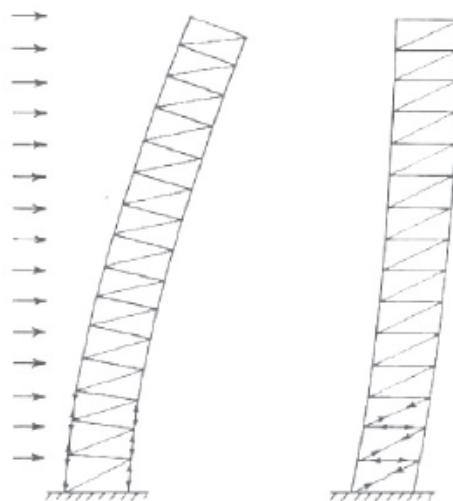


Figura 9.3. Strutture con controventi reticolari

STRUTTURE A PARETI DI TAGLIO

Nelle strutture a pareti di taglio la resistenza alle azioni orizzontali è affidata interamente a pareti cosiddette "di taglio" in cemento armato, il cui funzionamento è principalmente come mensole inflesse.

Le pareti di taglio si utilizzano sia in edifici con struttura in acciaio, sia in cemento armato e sono in genere collocate in corrispondenza di vani scala o costituiscono le pareti di tamponamento continue fino, alla fondazione dell'edificio.

Per edifici fino a 35 piani sono efficienti sia per la resistenza alle azioni orizzontali, che a quelle verticali ed in genere la loro collocazione in pianta viene effettuata in modo da attrarre una quota parte di carichi verticali, tale da annullare la trazione indotta dal momento prodotto dalle forze orizzontali. In questo modo si riduce la quantità di armatura necessaria ad assorbire gli sforzi di trazione.

Le pareti di taglio possono avere sezione rettangolare, ad L, a T, a U, per seguire meglio la distribuzione in pianta ed aumentare la rigidezza flessionale.

In pianta le pareti possono avere una collocazione simmetrica o meno rispetto alla direzione di applicazione della forza orizzontale.

Nel caso di collocazione simmetrica, la forza esterna induce solo traslazione nel piano orizzontale, mentre per una collocazione non simmetrica induce anche rotazione intorno al centro di rigidezza, quindi lo spostamento totale deriva dalla combinazione della traslazione e della rotazione.

Se a livello dei piani dell'edificio due o più pareti sono collegate da travi o solette rigide, si comportano come un'unica sezione di inerzia maggiore rispetto alla somma delle inerzie delle singole pareti. Si parla, in questo caso, di pareti accoppiate. Se questo collegamento rigido non esiste, ciascuna parete funziona indipendentemente dalle altre, assorbendo una parte di sollecitazioni proporzionale alla sua rigidezza.

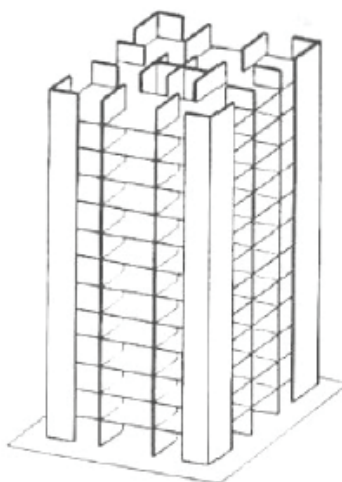


Figura 9.4. Strutture a pareti di taglio

STRUTTURE A NUCLEO

Se le pareti di taglio sono collocate in entrambe le direzioni e connesse tra loro formano dei nuclei resistenti, che diventano gli elementi principali nell'assorbimento delle azioni orizzontali. Nella maggior parte dei casi questi nuclei corrispondono al perimetro di vani scala e/o ascensori, in cui le aperture necessarie per l'accesso sono parzialmente chiuse da travi di piano o solette.

Il nucleo baricentrico dei servizi, dotato di elevata inerzia, concentra in sé la funzione controventante e lascia al resto della struttura l'onere delle sole forze peso, limitando a sufficienza le deformazioni orizzontali dell'edificio. Si ottiene, in questo modo, un notevole alleggerimento del peso degli elementi strutturali perimetrali di facciata.

Se l'edificio è soggetto anche a torsione, come in genere accade, bisogna tenere conto che i nuclei sono sezioni aperte a parete sottile, nelle quali la torsione induce il cosiddetto "warping", ossia una deformazione delle sezioni fuori dal loro piano (le sezioni non si mantengono piane). La sezione di base del nucleo, però, è incastrata alla fondazione e quindi deve necessariamente rimanere indeformata, inducendo trazioni e compressioni addizionali, nelle pareti del nucleo. Tali tensioni possono essere dello stesso ordine di grandezza di quelle dovute alla flessione, nel qual caso non possono essere trascurate.

Il fenomeno del "warping" può essere compreso più facilmente facendo riferimento ad una sezione a doppio T soggetta a torsione. La rotazione della sezione, indotta dalla torsione, provoca uno spostamento orizzontale delle due flange. Ciascuna di essa si comporta come una mensola incastrata alla base e soggetta ad uno spostamento orizzontale.

La chiusura parziale del nucleo, mediante travi o solette, incrementa la rigidità torsionale del nucleo e quindi riduce le deformazioni dovute al warping e le corrispondenti tensioni. Per contro, però, le travi o le solette, che realizzano la chiusura del nucleo, devono essere progettate in maniera da fornire adeguata resistenza a taglio e flessione.

Nello schema a nucleo gli elementi costitutivi dell'edificio tendono quindi a specializzarsi: al nucleo viene dato il ruolo di colonna vertebrale, in grado di contrastare le sollecitazioni orizzontali trasmesse dalle facciate, mentre i solai si configurano come puntoni aggiuntivi.

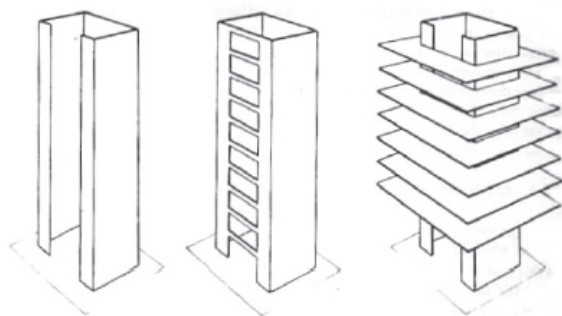


Figura 9.5. Strutture a nucleo

STRUTTURE ACCOPPIATE PARETE–TELAIO

I telai rigidi diventano poco efficienti al di sopra dei 30 piani, perché richiedono dimensioni eccessive degli elementi strutturali. Costruzioni con sole pareti di taglio, realizzate in cemento armato o mediante strutture reticolari, sono efficienti per edifici di altezza tra i 10 e i 35 piani.

Combinando pareti di taglio con telai si sviluppa una interazione, che consente di raggiungere in modo efficiente altezze tra i 40 e i 70 piani.

I due tipi di struttura, parete e telaio, hanno un comportamento diverso rispetto alle azioni orizzontali; in particolare, mentre le pareti si comportano come mensole, ossia elementi che subiscono rotazioni basse in corrispondenza della base ed elevate in sommità, i telai si deformano prevalentemente a taglio, ossia con rotazioni più elevate alla base e più modeste in sommità.

Se queste due tipologie di struttura sono collegate, quindi vincolate a subire gli stessi spostamenti, accade che la parete riduce le rotazioni del telaio alla base dell'edificio ed il telaio riduce le rotazioni della parete in corrispondenza della sommità. Il risultato è una struttura meno deformabile lungo tutta l'altezza dell'edificio.

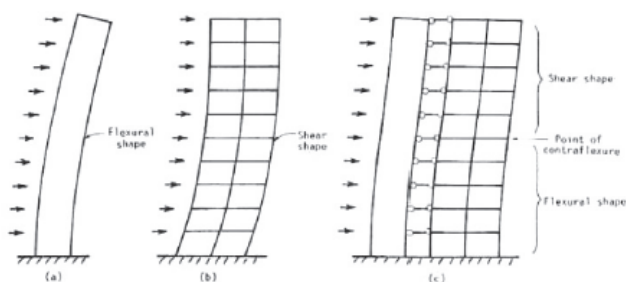


Figura 9.6. Strutture accoppiate parete–telaio

STRUTTURE A MENSOLA

Per edifici di altezza superiore a 70 piani, strutture a nucleo diventano poco efficienti, perché necessitano dimensioni eccessive degli elementi per resistere alla flessione indotta dalle forze orizzontali. L'eccessiva snellezza dei nuclei, inoltre, genera delle forze di trazione esagerate alla base dei nuclei, che in strutture in c.a. vanificano l'esistenza del comportamento a compressione del calcestruzzo ed in strutture in acciaio rendono necessarie saldature o collegamenti bullonati rilevanti, che complicano la messa in opera della struttura. Valori rilevanti delle forze di trazione, in corrispondenza delle fondazioni, possono inoltre condurre al loro sollevamento.

Questi problemi possono essere parzialmente risolti dal sistema

costituito da un nucleo centrale collegato, mediante mensole orizzontali (outriggers), a colonne poste sul bordo della struttura. Il nucleo può essere collocato nella parte centrale, o da un lato della costruzione. Alle estremità delle mensole sono collocate delle colonne di dimensioni ridotte rispetto a quelle del nucleo centrale. In questo modo il taglio prodotto dalle forze orizzontali è assorbito, quasi interamente, dal nucleo centrale, mentre la resistenza a flessione è ottenuta da una combinazione della resistenza a flessione del nucleo e della resistenza a flessione fornita dalla coppia formata dalle azioni assiali nei pilastri esterni. L'ausilio delle colonne di estremità conduce a valori inferiori dei momenti e delle deformazioni nel nucleo, rispetto a quelli che si avrebbero se esso fosse l'unica struttura resistente.

Allo scopo di mobilitare un maggior numero di colonne esterne, oltre a quelle poste all'estremità degli "outriggers", si collocano delle travi alte, "belt", intorno alla struttura. Per rendere sufficientemente rigidi gli "outriggers" e le "belt" tali travi si realizzano ad una altezza pari ad almeno uno o anche due piani e, per limitare gli effetti dell'ostruzione che questo causa, in genere vengono collocate a livello degli impianti. In alcuni casi le travi a mensola vengono collocate alla sommità dell'edificio. Ogni livello aggiuntivo di "outriggers" incrementa la rigidezza a flessione della struttura, mentre la rigidezza a taglio non è aumentata dagli outriggers ma è affidata solo al nucleo.

Uno dei vantaggi di questo schema strutturale è che le colonne sul perimetro possono essere collocate con interasse maggiore rispetto a quello consentito in un telaio, ciò consente una grande flessibilità nel disegno della facciata.

In alcuni casi si sono realizzate solo delle megacolonne agli spigoli dell'edificio; per questi pilastri, fortemente compressi, le trazioni indotte dal vento diventano decompressioni e consentono, quindi, di sfruttare al meglio la capacità del calcestruzzo. La presenza delle megacolonne angolari aumenta, quindi, l'efficienza del progetto in cemento armato, consentendo, inoltre, ampi spazi privi di colonne.

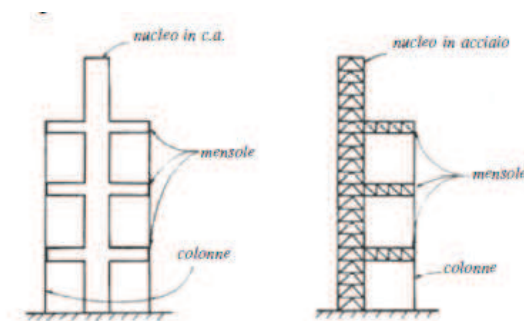


Figura 9.7. Strutture a mensola

STRUTTURE TUBOLARI

La filosofia alla base di questa tipologia di struttura è quella di portare verso il contorno della costruzione la maggior parte degli elementi strutturali, cui è affidata la resistenza alle forze verticali. In questo modo, si aumenta l'inerzia della sezione trasversale dell'edificio e quindi la sua rigidità.

Affinchè si abbia un effettivo aumento dell'inerzia della sezione è necessario che essa si comporti come una sezione unica e, quindi, che gli elementi resistenti verticali siano connessi in maniera efficace mediante piani rigidi. È inoltre necessario limitare il fenomeno dello shear-leg, legato alla deformabilità delle facce del tubo.

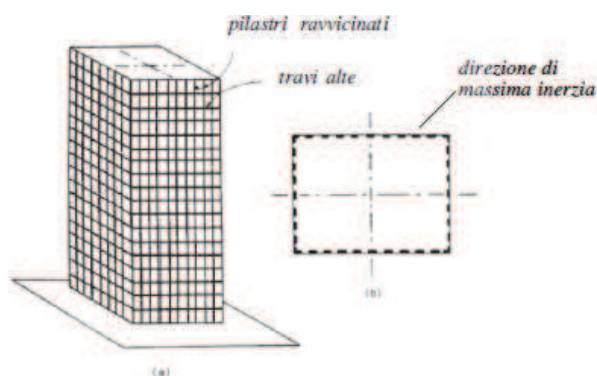


Figura 9.8. Strutture tubolari

Le strutture tubolari possono essere di diverso tipo.

– A tubo intelaiato.

In edifici di questo tipo la struttura è costituita da quattro telai rigidi ortogonali, che in pianta formano un tubo. In questo modo la sezione trasversale dell'edificio funziona come un profilo cavo a sezione rettangolare, quadrata, circolare, ecc, cui è affidata la resistenza alle azioni orizzontali del vento. I telai paralleli alla direzione del vento funzionano da "anima" della sezione trasversale, i pannelli perpendicolari alla direzione del vento funzionano da ali.

Le forze verticali dovute alla gravità vengono assorbite in parte dalla sezione tubolare ed in parte da pilastri o nuclei interni alla pianta.

Per ottenere che ciascun telaio nel suo piano funzioni come un pannello rigido, si realizzano delle travi alte e corte, in maniera da aumentare la rigidità. L'incremento di rigidità delle travi è ottenuto riducendo la luce, ossia collocando le colonne a distanza ravvicinata e aumentando il momento di inerzia, ossia l'altezza.

Dal punto di vista architettonico la concentrazione degli elementi strutturali sul contorno consente una grande libertà nella distribuzione interna.

L'uniformità di questo sistema permette, inoltre, l'utilizzo di tecniche

di prefabbricazione, che riducono notevolmente i tempi ed i costi di costruzione. Per strutture in acciaio, questo si realizza mediante l'assemblaggio in officina e successiva installazione di intere porzioni di facciata. Per strutture in cemento, invece, la ripetitività consente il riutilizzo delle casseforme ai diversi piani dell'edificio.

La presenza di colonne ravvicinate in facciata può creare dei problemi al piano terra, dove spesso sono situati ampi spazi aperti al pubblico. Questo problema può essere risolto con l'utilizzo di travi di trasferimento, che raccolgono il carico trasmesso dai pilastri ravvicinati e lo trasferiscono ad un numero più modesto di pilastri maggiormente spazati, oppure con pilastri inclinati, in modo da convogliare il carico verticale verso un numero limitato di pilastri al piano terra.

Il tubo intelaiato risulta essere efficiente per altezze superiori ai 60 piani, in quanto richiede dimensioni eccessive di travi e pilastri per poter ridurre il fenomeno dello shear-leg.

– A tubo reticolare.

In questa tipologia le pareti del tubo sono realizzate mediante travature reticolari.

Questo tipo di struttura presenta una maggiore rigidità delle pareti a telaio, a parità di dimensioni degli elementi strutturali. La travatura reticolare può essere realizzata sostituendo o affiancando le colonne esterne con aste diagonali, in entrambe le direzioni.

Per capire il funzionamento ed i vantaggi di queste diagonali su più piani si considerano separatamente l'effetto delle forze verticali ed orizzontali.

Viene considerato dapprima l'effetto delle forze verticali. Le colonne d'angolo hanno un'area di influenza minore, rispetto a quelle intermedie e sono quindi soggette ad una azione di compressione minore che, a parità di sezione trasversale, conduce ad accorciamenti minori delle colonne d'angolo, rispetto a quelle intermedie.

Supponendo che le aste diagonali siano collegate solo alle colonne d'angolo e non a quelle intermedie, gli spostamenti verso il basso delle diagonali sono controllati dagli accorciamenti delle colonne di estremità e sono inferiori agli accorciamenti subiti dalle colonne intermedie. I punti di connessione sulle colonne si spostano, quindi, verso il basso, più dei punti corrispondenti sulle diagonali.

Si tiene conto di ripristinare la connessione tra diagonali e colonne intermedie, applicando forze di trazione alle colonne e forze dirette verso il basso alle diagonali. Nelle colonne le forze di trazione si sommano alla compressione, dovuta ai carichi verticali, pertanto, l'effetto delle diagonali sulle colonne intermedie è una riduzione dell'azione assiale di compressione. Le forze dirette verso il basso sulle diagonali vengono, invece, trasmesse agli estremi delle diagonali e, in corrispondenza dei nodi di estremità, alle colonne d'angolo, come azione assiale di compressione, che si somma a quella dovuta ai carichi verticali.

L'effetto complessivo delle diagonali è, quindi, quello di riequilibrare la distribuzione delle forze verticali, tra le colonne intermedie e quelle d'angolo.

Sotto l'azione delle forze orizzontali i pannelli d'ala, che sono perpendicolari alla direzione della forza, sono soggetti ad azioni assiali di trazione e compressione. Per effetto dello shear-lag, esse non sono costanti tra le colonne, ma si riducono per le colonne intermedie.

Si considerano le colonne dell'ala tesa e si suppone che le aste diagonali siano collegate solo alle colonne di estremità. A causa dello shear-lag, in questa situazione le aste diagonali, per effetto dell'allungamento delle colonne di estremità, subiscono uno spostamento verso l'alto, superiore a quello delle colonne intermedie, che sono soggette ad una azione assiale inferiore rispetto a quella delle colonne di estremità. Se si collegano, invece, diagonali e colonne, si deve applicare una forza diretta verso l'alto alle colonne intermedie e delle forze dirette verso il basso alle diagonali. Queste forze vengono trasferite agli estremi delle diagonali e quindi alle colonne di estremità, come azioni di compressione, che vanno a ridurre la trazione in tali colonne. L'effetto delle aste diagonali è, quindi, quello di uniformare le azioni assiali (e quindi le deformazioni), nelle colonne intermedie e di estremità.

Sotto l'azione delle forze orizzontali i pannelli d'anima (paralleli alla direzione della forza) sono soggetti essenzialmente a flessione e taglio. Il taglio viene assorbito principalmente dalle aste di parete e dai diagonali e, in misura più modesta, dal taglio nei correnti (le colonne in questo caso). La presenza delle diagonali consente una notevole riduzione del taglio nelle colonne. Il momento, invece, viene assorbito dall'azione assiale nei correnti, ossia dalle colonne. Per effetto dello shear-lag, l'azione assiale nelle colonne di estremità è maggiore di quella che si avrebbe se le sezioni si deformassero rimanendo piane e viceversa per le colonne intermedie.

Se si scollegano le diagonali dalle aste intermedie si ha una deformazione delle diagonali, le colonne intermedie, per effetto dello shear-lag, nei punti di intersezione con le diagonali, si deformano meno di queste. Se, invece, si collegano le diagonali alle colonne intermedie, bisogna applicare delle forze alle colonne intermedie ed alle diagonali. Queste forze producono una ridistribuzione dell'azione assiale, aumentando quella nelle colonne intermedie e riducendo quella nelle colonne di estremità. La riduzione dello shear-lag tra le colonne di estremità e quelle intermedie, consente di aumentare la luce tra le colonne, perché non è più richiesta una rigidità elevata delle travi di piano, che possono essere realizzate con altezze più modeste, consentendo una maggiore libertà nella collocazione delle aperture.

Rispetto al tubo intelaiato, la struttura a tubo reticolare presenta il vantaggio di consentire interassi maggiori dei pilastri, in quanto la presenza delle diagonali riduce il fenomeno dello shear-lag, quindi,

una maggiore libertà nella facciata.

Gli svantaggi di questo tipo di struttura risiedono nell'elevato numero di nodi, quindi, costi elevati, e nella scarsa efficienza della struttura nell'assorbire le azioni verticali. A parità di forza verticale, infatti, le aste inclinate richiedono una sezione di dimensioni maggiore rispetto ai pilastri verticali.

Per questi motivi, in molti casi si preferisce aggiungere ai pilastri verticali delle aste diagonali, in modo che queste irrigidiscano le pareti del tubo, collegando tra loro i pilastri e favorendone il funzionamento di gruppo sotto l'effetto delle azioni verticali.

Questo sistema risulta essere adatto per edifici alti, snelli e con ridotte aree di piano.

– A tubi concentrici.

Un incremento della rigidità della struttura tubolare si può ottenere affiancando al tubo esterno (guscio) un nucleo interno, in genere usato per alloggiare gli ascensori e gli impianti, che collabora all'assorbimento delle azioni orizzontali.

Questo sistema è la combinazione di un tubo esterno ed uno interno; si tratta di due sistemi strutturali principali, disposti coassialmente, che ripartiscono lo sforzo complessivo ed aumentano il grado di collaborazione di ciascun elemento.

Il nucleo stesso può essere realizzato mediante un altro tubo, che può essere in cemento armato, un tubo intelaiato, o un tubo reticolare. Il guscio ed il nucleo collaborano nell'assorbimento delle forze orizzontali e verticali.

Questo sistema può essere utilizzato per edifici con più di cento piani, è particolarmente efficace quando l'oscillazione laterale diventa un elemento critico e condizionante nel progetto.

– A fasci di tubi.

Per edifici molto alti, la struttura a tubo singolo diventa inefficiente, a causa del fenomeno dello shear-lag. Questo fenomeno può essere notevolmente ridotto mediante l'aggiunta di telai interni, che costituiscono delle anime aggiuntive, le quali irrigidiscono le facce del tubo. I telai interni operano una suddivisione del tubo in un "fascio di tubi", ciascuno di dimensioni più modeste del principale e nel quale è ridotto lo shear-lag.

Quando una struttura di questo tipo è soggetta ad azioni orizzontali, l'elevata rigidità dei solai impone l'uguaglianza degli spostamenti dei telai interni e della struttura tubolare esterna; la parte di forza orizzontale assorbita da ciascuno dei telai interni sarà proporzionale alla sua rigidità. In questo modo, le colonne più lontane dagli spigoli dell'edificio sono mobilitate direttamente dalle anime interne e quindi, deformandosi maggiormente, assorbono una maggiore aliquota di azione assiale rispetto al caso della struttura a tubo esterno, in cui essi vengono mobilitati dalle anime esterne tramite le travi di piano.

La presenza delle anime interne, quindi, riduce la disuniformità delle forze nelle colonne causata dallo shear lag. Le azioni assiali nei pilastri sono piú vicine a quelle che si hanno in una sezione tubolare.

Una struttura di questo tipo può essere considerata un insieme di tubi connessi a formare una unica sezione, in cui i telai nella direzione del vento assorbono il taglio e le flange assorbono il momento flettente indotto dalle azioni del vento.

Il fascio di tubi può essere rastremato in altezza terminando con un certo numero di tubi ad altezze diverse. La torsione, che deriva dalla conseguente simmetria della sezione, viene facilmente assorbita grazie alla forma tubolare della sezione stessa.

Tra i vantaggi di questo tipo di struttura vi è la possibilità di incrementare la distanza tra le colonne in facciata e ridurre lo spessore delle travi. Rispetto ad una struttura tubolare, infatti, le travi possono avere spessore minore, perché la maggiore rigidità dei pannelli in facciata è garantita dalla presenza dei telai d'anima interni. Dal punto di vista architettonico ciò consente aperture di dimensioni maggiori rispetto ad una struttura a tubo singolo.

Le anime interne possono essere realizzate mediante telai, oppure mediante pareti di taglio accoppiate a telai.

– Diagrid.

Queste tipologie di strutture derivano dai tubi intelaiati, ma a differenza di quelli, non prevedono la presenza di elementi verticali. Le forze verticali, così come quelle orizzontali, vengono assorbite da una griglia di diagonali (da cui il nome dia-grid) collocate sulla facciata dell'edificio.

Le diagonali assorbono il taglio prodotto dalle azioni orizzontali, in modo molto piú efficiente degli elementi verticali ed, inoltre, la collocazione della struttura portante in facciata aumenta l'altezza utile della sezione, consentendo di assorbire in modo efficiente la flessione.

Rispetto ai sistemi tubolare il vantaggio delle diagrid sta quindi nel fatto che le diagonali incrementano la resistenza a taglio, oltre che a flessione.

Nella maggior parte degli edifici lo schema diagrid viene realizzato mediante elementi strutturali in acciaio, ma anche utilizzando il cemento armato è possibile realizzare il trasferimento dei carichi mediante una griglia diagonale.

In questo caso le aperture devono essere collocate con uno schema preciso, che segue l'andamento diagonale degli elementi in cemento armato, cui viene affidato l'assorbimento sia delle forze orizzontali, sia di quelle verticali. Il nucleo centrale contribuisce in maniera significativa alla resistenza a taglio della struttura.

9.4. CENNI SUL COMFORT DI UN EDIFICIO ALTO

Le condizioni ambientali, che possono frenare la corsa alla realizzazione di edifici sempre piú alti, sono dettate dal vento; le innovazioni nei sistemi strutturali hanno permesso l'incremento dei carichi laterali e la loro efficiente trasmissione, ma hanno anche causato un aumento della flessibilità e la mancanza di adeguati smorzamenti.

Strutture snelle e leggere sono particolarmente sensibili all'azione del vento, in quanto caratterizzate da elevata flessibilità e basso smorzamento.

Nella progettazione di edifici alti e snelli è necessario, quindi, non solo soddisfare i requisiti di resistenza e deformabilità imposti dalla normativa, ma considerare anche gli effetti del moto conseguente all'azione del vento sulle persone, che lavorano e vivono negli edifici stessi, quali: stato di preoccupazione, ansia e timore, senso di vertigini, capogiri, nausea ed emicrania.

La natura dinamica del vento è la causa primaria del disagio per coloro che occupano l'edificio e dei problemi di funzionalità della struttura. Il movimento di un edificio provocato dal vento viene percepito dalla persona quando l'accelerazione supera un certo valore, detto soglia di percezione, indagato spesso attraverso studi in laboratorio.

L'occupante di un edificio percepisce sia il moto bidirezionale dell'edificio, sia le vibrazioni verticali di piano. Le ricerche piú recenti hanno l'obiettivo di studiare la percezione dell'uomo delle vibrazioni, in modo da definire soglie di percezione accettabili e la risposta del corpo a queste vibrazioni. Si ricercano, inoltre, sistemi strutturali adeguati all'attenuazione dei movimenti degli edifici alti, incorporando eventualmente nella struttura dei sistemi ausiliari di smorzamento. Tali sistemi hanno visto una vasta diffusione recentemente, in quanto sono in grado di smorzare sia le azioni del vento, che quelle del sisma.

E' importante, perciò, che gli occupanti non si sentano a disagio a causa dell'effetto di oscillazione, per questo motivo nell'edificio COB Madrid si è deciso di posizionare gli appartamenti nei piani piú bassi, in quanto hanno parametri di accelerazione molto piú stretti rispetto agli uffici.

9.5. LE AZIONI SULLA STRUTTURA

9.5.1. La concezione strutturale

L'edificio considerato, dal punto di vista strutturale, è caratterizzato da un nucleo centrale di controvento in cemento armato, contenente due vani scala e sei ascensori, da piastre alleggerite e da pilastri, sempre in cemento armato, che, dove possibile, sono presenti per l'intera l'altezza della torre, mentre, in altri casi, fino ad una certa quota. Data l'importanza dell'intervento e per minimizzarne l'utilizzo, è stato impiegato un calcestruzzo ad elevata resistenza.

Per facilitare la gestione di questa tipologia di costruzione è stata creata una maglia strutturale il più regolare possibile, con una luce tra i pilastri di 6,00 metri, mentre, in prossimità del vano centrale, di 7,30 metri.

La scelta di posizionare i pilastri all'interno della pianta, e non sul perimetro, sta nel fatto di voler avere la maggiore libertà possibile nella progettazione delle facciate; l'aggetto che si va a formare, conseguentemente a questa decisione, è poco rilevante, infatti, va da un valore minimo di 1,30 metri e uno massimo di 2,50 metri.

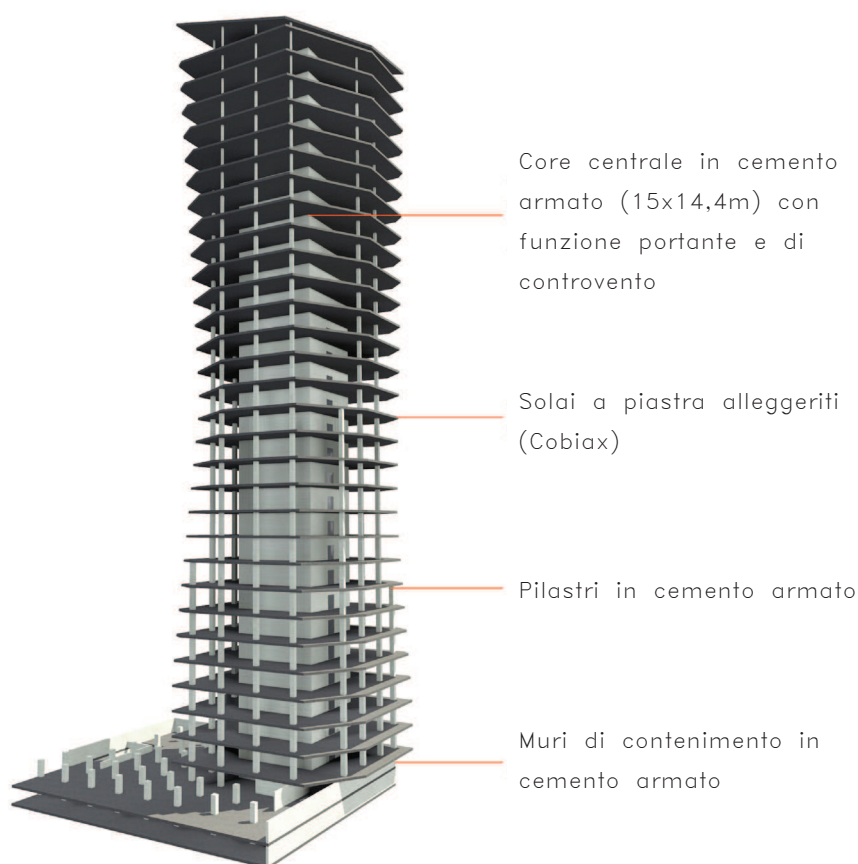


Figura 9.9. Schema strutturale

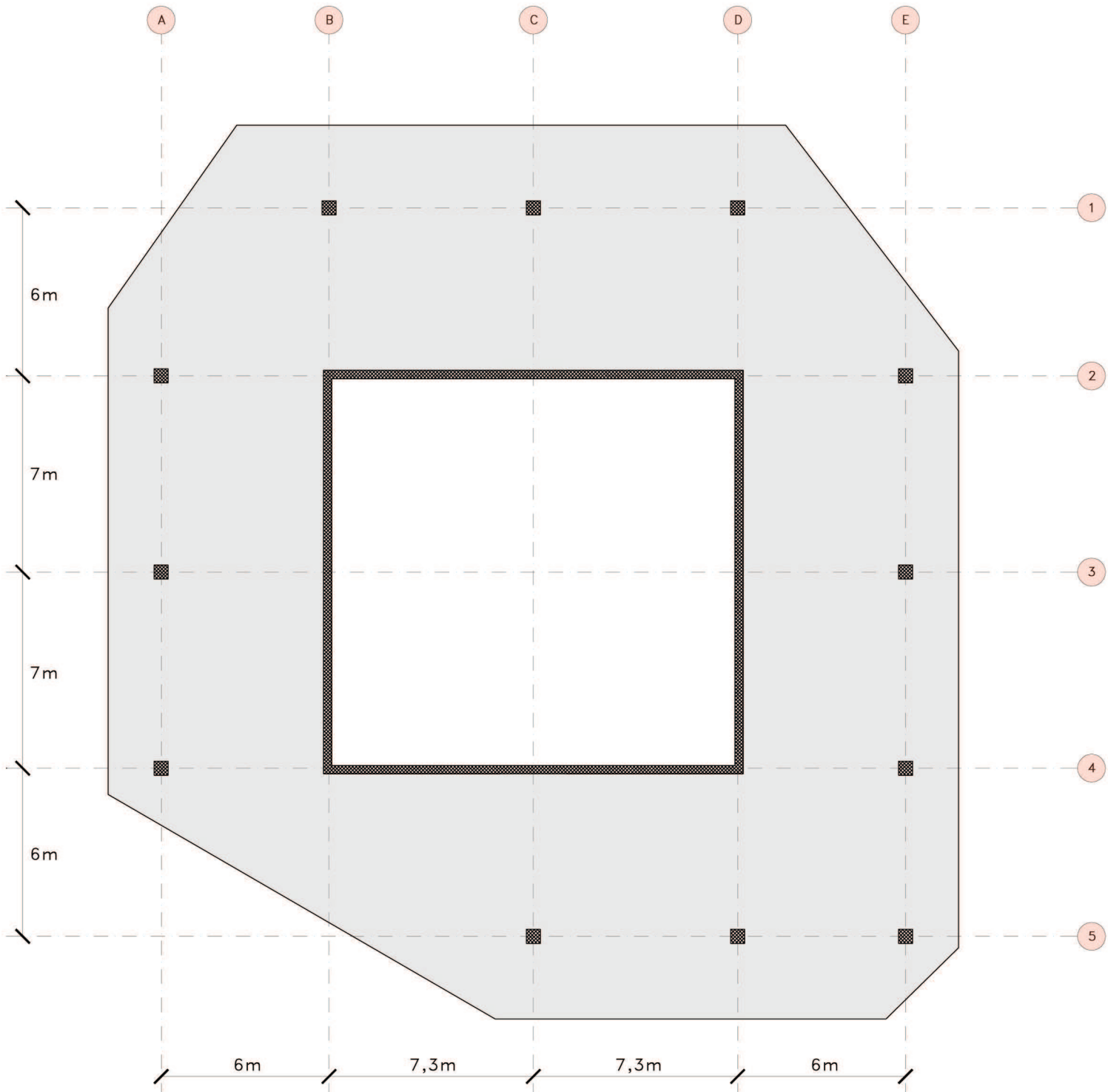


Figura 9.10. Pianta strutturale, piano critico

SCALA 1:200

9.5.2. I materiali utilizzati

Le azioni agenti sulla struttura di un grattacielo sono molto importanti, perciò si è deciso di utilizzare materiali altamente performanti.

CALCESTRUZZO CLASSE C90/105

Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	90	MPa
Resistenza caratteristica di progetto	R_{ck}	105	MPa
Resistenza a compressione di progetto	f_{cd}	51	MPa
Resistenza a compressione centrata	f_{cc}	48	MPa
Tensione ammissibile in esercizio	$\sigma_{c adm}$	54	MPa
Tensione amm. in esercizio per compress. centrata	$\sigma'_{c adm}$	37,8	MPa
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	6,02	MPa
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	4,22	MPa
Resistenza a trazione di progetto	f_{ctd}	2,81	MPa
Modulo elastico secante	E_c	44	GPa

Tabella 9.1. Calcestruzzo classe C90/150

ACCIAIO TIPO B450C

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	MPa
Tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	391	MPa
Tensione ammissibile in esercizio	$\sigma_{s adm}$	360	MPa
Modulo elastico	E_s	206	GPa

Tabella 9.2. Acciaio tipo B450C

9.5.3. Carichi permanenti

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, cioè quelli relativi a tamponature esterne, divisorii interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, sebbene in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie, in cui essi non siano presenti. Nell'edificio in esame sono stati determinati diversi carichi di chiusure e partizioni, distinti per destinazioni d'uso.

Il peso proprio di elementi divisorii interni può essere assunto come carico permanente distribuito uniformemente g_{2k} , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata partizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_{2k} dipende dal peso proprio per

unità di lunghezza G_2k delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisorii con $G_2k \leq 1,00$ [kN/m] : $g_2k = 0,40$ [kN/m];
- per elementi divisorii con $1,00 < G_2k \leq 2,00$ [kN/m] : $g_2k = 0,80$ [kN/m];
- per elementi divisorii con $2,00 < G_2k \leq 3,00$ [kN/m] : $g_2k = 1,20$ [kN/m];
- per elementi divisorii con $3,00 < G_2k \leq 4,00$ [kN/m] : $g_2k = 1,60$ [kN/m];
- per elementi divisorii con $4,00 < G_2k \leq 5,00$ [kN/m] : $g_2k = 2,00$ [kN/m].

Elementi divisorii interni con peso proprio maggiore devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

AMBIENTI	G_1 [kN/m ²]	G_2 [kN/m ²]	Totale [kN/m ²]
Residenze	6,80	3,02	9,82
Uffici	6,80	3,27	10,07
Relax	6,80	3,70	10,50
Copertura	6,80	3,67	10,47

Tabella 9.3. Carichi permanenti

9.5.4. Carichi variabili

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²];
- carichi verticali concentrati Q_k [kN];
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m].

Per l'edificio in questione sono state considerate le seguenti categorie di ambienti:

AMBIENTI	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
Residenze	2	2	1
Uffici	3	2	1
Relax	5	5	3

Tabella 9.4. Carichi variabili

9.5.5. Azione del vento

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.

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione e dalla sua forma.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti.

L'azione del vento può essere calcolata come:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

– q_b pressione cinetica di riferimento, ottenuta con la formula:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Essendo ρ la densità dell'aria pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$ e v_b la velocità del vento.

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 metri dal suolo, su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. Essendo in mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione $v_b = v_{b,0}$.

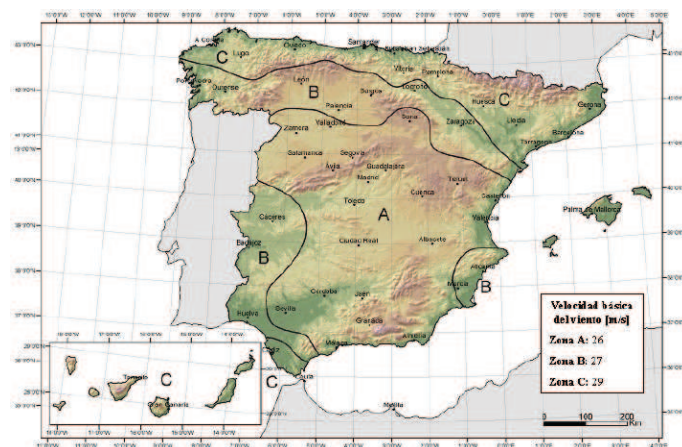


Figura 9.11. Velocità del vento

L'edificio preso in considerazione è sito a Madrid e dalla Figura 9.11 risulta in zona A, con $v_b = 26 \text{ m/s}$.

– c_e coefficiente di esposizione che, per edifici di altezza superiore di 30 metri, si determina con la formula:

$$c_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$$

$$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$$

Essendo k , L , Z parametri caratteristici secondo la Tabella 9.3 illustrata di seguito.

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabella 9.5. Parametri per il calcolo del vento

– c_p coefficiente eolico o di pressione dipendente dalla forma e dall'orientamento della superficie rispetto al vento; in assenza di valutazioni più precise, supportate da documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, per il coefficiente di forma si assumono i valori precisi, ottenendo come positive le pressioni dirette verso l'interno delle costruzioni. Nel caso dell'edificio in esame per elementi sopravento (cioè direttamente investiti dal vento) si assume un valore pari a $c_{pe}=0,8$, mentre per elementi sottovento (cioè quelli non direttamente investiti dal vento) si assume un valore pari a $c_{pe}=-0,4$.

– c_d 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; per l'edificio COB Madrid si assume pari a 1.

Una volta determinati tutti i coefficienti è possibile calcolare la pressione del vento ad ogni piano e la relativa forza applicata sulla superficie, sapendo che:

$$F=p \cdot A$$

Nella città di Madrid le direzioni preferenziali del vento sono Sud, Sud-Ovest e Ovest.

Sud:

P	z[m]	c_e	p_{sopp} [kN/m ²]	p_{sott} [kN/m ²]	p [kN/m ²]	A [m ²]	F [kN]
29	133,00	3,86	1,31	-0,65	1,96	21,30	41,71
28	124,70	3,80	1,29	-0,64	1,93	69,05	133,16
27	120,40	3,77	1,27	-0,64	1,91	68,13	130,24
26	116,10	3,74	1,26	-0,63	1,89	67,22	127,35
25	111,80	3,70	1,25	-0,63	1,88	66,28	124,42
24	107,50	3,67	1,24	-0,62	1,86	65,36	121,52
23	103,20	3,63	1,23	-0,61	1,84	64,43	118,57
22	98,90	3,59	1,21	-0,61	1,82	63,49	115,61
21	94,60	3,55	1,20	-0,60	1,80	62,56	112,64
20	90,30	3,51	1,19	-0,59	1,78	61,64	109,69
19	86,00	3,47	1,17	-0,59	1,76	60,70	106,69
18	81,70	3,42	1,16	-0,58	1,73	59,77	103,67
17	77,40	3,37	1,14	-0,57	1,71	58,85	100,66
16	73,10	3,32	1,12	-0,56	1,69	57,92	97,60
15	68,80	3,27	1,11	-0,55	1,66	56,10	93,05
14	64,50	3,22	1,09	-0,54	1,63	56,04	91,37
13	60,20	3,16	1,07	-0,53	1,60	55,13	88,22
12	55,90	3,09	1,05	-0,52	1,57	54,19	85,00
11	51,60	3,03	1,02	-0,51	1,53	53,25	81,71
10	47,30	2,95	1,00	-0,50	1,50	53,22	79,70
9	43,00	2,88	0,97	-0,49	1,46	51,40	74,94
8	38,70	2,79	0,94	-0,47	1,41	50,47	71,38
7	34,40	2,69	0,91	-0,46	1,37	49,53	67,68
6	30,10	2,59	0,88	-0,44	1,31	48,61	63,82
5	25,80	2,47	0,83	-0,42	1,25	47,68	59,69
4	21,50	2,33	0,79	-0,39	1,18	47,23	55,81
3	17,20	2,17	0,73	-0,37	1,10	46,51	51,05
2	12,90	1,96	0,66	-0,33	0,99	45,90	45,59
1	8,60	1,68	0,57	-0,28	0,85	45,55	38,84
0	5,00	1,34	0,45	-0,23	0,68	45,55	30,86

Tabella 9.6. Vento in direzione Sud

Sud-Ovest:

P	z[m]	c_e	$p_{sopr}[kN/m^2]$	$p_{sott}[kN/m^2]$	$p[kN/m^2]$	A[m ²]	F[kN]
29	133,00	3,86	1,31	-0,65	1,96	97,03	190,01
28	124,70	3,80	1,29	-0,64	1,93	86,52	166,81
27	120,40	3,77	1,27	-0,64	1,91	83,67	159,95
26	116,10	3,74	1,26	-0,63	1,89	83,10	157,45
25	111,80	3,70	1,25	-0,63	1,88	81,30	152,61
24	107,50	3,67	1,24	-0,62	1,86	78,68	146,28
23	103,20	3,63	1,23	-0,61	1,84	76,07	139,99
22	98,90	3,59	1,21	-0,61	1,82	73,46	133,76
21	94,60	3,55	1,20	-0,60	1,80	70,84	127,56
20	90,30	3,51	1,19	-0,59	1,78	68,21	121,39
19	86,00	3,47	1,17	-0,59	1,76	65,58	115,26
18	81,70	3,42	1,16	-0,58	1,73	62,97	109,22
17	77,40	3,37	1,14	-0,57	1,71	60,35	103,23
16	73,10	3,32	1,12	-0,56	1,69	57,74	97,30
15	68,80	3,27	1,11	-0,55	1,66	55,13	91,43
14	64,50	3,22	1,09	-0,54	1,63	54,44	88,76
13	60,20	3,16	1,07	-0,53	1,60	58,23	93,19
12	55,90	3,09	1,05	-0,52	1,57	63,06	98,92
11	51,60	3,03	1,02	-0,51	1,53	67,88	104,15
10	47,30	2,95	1,00	-0,50	1,50	72,70	108,87
9	43,00	2,88	0,97	-0,49	1,46	77,53	113,03
8	38,70	2,79	0,94	-0,47	1,41	82,37	116,50
7	34,40	2,69	0,91	-0,46	1,37	87,18	119,12
6	30,10	2,59	0,88	-0,44	1,31	92,02	120,80
5	25,80	2,47	0,83	-0,42	1,25	96,84	121,24
4	21,50	2,33	0,79	-0,39	1,18	101,03	119,38
3	17,20	2,17	0,73	-0,37	1,10	101,60	111,53
2	12,90	1,96	0,66	-0,33	0,99	0	0
1	8,60	1,68	0,57	-0,28	0,85	0	0
0	5,00	1,34	0,45	-0,23	0,68	0	0

Tabella 9.7. Vento in direzione Sud-Ovest

Ovest:

P	z[m]	c_e	p_{sopr} [kN/m ²]	p_{sott} [kN/m ²]	p [kN/m ²]	A [m ²]	F [kN]
29	133,00	3,86	1,31	-0,65	1,96	5,49	10,76
28	124,70	3,80	1,29	-0,64	1,93	5,28	10,19
27	120,40	3,77	1,27	-0,64	1,91	7,49	14,31
26	116,10	3,74	1,26	-0,63	1,89	8,91	16,88
25	111,80	3,70	1,25	-0,63	1,88	12,56	23,57
24	107,50	3,67	1,24	-0,62	1,86	16,19	30,09
23	103,20	3,63	1,23	-0,61	1,84	19,81	36,46
22	98,90	3,59	1,21	-0,61	1,82	23,44	42,68
21	94,60	3,55	1,20	-0,60	1,80	27,07	48,74
20	90,30	3,51	1,19	-0,59	1,78	30,69	54,62
19	86,00	3,47	1,17	-0,59	1,76	34,34	60,35
18	81,70	3,42	1,16	-0,58	1,73	37,97	65,86
17	77,40	3,37	1,14	-0,57	1,71	41,59	71,15
16	73,10	3,32	1,12	-0,56	1,69	45,22	76,21
15	68,80	3,27	1,11	-0,55	1,66	48,85	81,01
14	64,50	3,22	1,09	-0,54	1,63	49,78	81,16
13	60,20	3,16	1,07	-0,53	1,60	45,90	73,46
12	55,90	3,09	1,05	-0,52	1,57	40,72	63,86
11	51,60	3,03	1,02	-0,51	1,53	35,57	54,58
10	47,30	2,95	1,00	-0,50	1,50	30,38	45,50
9	43,00	2,88	0,97	-0,49	1,46	25,23	36,79
8	38,70	2,79	0,94	-0,47	1,41	20,05	28,35
7	34,40	2,69	0,91	-0,46	1,37	14,88	20,33
6	30,10	2,59	0,88	-0,44	1,31	9,71	12,75
5	25,80	2,47	0,83	-0,42	1,25	4,56	5,71
4	21,50	2,33	0,79	-0,39	1,18	0	0
3	17,20	2,17	0,73	-0,37	1,10	0	0
2	12,90	1,96	0,66	-0,33	0,99	0	0
1	8,60	1,68	0,57	-0,28	0,85	0	0
0	5,00	1,34	0,45	-0,23	0,68	0	0

Tabella 9.8. Vento in direzione Ovest

9.5.6. Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulla copertura sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Con:

- μ coefficiente di forma della copertura, che risulta essere pari a 1 per coperture con inclinazione $\leq 30^\circ$ e pari a 0 per inclinazioni $\geq 60^\circ$; per valori intermedi si interpola linearmente. Nel caso in questione, avendo una copertura con inclinazione pari a 34° , risulta un coefficiente di forma pari a 0,87;
- s_k valore caratteristico del carico di neve, su un piano orizzontale indicato nella Tabella 9.9.

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,2	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,7	Santander	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	0,4	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,2	Lérida / Lleida	150	1,2	Segovia	10	0,7
Bilbao / Bilbo	0	0,4	Logroño	380	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Burgos	860	0,3	Lugo	470	0,6	Soria	0	0,9
Cáceres	440	0,6	Madrid	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,6	Tenerife	950	0,2
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,9
Ciudad Real	640	0,2	Orense / Ourense	130	0,2	Toledo	0	0,5
Córdoba	100	0,6	Palencia	230	0,4	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,2	Oviedo	740	0,5	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Gerona / Girona	70	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Zaragoza	0	0,5
		0,5			0,7	Ceuta y Melilla		0,2

Tabella 9.9. Valore caratteristico del carico di neve

L'azione della neve sarà quindi pari a:

$$q_n = 0,87 \cdot 0,60 = 0,52 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Nel caso in cui il coefficiente di forma risulta minore di 1, si assume che la neve non sia impedita a scivolare, ed è quindi necessario calcolare lo scarico totale per unità di lunghezza p_d , pari a:

$$p_d = (1 - \mu) \cdot L \cdot s_k$$

Con L proiezione orizzontale media della retta di massima pendenza della falda.

Quindi:

$$p_d = (1 - 0,87) \cdot 31 \cdot 0,60 = 2,42 \text{ [kN/m]}$$

9.5.7. Azione del sisma

Come si può osservare nell'immagine sottostante, l'area di Madrid si trova in una zona non soggetta a rischio sismico, dunque non è necessario effettuare alcuna verifica.



Figura 9.12. Azione del sisma

9.5.8. Combinazione delle azioni: SLU e SLE

Una volta determinate le azioni agenti è necessario combinarle opportunamente per poter svolgere dimensionamenti e verifiche agli stati limite.

Il carico di progetto allo SLU viene calcolato con la combinazione caratteristica:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Qi} \cdot \Psi_{oi} \cdot Q_{ki}$$

Con:

- γ_{G1} coefficiente di amplificazione dei pesi propri degli elementi strutturali;
- G_1 peso proprio degli elementi strutturali;
- γ_{G2} coefficiente di amplificazione dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- G_2 peso proprio degli elementi non strutturali;
- γ_{Q1} coefficiente di amplificazione di tutte le azioni variabili;
- Q_{k1} azione variabile considerata come principale;
- Ψ_{oi} coefficiente di combinazione delle azioni variabili che sono considerate nella combinazione in esame come non principali;
- Q_{ki} è riferito alle altre azioni variabili che insistono sulla struttura, considerate nella combinazione in esame come non principali.

AMBIENTE	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Residenze	0,7	0,5	0,3
Uffici	0,7	0,5	0,3
Relax	0,7	0,7	0,6

Tabella 9.10. Coefficienti di calcolo

I carichi di progetto allo SLU sono:

AMBIENTE	q_{ik} [kN/m ²]	γ_q	Ψ_{0i}	G_1 [kN/m ²]	γ_{g1}	G_2 [kN/m ²]	γ_{g2}	F_d [kN/m ²]
Residenze	2	1,5	0,7	6,80	1,3	3,02	1,5	16,37
Uffici	3	1,5	0,7	6,80	1,3	3,27	1,5	18,25
Relax	5	1,5	0,7	6,80	1,3	3,70	1,5	21,89

Tabella 9.11. Carichi SLU

Il carico di progetto allo SLE viene calcolato con la combinazione quasi permanente:

$$F_d = G_1 + G_2 + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I carichi di progetto allo SLE sono:

Ambiente	q_{ik} [kN/m ²]	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}	G_1 [kN/m ²]	G_2 [kN/m ²]	F_k [kN/m ²]
Residenze	2	0,5	0,3	6,80	3,02	10,82
Uffici	3	0,5	0,3	6,80	3,27	11,57
Relax	5	0,7	0,6	6,80	3,70	14,00

Tabella 9.12. Carichi SLE

9.6. IL PILASTRO

Il dimensionamento e la verifica dei pilastri vengono svolti sul pilastro sottoposto a carichi maggiori, quello con maggiore area di influenza, in modo tale che gli altri risultino essere a favore di sicurezza.

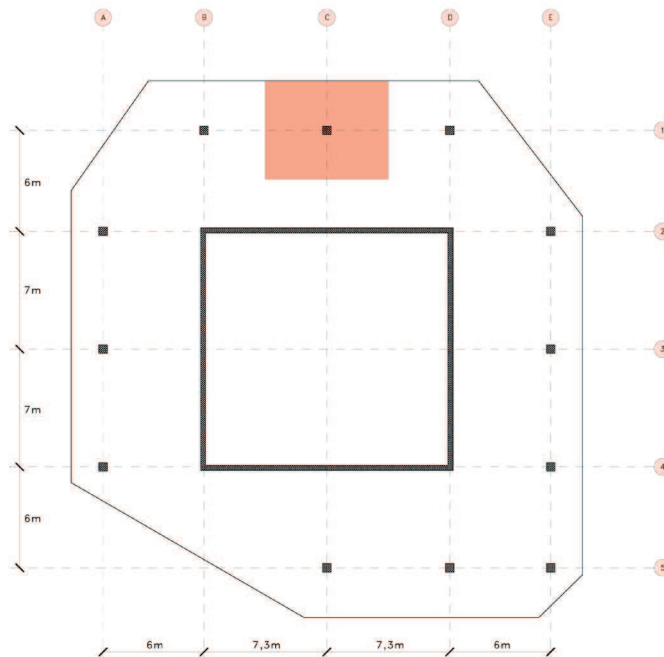


Figura 9.13. Area influenza pilastro

9.6.1. Calcolo delle azioni agenti sul pilastro

Nota l'area di influenza del pilastro, occorre amplificarla con un coefficiente che tiene conto dell'iperstaticità dei pilastri centrati. In seguito si applica il carico allo SLE corrispondente a ogni piano, in modo da determinare la forza agente sul pilastro.

Si calcola poi l'amplificatore γ_f , che permette di passare direttamente dalle forze allo SLE a quelle allo SLU e viceversa.

AMBIENTE	G_1 [kN/m ²]	G_2 [kN/m ²]	Q [kN/m ²]	A [m ²]	A_{cor} [m ²]	γ_f^*	F_k [kN]
Residenze	6,80	3,02	2	42,71	59,79	1,38	706,68
Uffici	6,80	3,27	3	42,71	59,79	1,40	781,42
Relax	6,80	3,70	5	42,71	59,79	1,41	926,70
Copertura	6,80	3,67	2	42,71	59,79	1,39	745,54

Tabella 9.13. Azioni agenti sul pilastro

9.6.2. Dimensionamento del pilastro

Si procede poi con il predimensionamento dell'area di calcestruzzo A_{c0} , con:

- $N_{ak} = \sum F_{kj}$
- $N_{ad} = N_{ak} \cdot \gamma_f^*$
- $A_{c0} = N_{ad} / f_{cd}$

P	F_k [kN]	N_{ak} [kN]	γ_f^*	N_{ad} [kN]	A_{c0} [cm ²]	a [cm]	b [cm]	a·b [cm ²]
P29	745,54	745,54	1,39	1036,31	203,20	30	30	900
P28	926,70	1672,24	1,41	2357,86	462,33	30	30	900
P27	926,70	2598,94	1,41	3664,51	718,53	30	30	900
P26	781,42	3380,36	1,40	4732,50	927,94	40	40	1600
P25	781,42	4161,77	1,40	5826,48	1142,45	40	40	1600
P24	781,42	4943,19	1,40	6920,46	1356,95	40	40	1600
P23	781,42	5724,61	1,40	8014,45	1571,46	40	40	1600
P22	926,70	6651,30	1,41	9378,34	1838,89	50	50	2500
P21	926,70	7578,00	1,41	10684,98	2095,09	50	50	2500
P20	781,42	8359,42	1,40	11703,19	2294,74	60	60	3600
P19	781,42	9140,83	1,40	12797,17	2509,25	60	60	3600
P18	781,42	9922,25	1,40	13891,15	2723,76	60	60	3600
P17	781,42	10703,67	1,40	14985,13	2938,26	60	60	3600
P16	926,70	11630,37	1,41	16398,81	3215,45	60	60	3600
P15	926,70	12557,06	1,41	17705,46	3471,66	60	60	3600
P14	781,42	13338,48	1,40	18673,87	3661,54	70	70	4900
P13	781,42	14119,90	1,40	19767,85	3876,05	70	70	4900
P12	781,42	14901,31	1,40	20861,84	4090,56	70	70	4900
P11	781,42	15682,73	1,40	21955,82	4305,06	70	70	4900
P10	926,70	16609,43	1,41	23419,29	4592,02	70	70	4900
P9	706,68	17316,11	1,38	23896,23	4685,54	70	70	4900
P8	706,68	18022,79	1,38	24861,45	4876,76	70	70	4900
P7	706,68	18729,47	1,38	25846,67	5067,98	80	80	6400
P6	706,68	19436,16	1,38	26821,90	5259,20	80	80	6400
P5	706,68	20142,84	1,38	27797,12	5450,42	80	80	6400
P4	706,68	20849,52	1,38	28772,34	5641,63	80	80	6400
P3	926,70	21776,22	1,41	30704,47	6020,48	80	80	6400
P2	926,70	22702,92	1,41	32011,11	6276,69	85	85	7225
P1	926,70	23629,62	1,41	33317,76	6532,89	85	85	7225
P0	926,70	24556,31	1,41	34624,40	6789,10	85	85	7225

Tabella 9.14. Predimensionamento area cls

Successivamente occorre iterare il calcolo, aggiungendo al carico di ogni piano il peso proprio del pilastro.

PIANO	$h[m]$	$\gamma_{\text{cls}}[kN/m^3]$	$a[m]$	$b[m]$	Peso[kN]
P29	3,9	25	0,3	0,3	8,78
P28	3,9	25	0,3	0,3	8,78
P27	3,9	25	0,3	0,3	8,78
P26	3,9	25	0,4	0,4	15,60
P25	3,9	25	0,4	0,4	15,60
P24	3,9	25	0,4	0,4	15,60
P23	3,9	25	0,4	0,4	15,60
P22	3,9	25	0,5	0,5	24,38
P21	3,9	25	0,5	0,5	24,38
P20	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P19	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P18	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P17	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P16	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P15	3,9	25	0,6	0,6	35,10
P14	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P13	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P12	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P11	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P10	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P9	3,9	25	0,7	0,7	47,78
P8	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P7	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P6	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P5	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P4	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P3	3,9	25	0,8	0,8	62,40
P2	3,9	25	0,85	0,85	70,44
P1	3,9	25	0,85	0,85	70,44
P0	3,9	25	0,85	0,85	70,44

Tabella 9.15. Peso proprio dei pilastri

P	F_k' [kN]	N_{ak}' [kN]	γ_f^*	N_{ad}' [kN]	A_{c0}' [cm ²]	a[cm]	b [cm]	a·b [cm ²]
P29	754,32	754,32	1,39	1048,50	205,59	30	30	900
P28	935,47	1689,79	1,41	2382,61	467,18	30	30	900
P27	935,47	2625,27	1,41	3701,62	725,81	30	30	900
P26	797,02	3422,28	1,40	4791,19	939,45	40	40	1600
P25	797,02	4219,30	1,40	5907,02	1158,24	40	40	1600
P24	797,02	5016,31	1,40	7022,84	1377,03	40	40	1600
P23	797,02	5813,33	1,40	8138,66	1595,82	40	40	1600
P22	951,07	6764,40	1,41	9537,81	1870,16	50	50	2500
P21	951,07	7715,48	1,41	10878,82	2133,10	50	50	2500
P20	816,52	8531,99	1,40	11944,79	2342,12	60	60	3600
P19	816,52	9348,51	1,40	13087,91	2566,26	60	60	3600
P18	816,52	10165,03	1,40	14231,04	2790,40	60	60	3600
P17	816,52	10981,54	1,40	15374,16	3014,54	60	60	3600
P16	961,80	11943,34	1,41	16840,11	3301,98	60	60	3600
P15	961,80	12905,14	1,41	18196,25	3567,89	60	60	3600
P14	829,19	13734,33	1,40	19228,06	3770,21	70	70	4900
P13	829,19	14563,52	1,40	20388,93	3997,83	70	70	4900
P12	829,19	15392,71	1,40	21549,80	4225,45	70	70	4900
P11	829,19	16221,90	1,40	22710,66	4453,07	70	70	4900
P10	974,47	17196,38	1,41	24246,89	4754,29	70	70	4900
P9	754,46	17950,83	1,38	24772,15	4857,28	70	70	4900
P8	769,08	18719,92	1,38	25833,48	5065,39	80	80	6400
P7	769,08	19489,00	1,38	26894,82	5273,49	80	80	6400
P6	769,08	20258,08	1,38	27956,15	5481,60	80	80	6400
P5	769,08	21027,16	1,38	29017,49	5698,70	80	80	6400
P4	769,08	21796,25	1,38	30078,82	5897,81	80	80	6400
P3	989,10	22785,32	1,41	32127,34	6299,48	80	80	6400
P2	997,14	23872,49	1,41	33533,31	6575,16	85	85	7225
P1	997,14	24779,63	1,41	34939,28	6850,84	85	85	7225
P0	997,14	25776,77	1,41	36345,25	7126,52	85	85	7225

Tabella 9.16. Dimensionamento area cls

Dopo il dimensionamento dell'area del calcestruzzo necessaria per ogni piano occorre determinare il numero di barre di armatura e il loro diametro per ogni piano.

L'area delle barre di acciaio deve essere superiore al maggiore tra limite geometrico, meccanico, tecnologico.

Il limite geometrico impone che l'area di acciaio necessaria sia almeno lo 0,3% dell'area di calcestruzzo; il limite meccanico impone che l'area sia almeno $0,10 \cdot (N_{ad} / f_{yd})$; il limite tecnologico impone che in un pilastro siano presenti almeno quattro barre di diametro 12mm.

PIANO	A_c [cm ²]	$A_{s,min}^g$ [mm ²]	$A_{s,min}^m$ [mm ²]	$A_{s,min}^t$ [mm ²]	A_{eff} [mm ²]	n°	ϕ
P29	900	270	268,16	452	452	4	12
P28	900	270	609,36	452	679	6	12
P27	900	270	946,71	452	1131	10	12
P26	1600	480	1225,37	452	1357	12	12
P25	1600	480	1510,75	452	1608	8	16
P24	1600	480	1796,12	452	2011	10	16
P23	1600	480	2081,50	452	2413	12	16
P22	2500	750	2439,34	452	2513	8	20
P21	2500	750	2782,31	452	3142	10	20
P20	3600	1080	3054,93	452	3142	10	20
P19	3600	1080	3347,29	452	3770	12	20
P18	3600	1080	3639,65	452	3770	12	20
P17	3600	1080	3932,01	452	4825	6	32
P16	3600	1080	4306,93	452	4825	6	32
P15	3600	1080	4653,67	452	4825	6	32
P14	4900	1470	4917,66	452	6434	8	32
P13	4900	1470	5214,56	452	6434	8	32
P12	4900	1470	5511,46	452	6434	8	32
P11	4900	1470	5808,35	452	6434	8	32
P10	4900	1470	6201,25	452	6434	8	32
P9	4900	1470	6335,59	452	6434	8	32
P8	6400	1920	6607,03	452	8042	10	32
P7	6400	1920	6878,47	452	8042	10	32
P6	6400	1920	7149,91	452	8042	10	32
P5	6400	1920	7421,35	452	8042	10	32
P4	6400	1920	7692,79	452	8042	10	32
P3	6400	1920	8216,71	452	9651	12	32
P2	7225	2168	8576,29	452	9651	12	32
P1	7225	2168	8935,88	452	9651	12	32
P0	7225	2168	9295,46	452	9651	12	32

Tabella 9.17. Dimensionamento armature

Una volta terminato il dimensionamento si procede con le verifiche allo SLU e SLE. Per lo SLU si verifica che il rapporto fra l'azione assiale resistente e l'azione assiale agente sia maggiore di 1.

$$N_{rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}$$

PIANO	A_c [cm ²]	A_s [mm ²]	N_{ad} [kN]	N_{rd} [kN]	$\gamma = N_{rd} / N_{ad}$
P29	900	452	1048,50	4766,73	4,55
P28	900	679	2382,61	4855,49	2,04
P27	900	1131	3701,62	5032,22	1,36
P26	1600	1357	4791,19	8690,59	1,81
P25	1600	1608	5907,02	8788,73	1,49
P24	1600	2011	7022,84	8946,30	1,27
P23	1600	2413	8138,66	9103,48	1,12
P22	2500	2513	9537,81	13732,58	1,44
P21	2500	3142	10878,82	13978,52	1,28
P20	3600	3142	11944,79	19588,52	1,64
P19	3600	3770	13087,91	19834,07	1,52
P18	3600	3770	14231,04	19834,07	1,39
P17	3600	4825	15374,16	20246,58	1,32
P16	3600	4825	16840,11	20246,58	1,20
P15	3600	4825	18196,25	20246,58	1,11
P14	4900	6434	19228,06	27505,69	1,43
P13	4900	6434	20388,93	27505,69	1,35
P12	4900	6434	21549,80	27505,69	1,28
P11	4900	6434	22710,66	27505,69	1,21
P10	4900	6434	24246,89	27505,69	1,13
P9	4900	6434	24772,15	27505,69	1,11
P8	6400	8042	25833,48	35784,42	1,39
P7	6400	8042	26894,82	35784,42	1,33
P6	6400	8042	27956,15	35784,42	1,28
P5	6400	8042	29017,49	35784,42	1,23
P4	6400	8042	30078,82	35784,42	1,19
P3	6400	9651	32127,34	36413,54	1,13
P2	7225	9651	33533,31	40621,04	1,21
P1	7225	9651	34939,28	40621,04	1,16
P0	7225	9651	36345,25	40621,04	1,12

Tabella 9.18. Verifica allo SLU

Per lo SLE si verifica che lo sforzo del calcestruzzo σ_c sia inferiore alla tensione ammissibile in esercizio per la compressione centrata $\sigma'_{c,adm}$.

$$\sigma_c = N_{ak} / A_{ie} < \sigma'_{c,adm} = 37,8$$

PIANO	A_c [cm ²]	A_s [mm ²]	A_{ie} [mm ²]	N_{ak} [kN]	σ_c [MPa]	<37,8 [MPa]
P29	900	452	96780	754,32	7,79	VERIFICATO
P28	900	679	100185	1689,79	16,87	VERIFICATO
P27	900	1131	106965	2625,27	24,54	VERIFICATO
P26	1600	1357	180355	3422,28	18,98	VERIFICATO
P25	1600	1608	184120	4219,30	22,92	VERIFICATO
P24	1600	2011	190165	5016,31	26,38	VERIFICATO
P23	1600	2413	196195	5813,33	29,63	VERIFICATO
P22	2500	2513	287695	6764,40	23,51	VERIFICATO
P21	2500	3142	297130	7715,48	25,97	VERIFICATO
P20	3600	3142	407130	8531,99	20,96	VERIFICATO
P19	3600	3770	416550	9348,51	22,44	VERIFICATO
P18	3600	3770	416550	10165,03	24,40	VERIFICATO
P17	3600	4825	432375	10981,54	25,40	VERIFICATO
P16	3600	4825	432375	11943,34	27,62	VERIFICATO
P15	3600	4825	432375	12905,14	29,85	VERIFICATO
P14	4900	6434	586510	13734,33	23,42	VERIFICATO
P13	4900	6434	586510	14563,52	24,83	VERIFICATO
P12	4900	6434	586510	15392,71	26,24	VERIFICATO
P11	4900	6434	586510	16221,90	27,66	VERIFICATO
P10	4900	6434	586510	17196,38	29,32	VERIFICATO
P9	4900	6434	586510	17950,83	30,61	VERIFICATO
P8	6400	8042	760630	18719,92	24,61	VERIFICATO
P7	6400	8042	760630	19489,00	25,62	VERIFICATO
P6	6400	8042	760630	20258,08	26,63	VERIFICATO
P5	6400	8042	760630	21027,16	27,64	VERIFICATO
P4	6400	8042	760630	21796,25	28,66	VERIFICATO
P3	6400	9651	784765	22785,32	29,03	VERIFICATO
P2	7225	9651	867265	23872,49	27,42	VERIFICATO
P1	7225	9651	867265	24779,63	28,57	VERIFICATO
P0	7225	9651	867265	25776,77	29,72	VERIFICATO

Tabella 9.19. Verifica allo SLE

Il pilastro preso in esame risulta verificato, in quanto ha valori di azioni e sforzi agenti entro i limiti di sicurezza imposti dalla normativa.

9.7. IL SOLAIO A PIASTRA

Il solaio a piastra permette di utilizzare materiali e ingombri della struttura portante, soprattutto per solai di grandi dimensioni, riducendone così lo spessore e quindi anche il volume di materiale strutturale.

Nel caso in questione è stata scelta una piastra a spessore costante su pilastri, che garantisce una massima facilità costruttiva e consente anche la verifica critica al punzonamento.

Nonostante i vantaggi, il comportamento bidirezionale dell'elemento implica l'utilizzo di un metodo di calcolo a elementi finiti per determinare le azioni interne e gli spostamenti.

9.7.1. Il solaio alleggerito Cobiax

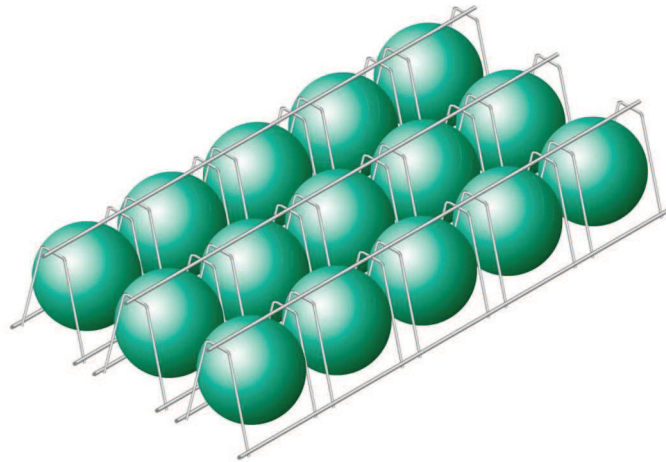


Figura 9.14. Cobiax

Questa tipologia di solaio, l'unica che gode di omologazione a livello europeo, è costituita da una gabbia d'armatura contenente delle sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità, le quali sostituiscono il calcestruzzo, per garantire il massimo alleggerimento possibile, senza influire in alcun modo sul comportamento strutturale, né sulla resistenza al fuoco.

Il concetto che sta alla base di questo sistema è quello di sostituire il calcestruzzo nelle zone dove esso sviluppa il suo minor effetto utile. Nella fattispecie, il calcestruzzo viene mantenuto in prossimità della cappa superiore ed inferiore, nonché negli elementi di connessione tra queste ultime, che garantiranno le necessarie prestazioni alle diverse modalità di sollecitazione. Limitare l'utilizzo di materiale superfluo significa, inoltre, impiego consapevole delle risorse.

Il materiale che compone le sfere di alleggerimento (HDPE – Polietilene ad alta densità) è derivato al 95% dagli scarti. Inoltre, con una sfera $\phi 360\text{mm}$ si riescono a risparmiare circa 60kg di calcestruzzo, ossia 7,20kg di cemento. Produrre una tonnellata di cemento genera emissioni di CO_2 per 700kg; quindi, la sfera consente di risparmiare ben 5,04kg di CO_2 .

Il principale punto di forza di un solaio alleggerito Cobiax è di riunire i vantaggi fondamentali di un sistema a piastra biassiale massiccio e di una soletta alleggerita portante in una sola direzione. Da questo concetto derivano svariati altri vantaggi di questo sistema:

- la leggerezza, che consente un risparmio di peso fino al 35% rispetto ad un solaio massiccio;
- la creazione di ampie campate senza travi sporgenti; l'intradosso piano consente una maggiore flessibilità nel layout impiantistico;
- spessori di solaio inferiori rispetto ad un solaio massiccio a parità di sovraccarichi e luci;
- un'architettura libera e una maggiore flessibilità d'uso, fino al 50% di pilastri in meno;
- la sicurezza antisismica, grazie alla riduzione della massa partecipante, con conseguente calo dei potenziali danni;
- il risparmio sul materiale da costruzione e la riduzione delle emissioni di CO_2 ;
- un buon isolamento acustico e termico, grazie alla massa strutturale.

Questa tecnologia offre una gamma completa di prodotti in grado di soddisfare ogni tipo di esigenza in cantiere.

Per l'edificio CoB Madrid, è stato scelto un sistema Cobiax per completa casseratura in opera, con gabbie di alleggerimento singole CBCM, costituite da una gabbia CBC in tondo di acciaio nervato, contenente una serie di sfere di alleggerimento ECO-Line CBCM-E-225.

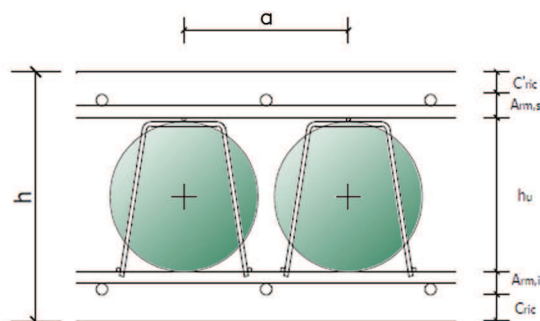


Figura 9.15. Dimensioni sistema Cobiax

Con:

- h spessore solaio;
- a passo alleggerimenti;
- c'_{ric} ricoprimento armature superiori;
- Arm,s spessore armatura superiore;
- h_u altezza gabbia;
- Arm,i spessore armatura inferiore;
- c_{ric} ricoprimento armature inferiore.

La scelta dell'alleggerimento da utilizzare passa attraverso la determinazione del suo possibile spessore all'interno della sezione. Tale spessore è determinabile, in funzione del ricoprimento di calcestruzzo e delle armature da impiegare, utilizzando la seguente disequazione:

$$h_u \leq h - (c_{ric} + Arm,i + c'_{ric} + Arm,s)$$

COBIAX ECO-LINE	CBCM-E-225
Diametro alleggerimento [cm]	22,5
Altezza gabbia di alleggerimento [cm]	23,0
Diametro gabbia [mm]	5
Lunghezza gabbia [cm]	250,0
Passo min. alleggerimenti [cm]	25,0
Numero di alleggerimenti per gabbia [pz]	10
Max. numero di alleggerimenti al m ² [pz/m ²]	16,00
Superficie coperta per alleggerimento [m ² /pz]	0,0625
Superficie coperta per gabbia [m ² /gabbia]	0,6250
Risparmio di calcestruzzo [m ³ /m ²]	0,0954

Tabella 9.20. Caratteristiche Cobiax Eco-Line

COMPORTAMENTO FLESSIONALE

La resistenza flessionale delle piastre alleggerite a portata bidirezionale Cobiax è stata determinata sperimentalmente su piastre di diverso spessore e con alleggerimenti (sfere) di vario diametro.

Il comportamento strutturale ed il carico di collasso delle piastre Cobiax, determinati attraverso questi test, differiscono di poco da quelli di una piastra massiccia con caratteristiche simili, ed è per questo che il dimensionamento segue lo stesso iter.

Mediante prove di carico, su campioni di laboratorio, e con l'ausilio del supporto numerico si è giunti al risultato che, per effetto della riduzione di inerzia, a parità di carico totale (peso proprio + sovraccarichi accidentali), la freccia di inflessione della piastra alleggerita Cobiax è approssimativamente il 10% maggiore di quella di una piastra

massiccia.

Facendo riferimento alla Figura 9.16, la curva piú in basso rappresenta il rapporto tra il carico totale (incluso il peso proprio) del solaio alleggerito e quello del solaio massiccio, quella sopra il rapporto tra le frecce. Come evidenziato nella figura, fino ad un valore di 1,5 del rapporto tra i sovraccarichi ed il peso proprio massiccio, il solaio Cobiax, in virtú di un ridotto peso proprio, mostra frecce di inflessione comunque minori rispetto ad un solaio massiccio di pari spessore.

Nelle usuali destinazioni d'uso delle solette, infatti, il rapporto tra il sovraccarico ed il peso proprio massiccio è generalmente inferiore a 1,5. Il vantaggio decisivo si ottiene laddove nel lungo periodo ($t=\infty$), quindi sotto gli effetti della viscosità del materiale calcestruzzo, con i coefficienti di partecipazione dei sovraccarichi variabili e quindi in funzione delle destinazioni d'uso su livello medio-bassi, la riduzione del peso proprio ha influenza decisiva per la riduzione della freccia in là negli anni.

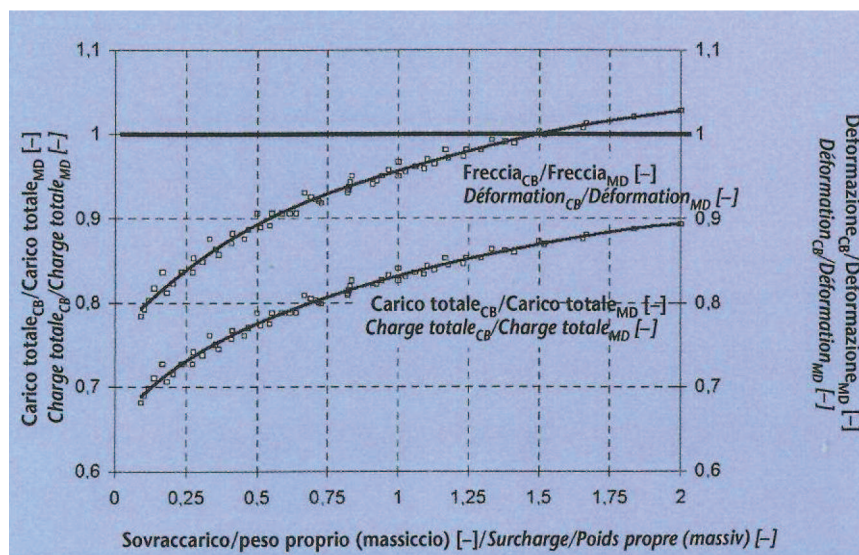


Figura 9.16. Comportamento flessionale

COMPORTAMENTO A TAGLIO E PUNZONAMENTO

Per la determinazione della resistenza a taglio di un solaio alleggerito Cobiax sono stati effettuati test specifici: i primi su piastre realizzate con sfere da 18cm, i secondi su piastre realizzate con sfere da 36cm. In ogni serie di test sono state esaminate quattro piastre con identica geometria, armatura e configurazione di carico.

Il primo test di ogni serie è stato realizzato su una piastra massiccia, in modo da poter poi confrontare i risultati ottenuti, con quelli derivanti dai test sulle piastre di tipo alleggerito. Tutti i test sono stati realizzati su piastre prive di specifica armatura resistente a taglio.

In termini di fessurazione e di resistenza a taglio, il comportamento

della piastra Cobiax è stato quasi identico a quello della piastra massiccia, sebbene con un carico di rottura piú basso.

In tutti i test (piastra massiccia e alleggerita), la fessurazione per flessione ha inizio all'atto dell'applicazione del carico. Lo sviluppo della fessurazione avviene a partire dal punto di massima flessione e lungo una traiettoria leggermente inclinata rispetto al piano.

Dai test si è rilevato che il carico di rottura al taglio della piastra Cobiax è pari ad un valore compreso tra il 55% e il 64%, rispetto a quello di una piastra massiccia.

Il fattore, che influenza maggiormente la riduzione di resistenza al taglio delle piastre Cobiax (senza specifica armatura a taglio), è la ridotta area di calcestruzzo disponibile nella sezione perpendicolare al piano di fessurazione, che non consente il passaggio delle tensioni. La sezione a 45°, che attraversa una fila di sfere (Figura 9.17), corrisponde approssimativamente al piano lungo il quale si genera la fessurazione per taglio. Sulla parte destra della figura è rappresentata l'area resistente effettiva della piastra.

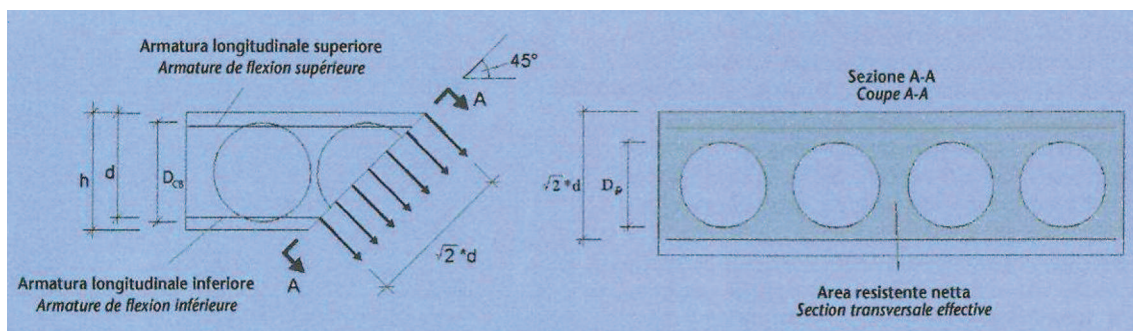


Figura 9.17. Comportamento a taglio e punzonamento

Gli studi iniziali sulla resistenza al punzonamento sono stati effettuati partendo dal caso peggiore, cioè posizionando elementi di alleggerimento fino in corrispondenza al perimetro del sostegno del solaio. Sono stati effettuati una serie di sei test al punzonamento su due piastre di spessore differente, da 24 e 45cm, realizzate utilizzando sfere rispettivamente di diametro pari a 18 e 36cm.

Gli schemi di rottura evidenziati durante i test hanno rivelato un comportamento della piastra Cobiax del tutto simile a quello di una piastra di tipo massiccio. Infatti, come per una piastra massiccia, nella piastra alleggerita, se soggetta ad un elevato carico concentrato, le linee di rottura risultano inclinate tra 30°–45° rispetto al piano del solaio. Si è inoltre evidenziato che, rispetto al comportamento a punzonamento di una piastra massiccia, nel solaio Cobiax la frattura si sviluppa piú velocemente, perché la sezione, indebolita dalla presenza delle sfere, raggiunge prima la rottura delle "bielle" compresse.

9.7.2. L'analisi a elementi finiti – Straus7

Per il calcolo delle azioni interne alla struttura si è fatto ricorso al codice di calcolo per l'analisi agli elementi finiti Straus7.

Prima di procedere all'analisi statica lineare della struttura si è dovuta ricercare una mesh, cioè la suddivisione dell'elemento in superfici "plate" piú piccole. Tanto piú è fitta la mesh, tanto piú è accurato il risultato.

La calibrazione della mesh è stata effettuata su una piastra rettangolare di dimensioni 7,30x5,80m, incastrata su un lato (in corrispondenza del vano scala) e appoggiata sui due vertici opposti (in corrispondenza dei pilastri).

Per stabilire la massima lunghezza di ogni elemento si è ricercata la stabilizzazione del risultato.

DIMENSIONE MESH [m]	w [mm]
1x1	3,80
0,5x0,5	3,90
0,3x0,3	3,90

Tabella 9.21. Calibrazione mesh

Si è scelto di utilizzare una dimensione di mesh pari a 0,50x0,50m; si può così procedere all'analisi dei solai.

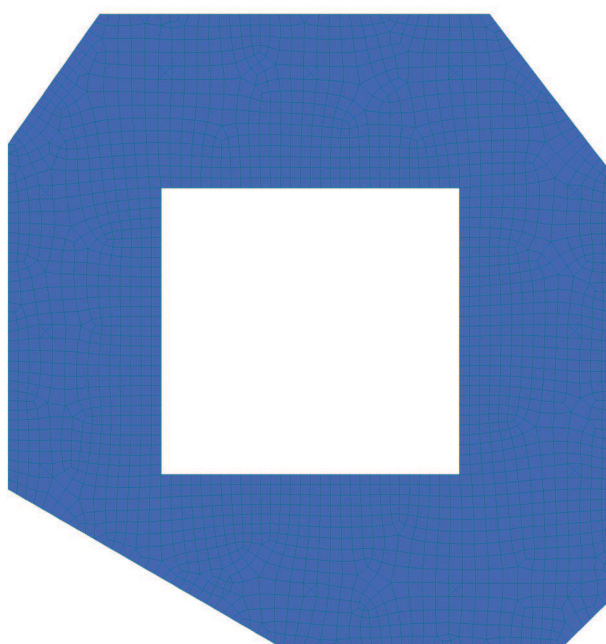


Figura 9.18. Calibrazione mesh

Come oggetto di calcolo è stata scelta la piastra piú caricata. Nel modello viene ricreata la geometria del piano, a cui viene tolto il nucleo di controvento.

Successivamente vengono imposti i vincoli: incastro in corrispondenza del core centrale e appoggi in corrispondenza dei pilastri. Dopo di che vengono applicati i carichi uniformemente distribuiti relativi al piano allo SLU e allo SLE.

Il software restituisce i valori di momento flettente, taglio e cedimenti. I primi due vengono utilizzati per il dimensionamento dell'armatura e la resistenza al punzonamento, l'altro per la verifica degli spostamenti.

9.7.3. Il calcolo locale dell'armatura

Il dimensionamento dell'armatura viene effettuato solo su alcuni punti significativi, in modo da avere le quantità massime di acciaio necessarie alla sicurezza strutturale.

I punti vengono scelti in base ai risultati ottenuti con l'analisi a elementi finiti, che fornisce i momenti flettenti nei piani xx , yy , xy . Bisogna prestare attenzione perché nel programma Straus7 i momenti positivi sono quelli sugli appoggi e quelli negativi sono in campata, mentre nella convenzione usuale, qui adottata, si intendono positivi i momenti in campata e negativi quelli agli appoggi. Per questo motivo i segni nelle tabelle sono stati invertiti rispetto a quelli dei disegni. Un'altra convenzione adottata è che con m_x si intende il momento attorno all'asse y e, viceversa, con m_y il momento attorno all'asse x .

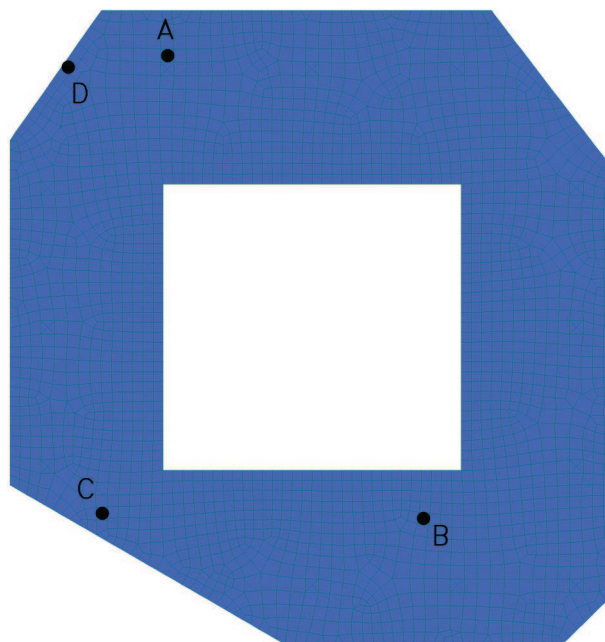


Figura 9.19. Punti di verifica

I punti scelti sono:

- A – punto con $m_{xx}, m_{yy} < 0$
- B – punto con $m_{xx}, m_{yy} > 0$
- C – punto con $m_{xx} > 0, m_{yy} < 0$ e $|m_{xx}| > |m_{yy}|$
- D – punto alla base del cedimento massimo

Per ciascuna di queste situazioni è stata presa in considerazione la terna m_{xx}, m_{yy} e m_{xy} . Seguendo il procedimento riportato nel diagramma di flusso sottostante, si calcolano i momenti sollecitanti nelle due direzioni m_{xx}^* e m_{yy}^* .

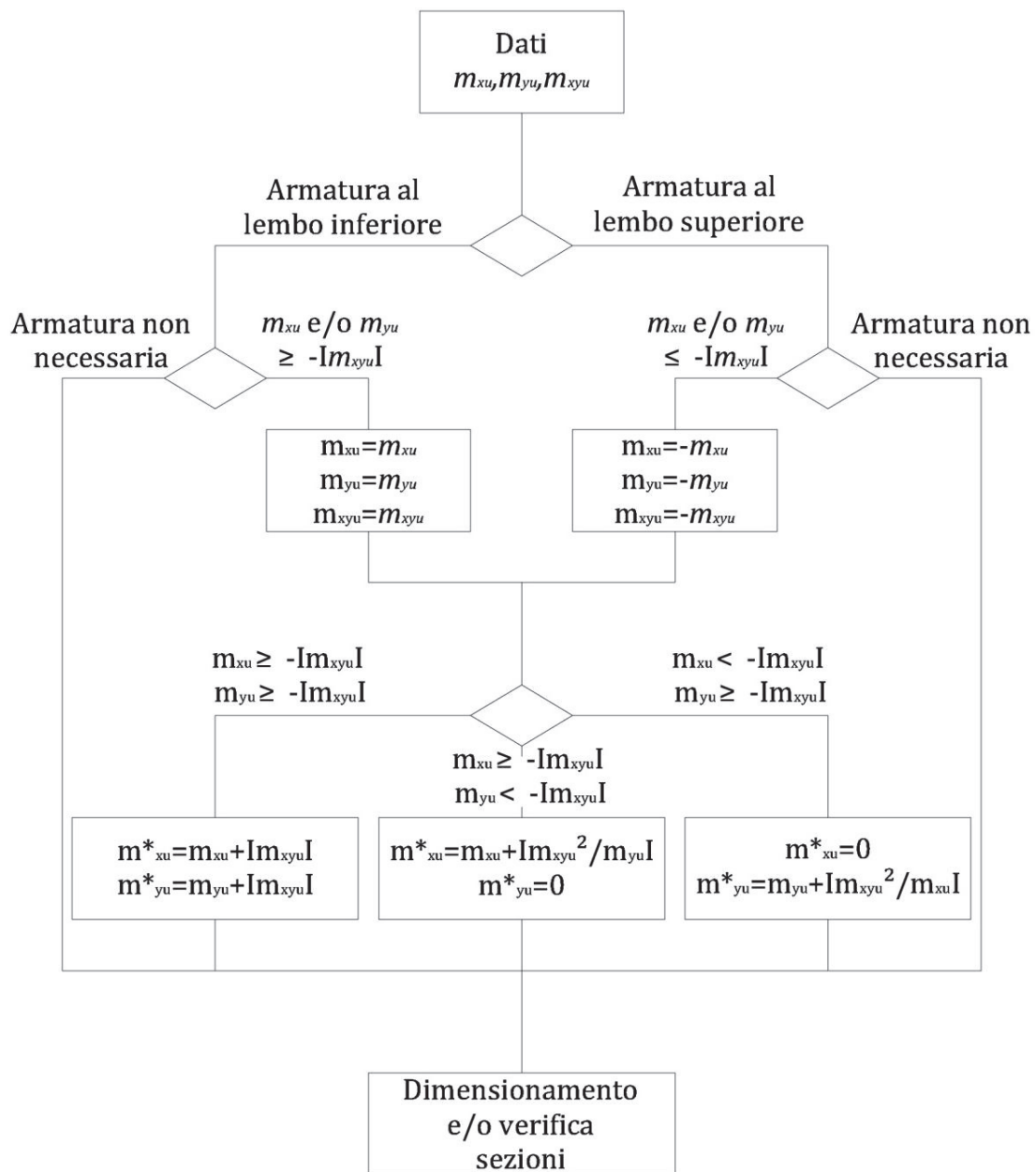


Grafico 9.1. Diagramma di flusso

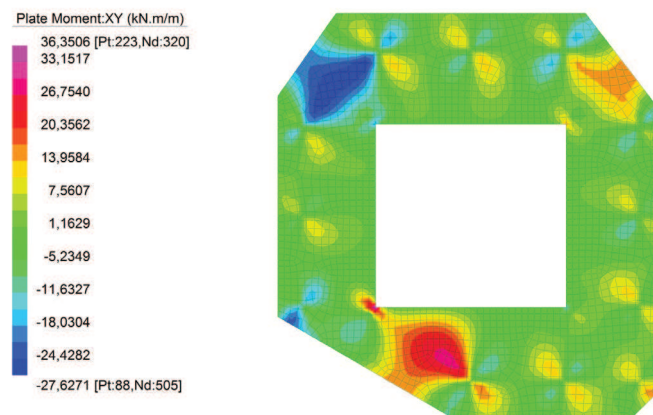
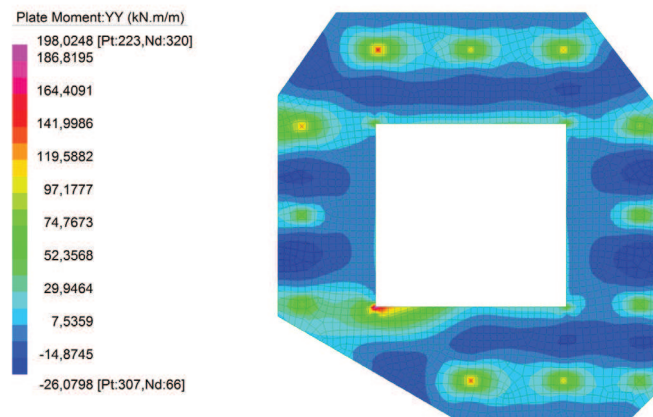
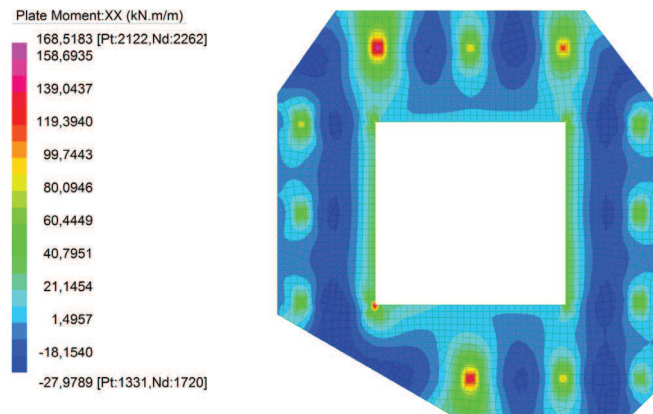


Figura 9.20. Momenti flettenti piano tipo

Lembo inferiore:

PUNTO	m_{xx} [kNm/m]	m_{yy} [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	m^*_{xx} [kNm/m]	m^*_{yy} [kNm/m]
A	-112,3096	-58,4271	3,4363	-	-
B	1,0424	9,3333	-4,2146	5,2570	13,5479
C	27,6370	-20,8282	2,5848	27,9578	0
D	19,1337	11,0101	16,9896	36,1233	27,9997

Tabella 9.22. Momenti di calcolo lembo inferiore

Lembo superiore:

PUNTO	m_{xx} [kNm/m]	m_{yy} [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	m^*_{xx} [kNm/m]	m^*_{yy} [kNm/m]
A	112,3096	58,4271	-3,4363	115,7459	61,8634
B	-1,0424	-9,3333	4,2146	0,8608	0
C	-27,6370	20,8282	-2,5848	0	21,0699
D	-19,1337	-11,0101	-16,9896	0	4,0757

Tabella 9.23. Momenti di calcolo lembo superiore

Vengono quindi dimensionati l'area minima di armatura e le barre d'acciaio presenti nel solaio con la seguente formula:

$$A_j = (m^*_{jj}) / (z \cdot f_{yd})$$

Con:

- A_j area dell'armatura nella direzione scelta;
- m^*_{jj} momento agente nella direzione scelta;
- z braccio della coppia interna assunto in via approssimativa pari a 0,8 volte lo spessore della piastra;
- f_{yd} tensione di snervamento di progetto dell'acciaio.

Lembo inferiore:

PUNTO	A_x [mm ²]	A_x _{rit} [mm ²]	ϕ_x	A_y [mm ²]	A_y _{rit} [mm ²]	ϕ_y
A	-	-	-	-	-	-
B	45,39	144	$\phi 8/35$	116,97	144	$\phi 8/35$
C	241,38	262	$\phi 10/30$	-	-	-
D	311,88	314	$\phi 10/25$	241,74	262	$\phi 10/30$

Tabella 9.24. Dimensionamento armatura lembo inferiore

Lembo superiore:

PUNTO	A_x [mm ²]	$A_{x\text{ rif}}$ [mm ²]	ϕ_x	A_y [mm ²]	$A_{y\text{ rif}}$ [mm ²]	ϕ_y
A	999,31	1131	$\phi 12/10$	534,11	565	$\phi 12/20$
B	7,43	—	—	—	—	—
C	—	—	—	181,91	201	$\phi 8/25$
D	—	—	—	35,19	144	$\phi 8/35$

Tabella 9.25. Dimensionamento armatura lembo superiore

9.7.4. Il controllo degli spostamenti

La verifica degli spostamenti massimi di una struttura risponde all'esigenza di preservarne l'aspetto e la funzionalità, e di evitare danni a tramezzi, finiture e infissi. In alcuni casi è necessario imporre dei limiti alle vibrazioni, per evitare disagio agli abitanti di un edificio o danni strutturali.

La normativa europea permette di omettere il calcolo e la verifica degli spostamenti, qualora gli elementi a piastra non superino un valore limite del rapporto tra luce e spessore; per piastre incastrate questo rapporto deve essere inferiore a 26.

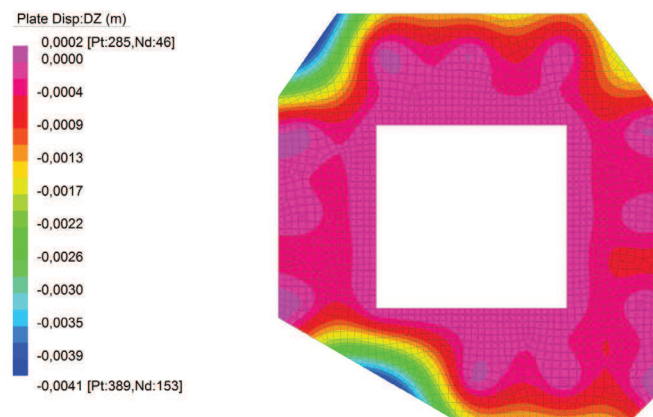


Figura 9.21. Spostamenti piano tipo

Nell'edificio CoB Madrid si ha:

- luce = 7,30m;
- spessore = 0,37m;
- luce/spessore=7,30/0,37=19,73<26.

Per questo motivo non è necessaria la verifica degli spostamenti.

Un ulteriore controllo può essere effettuato verificando che lo spostamento massimo della piastra allo SLE sia inferiore a $1/250$:

$$w_{\max} = 0,0029\text{m} < 1/250$$

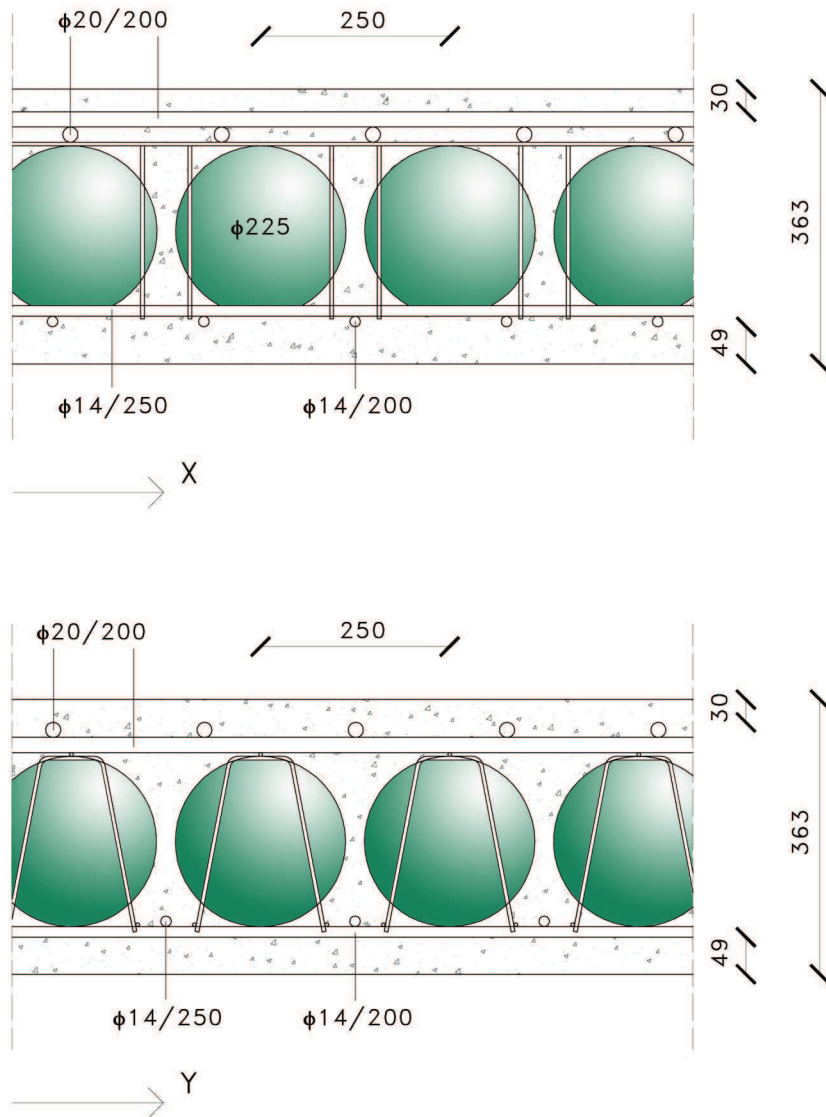


Figura 9.22. Sezioni della piastra in direzioni x e y, scala 1:10

9.7.5. Il punzonamento

Nei solai a piastra è importante considerare le azioni di taglio, che sono concentrate in corrispondenza degli appoggi, poiché il carico distribuito sulla piastra viene trasmesso ai pilastri che, a loro volta, lo scaricano a terra. Le zone di contatto tra solaio e pilastri risultano essere un punto critico della struttura, in quanto può verificarsi una rottura fragile per punzonamento.

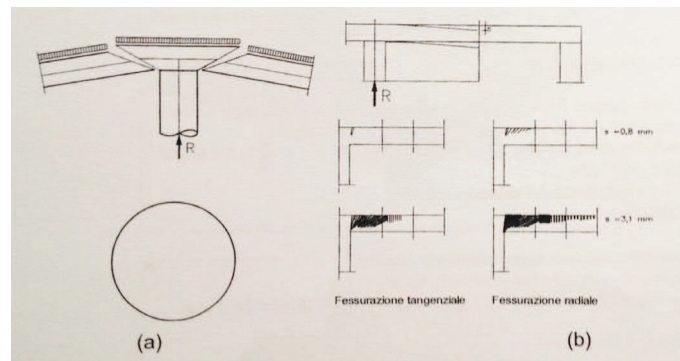


Figura 9.23. Rottura a punzonamento

Per evitare questa rottura, vengono disposte armature di punzonamento in grado di assorbire eventuali sforzi, che la zona di contatto non riesce a sopportare.

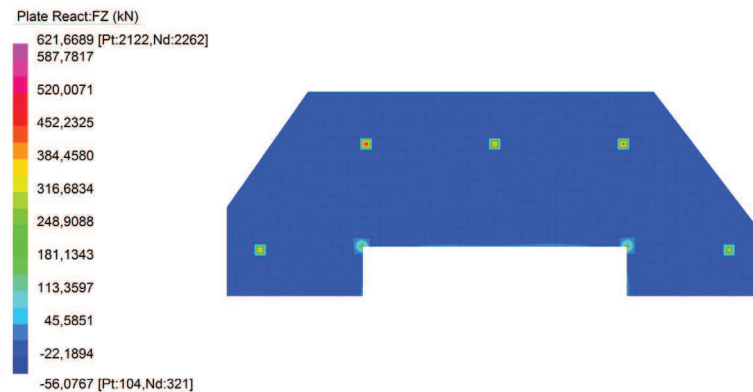


Figura 9.24. Reazioni vincolari dei pilastri

Per semplificare i calcoli, l'Eurocodice propone un procedimento semplificato; la sollecitazione pertanto può essere calcolata come:

$$v_{sd} = \beta \cdot (V_{sd} / (u \cdot d))$$

Con:

- β coefficiente che considera la distribuzione non uniforme degli sforzi e tiene conto della posizione del pilastro; nel caso in questione è pari a 1,15;
- V_{sd} valore di calcolo della forza totale di taglio agente, ricavato dal software Straus7 e pari a 455,6225 kN;
- u perimetro della sezione critica, calcolato come $u=2(a+b)+2(2\pi d)$, con a e b dimensioni del pilastro e d altezza utile della piastra e pari a 7449,56 mm.

Nel progetto in esame il taglio agente è stato ricavato mediante il software Straus7 e risulta essere pari a:

$$v_{sd}=0,19[\text{MPa}]$$

Una volta noto il carico agente, si verifica la necessità di armare a punzonamento il solaio, calcolando la resistenza del solo calcestruzzo, con la seguente formula:

$$v_{Rd,C}=0,18/\gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \leq v_{min}$$

Con:

- $v_{min}=0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$ coefficiente per l'ingranamento;
- $\rho_1=\sqrt{(\rho_{1x} \cdot \rho_{1y})} \leq 0,02$ armatura longitudinale media al di sopra di una colonna;
- ρ_{1x} , ρ_{1y} valori medi della percentuale dell'armatura tesa adeguatamente ancorata, posizionata al di sopra della colonna, rispetto ad una larghezza pari a 1m.

La resistenza a punzonamento del solo calcestruzzo è pari a:

$$v_{Rd,C}=0,59[\text{MPa}] > v_{sd}$$

Poiché il taglio agente risulta essere minore di quello resistente non è necessario aggiungere ulteriore armatura a punzonamento.

9.8. IL NUCLEO DI CONTROVENTO

La resistenza della struttura alle azioni orizzontali è garantita dal nucleo di controvento, contenente scale e ascensori, costituito da un sistema scatolare in calcestruzzo armato dello spessore di 300mm. Oltre alla spinta del vento, verrà considerato agente sul core controventante un sistema di forze orizzontali, applicate al livello di ciascun piano di impalcato.

Per semplicità di calcolo il progetto CoB Madrid viene approssimato ad un edificio di base quadrata 30x30m, con un nucleo di controvento, di dimensioni 15x15m, posizionato esattamente al centro della struttura.

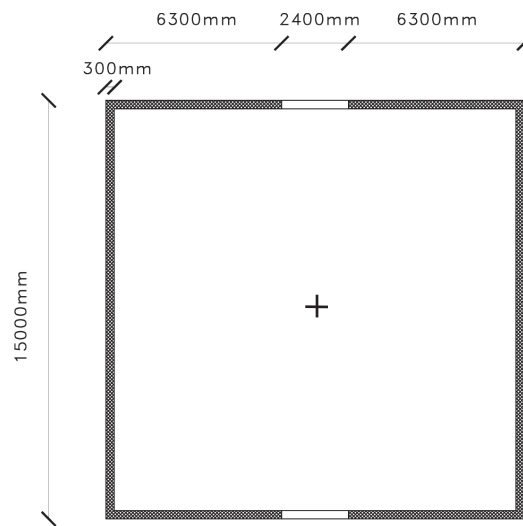


Figura 9.25. Nucleo di controvento

9.8.1. Calcolo delle azioni agenti

Per le azioni orizzontali agenti sulla struttura vengono considerate la spinta convenzionale, assunta pari allo 0,5% dei pesi, la spinta del vento e le azioni assiali.

Nella tabella sottostante è riassunto il calcolo della spinta convenzionale R , con:

- P_1 pari alla somma del peso dell'impalcato corrente e del peso della soletta del core centrale;
- P_2 pari al peso dei tamponamenti esterni;
- P_3 pari al peso dei muri del nucleo di controvento.

PIANO	P_1 [kN/m ²]	A[m ²]	P_2 [kN/m]	l[m]	P_3 [kN]	R[kN]
P29	6,80	900	0	0	0	30,60
P28	14,54	550	4,09	30	1517,04	48,18
P27	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27
P26	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P25	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P24	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P23	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P22	14,54	550	4,09	30	1517,04	48,18
P21	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27
P20	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P19	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P18	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P17	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P16	14,54	550	4,09	30	1517,04	48,18
P15	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27
P14	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P13	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P12	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P11	12,44	675	4,09	30	1517,04	50,18
P10	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27
P9	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P8	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P7	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P6	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P5	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P4	13,34	675	4,09	30	1517,04	53,22
P3	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27
P2	14,54	542	4,09	30	1517,04	47,60
P1	14,54	542	4,09	30	1517,04	47,60
P0	14,54	675	4,09	30	1517,04	57,27

Tabella 9.26. Pesì piano impalcato

Poiché il baricentro delle masse coincide con quello del core non è presente eccentricità e quindi azione torcente.

Per quanto riguarda l'azione del vento, considerando la semplificazione geometrica effettuata, il calcolo della spinta in direzione x è uguale a quella in direzione y .

PIANO	z[m]	c _e	P _{sopra} [kN/m ²]	P _{sotto} [kN/m ²]	p [kN/m ²]	A [m ²]	F [kN]
29	133,00	3,86	1,31	-0,65	1,96	129	252,61
28	124,70	3,80	1,29	-0,64	1,93	129	248,71
27	120,40	3,77	1,27	-0,64	1,91	129	246,60
26	116,10	3,74	1,26	-0,63	1,89	129	244,41
25	111,80	3,70	1,25	-0,63	1,88	129	242,16
24	107,50	3,67	1,24	-0,62	1,86	129	239,82
23	103,20	3,63	1,23	-0,61	1,84	129	237,41
22	98,90	3,59	1,21	-0,61	1,82	129	234,89
21	94,60	3,55	1,20	-0,60	1,80	129	232,28
20	90,30	3,51	1,19	-0,59	1,78	129	229,57
19	86,00	3,47	1,17	-0,59	1,76	129	226,73
18	81,70	3,42	1,16	-0,58	1,73	129	223,76
17	77,40	3,37	1,14	-0,57	1,71	129	220,65
16	73,10	3,32	1,12	-0,56	1,69	129	217,39
15	68,80	3,27	1,11	-0,55	1,66	129	213,95
14	64,50	3,22	1,09	-0,54	1,63	129	210,31
13	60,20	3,16	1,07	-0,53	1,60	129	206,45
12	55,90	3,09	1,05	-0,52	1,57	129	202,34
11	51,60	3,03	1,02	-0,51	1,53	129	197,94
10	47,30	2,95	1,00	-0,50	1,50	129	193,20
9	43,00	2,88	0,97	-0,49	1,46	129	188,06
8	38,70	2,79	0,94	-0,47	1,41	129	182,45
7	34,40	2,69	0,91	-0,46	1,37	129	176,26
6	30,10	2,59	0,88	-0,44	1,31	129	169,35
5	25,80	2,47	0,83	-0,42	1,25	129	161,51
4	21,50	2,33	0,79	-0,39	1,18	129	152,43
3	17,20	2,17	0,73	-0,37	1,10	129	141,61
2	12,90	1,96	0,66	-0,33	0,99	129	128,12
1	8,60	1,68	0,57	-0,28	0,85	129	110,00
0	5,00	1,34	0,45	-0,23	0,68	129	87,40

Tabella 9.27. Azioni del vento

Vengono calcolate, infine, le azioni assiali sulle pareti, date dal peso del core centrale e dai carichi trasmessi dalle zone di impalcato di pertinenza del vano stesso.

SOLLECITAZIONI	PESO [kN]
Copertura	2720
Impalcato core	774
Impalcato di pertinenza core	1190
Pareti core	1517

Tabella 9.28. Azioni assiali sulle pareti

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzate le caratteristiche delle sollecitazioni, sia per le verifiche allo SLE che allo SLU.

Per quanto riguarda le verifiche agli stati limite di esercizio è presente solamente l'azione del vento, mentre per quelle agli stati limite ultimo viene considerata anche la spinta convenzionale.

PIANO	F_v [kN]	F_h [kN]	N[kN]	V[kN]	M[kN·m]
P29	4237,04	252,61	4237,04	252,61	1086,23
P28	3481,04	248,71	7718,08	501,32	2155,68
P27	3481,04	246,60	11199,12	747,92	3216,04
P26	3481,04	244,41	14680,16	992,33	4267,02
P25	3481,04	242,16	18161,20	1234,49	5308,31
P24	3481,04	239,82	21642,24	1474,31	6339,55
P23	3481,04	237,41	25123,28	1711,72	7360,39
P22	3481,04	234,89	28604,32	1946,61	8370,44
P21	3481,04	232,28	32085,36	2178,90	9369,26
P20	3481,04	229,57	35566,40	2408,46	10356,39
P19	3481,04	226,73	39047,44	2635,19	11331,32
P18	3481,04	223,76	42528,48	2858,95	12293,50
P17	3481,04	220,65	46009,52	3079,61	13242,32
P16	3481,04	217,39	49490,56	3297,00	14177,09
P15	3481,04	213,95	52971,60	3510,95	15097,07
P14	3481,04	210,31	56452,64	3721,26	16001,41
P13	3481,04	206,45	59933,68	3927,71	16889,15
P12	3481,04	202,34	63414,72	4130,05	17759,20
P11	3481,04	197,94	66895,76	4327,98	18610,33
P10	3481,04	193,20	70376,80	4521,18	19441,07
P9	3481,04	188,06	73857,84	4709,24	20249,73
P8	3481,04	182,45	77338,88	4891,69	21034,26
P7	3481,04	176,26	80819,92	5067,95	21792,17
P6	3481,04	169,35	84300,96	5237,29	22520,37
P5	3481,04	161,51	87782,00	5398,80	23214,86
P4	3481,04	152,43	91263,04	5551,24	23870,32
P3	3481,04	141,61	94744,08	5692,85	24479,25
P2	3481,04	128,12	98225,12	5820,97	25030,18
P1	3481,04	110,00	101706,16	5930,98	25503,20
P0	3481,04	87,40	105187,20	6018,37	25879,01

Tabella 9.29. Sollecitazioni nel nucleo per vento – SLE

PIANO	F_v [kN]	F_h [kN]	N[kN]	V[kN]	M[kN·m]
P29	4237,04	283,21	4237,04	283,21	1217,81
P28	3481,04	296,89	7718,08	580,10	2494,45
P27	3481,04	303,87	11199,12	883,97	3801,08
P26	3481,04	294,60	14680,16	1178,57	5067,86
P25	3481,04	292,34	18161,20	1470,91	6324,93
P24	3481,04	290,01	21642,24	1760,92	7571,97
P23	3481,04	287,59	25123,28	2048,51	8808,60
P22	3481,04	283,08	28604,32	2331,59	10025,84
P21	3481,04	289,56	32085,36	2621,15	11270,93
P20	3481,04	279,75	35566,40	2900,90	12473,85
P19	3481,04	276,91	39047,44	3177,81	13664,58
P18	3481,04	273,95	42528,48	3451,76	14842,55
P17	3481,04	270,84	46009,52	3722,60	16007,16
P16	3481,04	265,57	49490,56	3988,17	17149,13
P15	3481,04	271,22	52971,60	4259,39	18315,37
P14	3481,04	260,49	56452,64	4519,88	19435,50
P13	3481,04	256,64	59933,68	4776,52	20539,03
P12	3481,04	252,52	63414,72	5029,04	21624,88
P11	3481,04	248,12	66895,76	5277,16	22691,80
P10	3481,04	250,47	70376,80	5527,63	23768,81
P9	3481,04	241,28	73857,84	5768,91	24806,32
P8	3481,04	235,67	77338,88	6004,58	25819,71
P7	3481,04	229,48	80819,92	6234,06	26806,47
P6	3481,04	222,57	84300,96	6456,63	27763,52
P5	3481,04	214,73	87782,00	6671,36	28686,86
P4	3481,04	205,65	91263,04	6877,02	29571,18
P3	3481,04	198,88	94744,08	7075,90	30426,37
P2	3481,04	175,73	98225,12	7251,63	31182,00
P1	3481,04	157,61	101706,16	7409,23	31859,71
P0	3481,04	144,67	105187,20	7553,90	32481,78

Tabella 9.30. Sollecitazioni nel nucleo per vento + 0,5% pesi – SLU

9.8.2. Verifiche

Il nucleo di controvento ha una forma quadrata di dimensioni 15x15m, con due aperture di larghezza 2,40m situate su due lati opposti.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione del nucleo, riferite alla sezione di solo calcestruzzo:

- Area lorda: 17,64m²;
- Aperture: 1,44m²;
- Area netta: 16,20m² (0,92 area lorda).

Momento di inerzia: $I=0,92 \cdot [(15 \cdot 15^3)/12 - (14,4 \cdot 14,4^3)/12]=584,72$ [m⁴]

VERIFICA SLE

Per le verifiche agli stati limite di esercizio si valutano le tensioni principali nella sezione di incastro alla base, che risulta essere la piú sollecitata.

$$\text{Azione assiale: } \sigma_0 = N/A = 6,49 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Si procede calcolando la spinta in direzione x (e y).

$$\text{Momento flettente: } \Delta\sigma = \pm M/W_y = \pm M/(I/0,5h) = \pm 0,33 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Tensione di compressione minima: } \sigma_{\min} = 6,16 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Tensione di compressione massima: } \sigma_{\max} = 6,82 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Azione tagliante: } \tau_v = V/(0,92 \cdot b \cdot z) = 0,93 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tensioni principali:

$$\sigma_I = -\sigma_{\min}/2 + \sqrt{(\sigma_{\min}^2/4 + \tau_v^2)} = 0,14 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{II} = \sigma_{\max}/2 + \sqrt{(\sigma_{\max}^2/4 + \tau_v^2)} = 6,94 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Verifiche:

$$\sigma_I = 0,14 < f_{ctk} = 4,22 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ verificato}$$

$$\sigma_{II} = 6,94 < \sigma_{c,adm} = 54 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ verificato}$$

VERIFICA SLU

Per le verifiche agli stati limite ultimi si individua l'elemento piú debole nel core centrale, che nel caso in esame corrisponde a metà del nucleo in calcestruzzo.

$$\text{Azione assiale resistente: } N_{Rdc} = f_{cd} \cdot A = 413100 \text{ [kN]}$$

$$\text{Azione assiale agente: } N_{Ed,sp} = N_{Ed} \cdot (A/A_{netta}) = 5259,36 \text{ [kN]}$$

Si procede calcolando la spinta in direzione x (e y).

$$\text{Forza su ciascuno spigolo: } F_{Ed,M} = \pm 0,5 \cdot M_{Ed}/z = 1381,03 \text{ [kN]}$$

Compressioni:

$$N_{Ed}^{\min} = N_{Ed,sp} - N_{Rdc} = 3878,33 \text{ [kN]}$$

$$N_{Ed}^{\max} = N_{Ed,sp} + N_{Rdc} = 6640,39 \text{ [kN]}$$

Verifiche:

$$N_{Ed}^{\min} = 3878,33 < N_{Rdc} = 413100 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

$$N_{Ed}^{\max} = 6640,39 < N_{Rdc} = 413100 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

9.8.3. Dimensionamento delle armature

Per assorbire le sollecitazioni precedentemente calcolate è necessario disporre un'armatura all'interno delle pareti del nucleo di controvento.

L'Eurocodice 2 prescrive che l'area complessiva di armatura longitudinale, da disporsi in corrispondenza di ciascuna faccia del muro, sia non inferiore a $0,002 \cdot A_c$, con A_c area della sezione del muro stesso e che le barre di armatura longitudinale non siano disposte a distanza maggiore di 3 volte lo spessore del muro e comunque non a più di 400mm. Si scelgono barre $\phi 12$ disposte ad intervalli di 300mm. Il rapporto geometrico di armatura è pari a:

$$\rho_{sv} = (2 \cdot 113) / (300 \cdot 300) = 0,0025 > 0,002$$

Nella porzione di nucleo esaminata il valore di resistenza alla sollecitazione di trazione è:

$$N_{Rdt} = 180 \cdot 113 \cdot 391 = 7952,94 \text{ [kN]}$$

Compressione massima:

$$N_{Ed} = N_{Ed,s} + F_{Ed,M} = 6640,39 \text{ [kN]}$$

Verifiche:

$$N_{Rdt} = 7952,94 > N_{Ed} = 6640,39 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

$$N_{Ed} = 6640,39 < N_{Rdc} = 413100 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

Per l'armatura orizzontale, l'Eurocodice 2 prescrive che la sua area debba essere almeno pari al 25% dell'armatura verticale e comunque non inferiore a $0,001 \cdot A_c$.

Si scelgono barre $\phi 10$ disposte a intervalli di 300mm. Il rapporto geometrico di armatura è pari a:

$$\rho_{sh} = (2 \cdot 78,5) / (300 \cdot 300) = 0,0017 > 0,001 > 0,25 \rho_{sv}$$

Con riferimento a tale armatura orizzontale minima si eseguono le verifiche di resistenza al taglio. L'azione tagliante più sfavorevole è data dalla somma della quota parte del taglio e del torcente che compete a ciascuna delle due pareti parallele all'azione orizzontale. Nel caso in esame l'azione torcente è nulla.

PIANO	V[kN]	V'=V/2 [kN]
P29	283,21	141,61
P28	580,10	290,05
P27	883,97	441,99
P26	1178,57	589,29
P25	1470,91	735,46
P24	1760,92	880,46
P23	2048,51	1024,26
P22	2331,59	1165,80
P21	2621,15	1310,57
P20	2900,90	1450,45
P19	3177,81	1588,90
P18	3451,76	1725,88
P17	3722,60	1861,30
P16	3988,17	1994,08
P15	4259,39	2129,69
P14	4519,88	2259,94
P13	4776,52	2388,26
P12	5029,04	2514,52
P11	5277,16	2638,58
P10	5527,63	2763,82
P9	5768,91	2884,46
P8	6004,58	3002,29
P7	6234,06	3117,03
P6	6456,63	3228,32
P5	6671,36	3335,68
P4	6877,02	3438,51
P3	7075,90	3537,95
P2	7251,63	3625,81
P1	7409,23	3704,62
P0	7553,90	3776,95

Tabella 9.31. Sollecitazioni tangenziali nelle pareti del nucleo

Facendo riferimento alla parete orizzontale inferiore del nucleo (direzione x), l'azione tagliante complessiva può ripartirsi in modo equo a destra e a sinistra. Si valuta dunque la resistenza al taglio per ciascuna delle due porzioni di parete separate dall'apertura.

Porzione destra (e sinistra)

Dimensioni: 6300mm · 300mm

$z=0,8 \cdot h=5040\text{mm}$

$$V_{Rds} = (A_{ss}/s) \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta = 2062,60 [\text{kN}]$$

$$V_{Rdc} = (b \cdot z \cdot \sigma_{cd}) / (\cot\theta + \tan\theta) = 18506,88 [\text{kN}]$$

Verifiche:

$$V_{Rds} = 2062,60 > 0,5 \cdot V_{Ed} = 1888,48 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

$$V_{Rdc} = 18506,88 > 0,5 \cdot V_{Ed} = 1888,48 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

Nella direzione y , invece, non sono presenti aperture, quindi l'azione tagliante complessiva sarà ripartita in modo omogeneo su tutta la parete.

Dimensioni: $15000\text{mm} \cdot 300\text{mm}$

$z = 0,8 \cdot h = 12000\text{mm}$

$$V_{Rds} = (A_{ss}/s) \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cotg\theta = 4910,94 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rdc} = (b \cdot z \cdot \sigma_{cd}) / (\cotg\theta + \tg\theta) = 44064,00 \text{ [kN]}$$

Verifiche:

$$V_{Rds} = 4910,94 > V_{Ed} = 3776,95 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

$$V_{Rdc} = 44064,00 > V_{Ed} = 3776,95 \text{ [kN]} \text{ verificato}$$

9.8.4. Verifica degli architravi

La valutazione della resistenza della struttura alle azioni orizzontali viene completata con le verifiche relative agli architravi, i quali, grazie al trasferimento degli sforzi di scorrimento correlati alle azioni taglianti e torcenti, garantiscono la reciproca solidarietà dei vari pannelli murari.

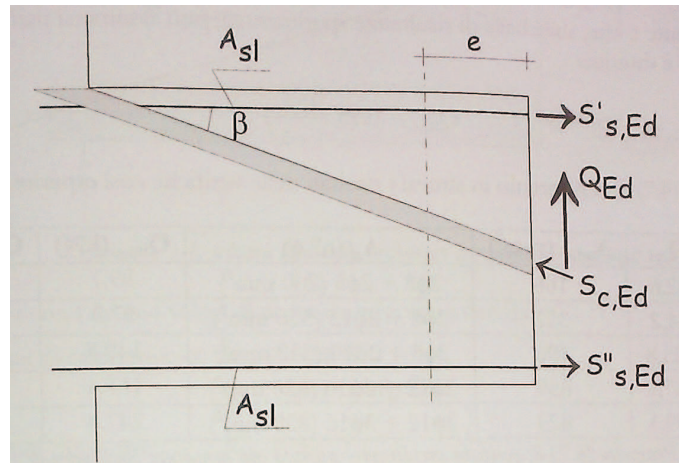


Figura 9.26. Schema di calcolo architrave

Si procede con la valutazione delle sollecitazioni per le quali gli architravi stessi dovranno essere dimensionati e verificati.

La luce di calcolo risulta essere pari a:

$$l = l_0 + 0,16 \cdot h = 2,752\text{m}$$

La forza Q che la trave di collegamento è chiamata a trasmettere al piano i -esimo viene valutata con la relazione:

$$Q_i = (V_i \cdot h) / z$$

Con:

- V_i azione tagliante all' i -esimo piano di impalcato;
- h altezza di piano, pari a 4,30m;
- z braccio resistente del muro in esame, stimata pari a 0,8 volte l'altezza in pianta del muro, al lordo dell'apertura, pari a 11,76m.

La resistenza della trave di collegamento viene valutata in base ad uno schema che prevede l'attivazione di puntoni diagonali di calcestruzzo attraversanti l'architrave.

Sia $\lambda = \cotg\beta = l/z = l/(0,84 \cdot h) = 1,49$

PIANO	V_{Ed} [kN]	Q_{Ed} [kN]	$S_{c,Ed}$ [kN]	$S_{s,Ed}$ [kN]
P29	252,61	92,37	165,75	68,81
P28	501,32	183,31	328,94	136,56
P27	747,92	273,47	490,74	203,74
P26	992,33	362,84	651,11	270,32
P25	1234,49	451,39	810,00	336,28
P24	1474,31	539,08	967,35	401,61
P23	1711,72	625,88	1123,13	466,28
P22	1946,61	711,77	1277,25	530,27
P21	2178,90	796,71	1429,66	593,55
P20	2408,46	880,65	1580,29	656,08
P19	2635,19	963,55	1729,05	717,84
P18	2858,95	1045,37	1875,87	778,80
P17	3079,61	1126,05	2020,65	838,91
P16	3297,00	1205,54	2163,29	898,12
P15	3510,95	1283,76	2303,67	956,40
P14	3721,26	1360,66	2441,66	1013,69
P13	3927,71	1436,15	2577,12	1069,93
P12	4130,05	1510,14	2709,88	1125,05
P11	4327,98	1582,51	2839,76	1178,97
P10	4521,18	1653,15	2966,52	1231,60
P9	4709,24	1721,92	3089,92	1282,83
P8	4891,69	1788,63	3209,63	1332,53
P7	5067,95	1853,08	3325,28	1380,54
P6	5237,29	1915,00	3436,39	1426,67
P5	5398,80	1974,05	3542,37	1470,67
P4	5551,24	2029,79	3642,38	1512,19
P3	5692,85	2081,57	3735,30	1550,77
P2	5820,97	2128,42	3819,37	1585,67
P1	5930,98	2168,64	3891,54	1615,64
P0	6018,37	2200,60	3948,89	1639,44

Tabella 9.32. Azioni di calcolo sull'architrave

L'area dell'armatura longitudinale è data dalla relazione:

$$A_{sl} \geq S_{s,Ed} / f_{yd} = A_{sl,min}$$

Da cui si ottiene:

$$Q_{Rd,s} = (A_{sl} \cdot f_{yd}) / (\lambda / 2)$$

Per la valutazione della resistenza del puntone compresso si utilizza la formula seguente:

$$Q_{Rd,c} = (0,55 \cdot (b \cdot h \cdot f_{cd})) / (1 + \lambda^2)$$

PIANO	Q_{Ed} [kN]	$A_{sl,min}$ [mm ²]	A_{sl} [n° ϕ]	$Q_{Rd,s}$ [kN]	$Q_{Rd,c}$ [kN]
P29	92,37	175,99	2 ϕ 8+2 ϕ 8	104,97	5749,20
P28	183,31	349,27	2 ϕ 8+2 ϕ 14	214,13	5749,20
P27	273,47	521,07	2 ϕ 12+2 ϕ 14	280,26	5749,20
P26	362,84	691,35	3 ϕ 12+3 ϕ 14	420,39	5749,20
P25	451,39	860,06	4 ϕ 12+3 ϕ 14	479,70	5749,20
P24	539,08	1027,14	4 ϕ 12+4 ϕ 14	560,52	5749,20
P23	625,88	1192,54	4 ϕ 14+4 ϕ 14	646,59	5749,20
P22	711,77	1356,19	4 ϕ 14+4 ϕ 16	745,26	5749,20
P21	796,71	1518,02	4 ϕ 14+5 ϕ 16	850,75	5749,20
P20	880,65	1677,96	5 ϕ 14+5 ϕ 16	931,58	5749,20
P19	963,55	1835,92	5 ϕ 16+5 ϕ 16	1054,91	5749,20
P18	1045,37	1991,81	5 ϕ 16+5 ϕ 16	1054,91	5749,20
P17	1126,05	2145,54	5 ϕ 16+6 ϕ 16	1160,40	5749,20
P16	1205,54	2296,99	5 ϕ 16+5 ϕ 18	1302,11	5749,20
P15	1283,76	2446,05	5 ϕ 16+5 ϕ 18	1302,11	5749,20
P14	1360,66	2592,57	6 ϕ 16+6 ϕ 18	1435,94	5749,20
P13	1436,15	2736,40	6 ϕ 16+6 ϕ 18	1435,94	5749,20
P12	1510,14	2877,37	6 ϕ 18+6 ϕ 18	1605,99	5749,20
P11	1582,51	3015,27	6 ϕ 18+6 ϕ 18	1605,99	5749,20
P10	1653,15	3149,87	6 ϕ 18+6 ϕ 20	1791,78	5749,20
P9	1721,92	3280,89	6 ϕ 18+6 ϕ 20	1791,78	5749,20
P8	1788,63	3408,00	6 ϕ 20+7 ϕ 18	1925,61	5749,20
P7	1853,08	3530,80	6 ϕ 20+7 ϕ 18	1925,61	5749,20
P6	1915,00	3648,78	6 ϕ 20+7 ϕ 18	1925,61	5749,20
P5	1974,05	3761,30	6 ϕ 20+7 ϕ 20	2142,37	5749,20
P4	2029,79	3867,50	6 ϕ 20+7 ϕ 20	2142,37	5749,20
P3	2081,57	3966,16	6 ϕ 20+7 ϕ 20	2142,37	5749,20
P2	2128,42	4055,42	6 ϕ 20+7 ϕ 20	2142,37	5749,20
P1	2168,64	4132,06	7 ϕ 20+7 ϕ 20	2307,16	5749,20
P0	2200,60	4192,95	7 ϕ 20+7 ϕ 20	2307,16	5749,20

Tabella 9.33. Verifiche architrave



Capitolo 10

IL PROGETTO TECNOLOGICO PER IL CONTROLLO AMBIENTALE



10.1. LA PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI TECNOLOGICI

Uno dei parametri fondamentali atti a qualificare positivamente il progetto è il soddisfacimento totale delle prestazioni energetiche.

L'attenzione rivolta a questa problematica è sempre maggiore e, se fino a non molto tempo fa "risparmiare energia" significava esclusivamente contenere i consumi, oggi è necessario intraprendere una progettazione più completa ed integrata del sistema "ambiente-edificio-impianti".

Un approccio corretto sta nell'agire su diversi livelli progettuali che riguardano non solo l'ambiente e l'involucro dell'edificio, ma anche le tecnologie impiantistiche, tradizionali e innovative.

In questo ambito l'involucro edilizio, ovvero la "pelle dell'edificio", ha un ruolo fondamentale, in quanto rappresenta il filtro tra l'ambiente esterno ed interno e sta alla base di ogni scambio energetico; per questo motivo esso risulta essere un elemento che necessita di un attento studio e di molteplici soluzioni progettuali, in relazione al luogo in cui si opera.

Uno degli aspetti su cui bisogna intervenire per migliorare le prestazioni energetiche di un involucro è la riduzione delle dispersioni termiche, ovvero del passaggio di energia che avviene sotto forma di flusso di calore, le quali dipendono principalmente dalla differenza di temperatura tra la faccia interna ed esterna dell'involucro, nonché dalla resistenza termica dei materiali che costituiscono le chiusure e partizioni dell'edificio.

Sono molteplici i requisiti che i pacchetti tecnologici devono rispettare: il controllo della condensa superficiale (condensazione sulla superficie a temperatura inferiore alla temperatura di rugiada dell'aria); il controllo della condensa interstiziale (le chiusure devono essere realizzate in modo tale da evitare la condensa al suo interno, la quale può causare il degrado degli strati funzionali, diminuendone la durata e la funzionalità); il controllo dell'inerzia termica (legata sia alla capacità di accumulo di calore, che alla conduttività dei materiali; risulta essere un fattore molto importante per sfruttare i benefici che essa può portare in termini di benessere e comfort abitativo, oltre che di risparmio energetico); l'impermeabilità ai liquidi (va impedita qualsiasi infiltrazione d'acqua piovana all'interno); l'isolamento termico (ovvero la resistenza al passaggio del calore o del fresco in modo da assicurare il benessere termico, sia nel periodo estivo, che in quello invernale e limitare le dispersioni di energia di riscaldamento e raffrescamento); il controllo dello sfasamento dell'onda termica (cioè il ritardo con cui una sollecitazione termica, agente sul lato esterno della struttura, passa sul lato interno).

10.1.1. Il controllo dell'isolamento termico

Le dispersioni termiche esprimono la facilità di un edificio di far passare il calore attraverso le sue pareti dall'interno verso l'esterno in inverno e viceversa in estate. Più i materiali applicati alle pareti limitano il flusso di calore, più alta è la loro capacità isolante. La perdita di calore, infatti, varia in funzione dello spessore della parete e della differenza di temperatura tra l'ambiente interno e quello esterno. È dunque necessario isolare al fine di limitare le dispersioni. Per confrontare le dispersioni termiche di diversi prodotti isolanti è necessario paragonare la loro conducibilità termica λ ; più basso è il suo valore e maggiore è la capacità isolante.

La trasmittanza termica è la misura della capacità di una struttura di trasmettere calore; essa indica la quantità di calore che passa attraverso un metro quadro di superficie, quando tra i due ambienti si ha una differenza di temperatura di 1°K. Per il calcolo della trasmittanza termica U è indispensabile conoscere il valore di λ dei materiali usati e i relativi spessori; in base a questi valori è possibile ricavarla tramite la formula $U=1/(R_{si}+R+R_{se})$, con R_{si} resistenza superficiale interna, R resistenza totale del pacchetto e R_{se} resistenza superficiale esterna.

I valori R_{si} e R_{se} sono definiti dalla normativa, mentre la resistenza termica totale R si ottiene dalla formula $R=S_1/\lambda_1+S_2/\lambda_2+\dots+S_n/\lambda_n$, dove S rappresenta lo spessore del materiale e λ il suo valore di conducibilità termica. Più il valore di U è basso, migliore è l'isolamento termico della struttura in esame.

Il comportamento inerziale delle strutture, che definiscono l'ambiente in esame, può essere verificato attraverso la valutazione di due parametri: il fattore di attenuazione f_d ed il coefficiente di sfasamento ϕ .

Il fattore di attenuazione f_d è uguale al rapporto massimo del flusso della parete capacitiva ed il massimo flusso della parete a massa termica nulla; esso, quindi, qualifica la riduzione di ampiezza dell'onda termica nel passaggio dall'esterno all'interno dell'ambiente attraverso la struttura in esame. Questo valore dipende dalle caratteristiche dei materiali che compongono la stratigrafia della struttura in esame, in particolare della conduttività λ [W/m·K], della capacità termica massiccia c [J/kg·K], dalla massa volumetrica ρ [kg/m³] e dallo spessore s [m]. Il coefficiente di sfasamento ϕ , espresso in ore, rappresenta il ritardo temporale del picco di flusso termico della parete capacitiva rispetto a quello istantaneo, nel passaggio dall'esterno all'interno dell'ambiente attraverso la struttura in esame.

La trasmittanza termica periodica Y_{ie} è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco di sfasare e attenuare il flusso termico, che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore; in sostanza essa quantifica la capacità inerziale delle pareti o delle

coperture. Viene calcolata con l'espressione $Y_{ie}=f_d \cdot U$.

La capacità termica periodica interna/esterna rappresenta la capacità effettiva di accumulo di energia sul lato interno/esterno della parete; essa è funzione della lunghezza di penetrazione dell'onda termica.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di riferimento per il comportamento inerziale dei pacchetti tecnologici.

SFASAMENTO ϕ [h]	ATTENUAZIONE f_d	PRESTAZIONI
$\phi > 12$	$f_d < 0,15$	Ottime
$10 < \phi \leq 12$	$0,15 \leq f_d < 0,30$	Buone
$8 < \phi \leq 10$	$0,30 \leq f_d < 0,40$	Medie
$6 < \phi \leq 8$	$0,40 \leq f_d < 0,60$	Sufficienti
$6 \leq \phi$	$0,60 \leq f_d$	Mediocri

Tabella 10.1. Prestazioni isolamento termico

10.1.2. Il controllo della condensa interstiziale

La formazione di condensa può essere causata da un uso non corretto di materiali isolanti, insufficienza del ricambio dell'aria all'interno dei locali, eccessiva produzione e conseguente accumulo di vapore acqueo nell'aria dei locali abitati.

Questi fattori causano il verificarsi di fenomeni di condensa sulle pareti e al loro interno, e la conseguente riduzione del grado di isolamento della parete a causa, appunto, dell'umidità in essa contenuta.

Il vapore acqueo presente nell'aria condensa sulla superficie interna di una parete quando la temperatura superficiale in quella zona diventa minore di quella di rugiada, come avviene spesso nelle zone di ponte termico; tale inconveniente è tollerabile solo se momentaneo, come solitamente accade nelle stanze da bagno o nelle cucine in presenza di sensibili produzioni di vapore e/o di temperature maggiori di quelle abituali.

Il parametro attraverso il quale è possibile esprimere il requisito è l'esito della verifica su progetto effettuata mediante il modello semplificato di Glaser, che riguarda la pressione parziale del vapore acqueo.

Per procedere a questa verifica devono essere noti i valori delle seguenti grandezze: la temperatura di progetto dell'aria esterna ($^{\circ}\text{C}$), che in periodo invernale si assume pari a 20°C , mentre nel periodo estivo $T_e=T_i$, l'umidità relativa di progetto dell'aria esterna ($UR_e\%$), che si assume pari al 80% nel periodo invernale e 70% nel periodo estivo, l'umidità relativa di progetto dell'aria interna ($UR_i\%$), che si assume pari al 50% nel periodo invernale e $UR_i=UR_e$ nel periodo estivo, la resistenza termica unitaria e resistenza alla diffusione del vapore d'acqua di ciascuno degli elementi costituenti gli strati.

Le informazioni che il metodo di Glaser fornisce sono da ritenersi indicative sia per quanto riguarda il piano o la zona di condensa, che la quantità di condensa stessa.

Se dai diagrammi di Glaser si desume la possibilità di condensazione, è necessario disporre all'interno della parete, più precisamente prima del punto di inizio della condensazione, un materiale avente elevata resistenza al passaggio del vapore. A tal fine si utilizzano sottili strati di materiali, come la carta trattata con bitume, fogli di materia plastica, oppure fogli di alluminio, che sono quasi sempre impermeabili al vapore, che fungono da "barriera al vapore". Per essere efficace la barriera deve essere applicata nella parte calda della parete dal punto di inizio della condensazione, ad esempio sulla faccia calda dell'isolante.

10.1.3. Le prestazioni acustiche

L'inquinamento acustico è causato da una eccessiva esposizione a suoni e rumori di elevata intensità. Si parla di tale fenomeno quando si ha l'introduzione di rumore all'interno di un ambiente, tale da provocare fastidio o disturbo alle attività umane, pericolo per la salute, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali e dell'ambiente, o tali da interferire con le normali funzioni degli ambienti stessi. A lungo andare l'inquinamento acustico può causare problemi psicologici, di pressione e di stress alle persone, che ne sono continuamente sottoposte.

Il comfort ambientale risulta quindi influenzato da diversi elementi; innanzitutto è necessario individuare la provenienza dei rumori percepiti all'interno dell'edificio. Tali sorgenti possono essere esterne, derivanti da attività produttive, ricreative, commerciali, dovute al traffico oppure possono essere interne, prodotte dalle attività delle persone, o dagli impianti.

I rumori possono quindi essere suddivisi in diverse tipologie: rumore aereo, rumore dovuto ad impianti, rumore di impatto derivante da azioni meccaniche sull'involucro (il principale è il rumore dovuto a calpestio).

Un fattore importante da considerare nelle analisi acustiche è la modalità di propagazione del suono, in quanto l'onda sonora può diffondersi in campo aperto, oppure in ambiente confinato.

Quando l'onda si diffonde in campo aperto il suono si propaga con una intensità inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra sorgente e ricevitore; in ambiente confinato invece quando l'onda incontra una superficie sulla sua traiettoria, essa si scompone: viene in parte assorbita, in parte riflessa ed in parte trasmessa attraverso la

superficie, mettendo in vibrazione il lato opposto della parete.

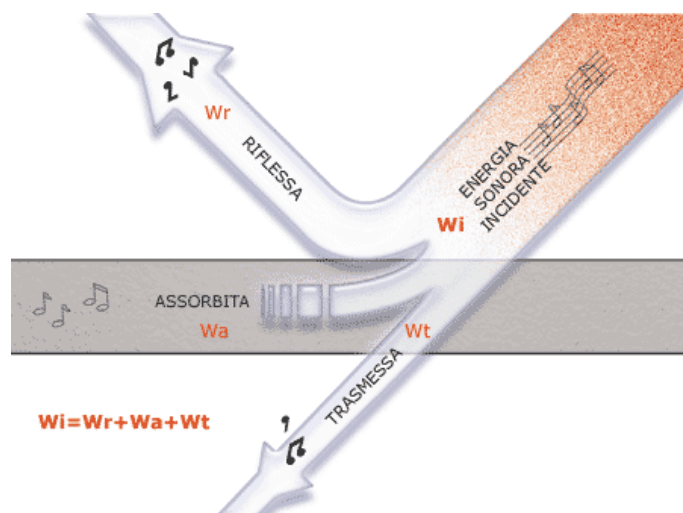


Figura 10.1. Propagazione del suono

Quando una sorgente di rumore attiva in un locale viene spenta, il livello di pressione sonora presente all'interno della stanza non si annulla istantaneamente, poiché le superfici delimitanti l'ambiente, riflettendo parzialmente le onde sonore ancora presenti nella stanza, generano una coda sonora. Tale fenomeno è noto come "riverberazione". La capacità di un ambiente di risultare più o meno riverberante dipende dalle sue dimensioni e dalle capacità delle superfici di assorbire i suoni. Per quantificare la capacità di riverberazione di un locale è stata definita la grandezza "Tempo di riverberazione" T_{60} , ossia il tempo necessario affinché, una volta spenta la sorgente di rumore, il livello di pressione sonora all'interno dell'ambiente diminuisce di 60 dB, ossia quando il suono diventa impercettibile.

Gli interventi di fonoisolamento hanno lo scopo di minimizzare la trasmissione del rumore tra due ambienti e quindi fare in modo che il rumore prodotto in un locale non si senta nel locale adiacente.

Gli interventi di fonoassorbimento, invece, hanno lo scopo di controllare la riflessione dei suoni sulle pareti di un locale e quindi adattare, in base alle proprie esigenze, il riverbero all'interno del locale in cui si genera il rumore.

La capacità di una struttura di abbattere i rumori aerei è definita mediante due grandezze: isolamento acustico e potere fonoisolante. L'isolamento acustico D rappresenta la differenza in decibel dei livelli di rumore misurati nella stanza sorgente e in quella ricevente:

$$D = L_1 - L_2$$

Con:

- L_1 livello di pressione sonora nell'ambiente emittente
- L_2 livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente
- La grandezza D dipende dalle caratteristiche acustiche delle stanze dove vengono effettuate le misure.

Il potere fonoisolante R rappresenta una caratteristica intrinseca della struttura, indipendente dalle dimensioni della partizione e dalle proprietà acustiche dei locali. Il potere fonoisolante è rappresentato dalla differenza tra le misure di livelli di rumore e la somma di un termine correttivo che tiene in considerazione la superficie della partizione e la capacità di assorbimento acustico della camera ricevente:

$$R=L_1-L_2+10\cdot\log(S/A)$$

Con:

- S superficie della partizione esaminata [m^2]
- A area di assorbimento acustico equivalente dell'ambiente di ricezione [m^2], calcolato misurando il tempo di riverberazione del locale ricevente:

$$A=0,16\cdot V/T$$

Con:

- V volume dell'ambiente ricevente [m^3]
- T tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente

Il livello di rumore di calpestio L invece caratterizza il rumore misurato al piano sottostante, una volta che viene attivata la macchina per il calpestio sul solaio in esame. Più è basso il livello di rumore di calpestio misurato e maggiore è la capacità del solaio di smorzare il rumore.

Come l'isolamento acustico anche il rumore di calpestio è un parametro che dipende dalle caratteristiche acustiche della stanza, perciò per ottenere un valore intrinseco del solaio esaminato sarà necessario correggere i valori misurati in base al tempo di riverberazione del locale ricevente.

Le grandezze di isolamento acustico D e il livello di rumore di calpestio L dipendono dalle caratteristiche acustiche dei locali in cui vengono realizzate le misure, perciò per poter paragonare due grandezze è necessario normalizzarle. È possibile normalizzare rispetto al tempo di riverberazione del locale ricevente oppure all'assorbimento acustico del locale ricevente.

- Isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente:

$$D_n=D-10\cdot\log(A/A_0)[dB]$$

- Livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente:

$$L_n=L+10\cdot\log(A/A_0)[dB]$$

Con:

- A area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente [m²]
- A₀ area di assorbimento equivalente di riferimento, pari a 10 m²

Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:

$$D_{nT} = D + 10 \cdot \log(T/T_0) [\text{dB}]$$

Livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:

$$L_{nT} = L - 10 \cdot \log(T/T_0) [\text{dB}]$$

Con:

- T tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente [s]
- T₀ tempo di riverberazione di riferimento, pari a 0,5 s

Tutti i parametri che definiscono le proprietà acustiche di una partizione (D,R,L) vengono calcolati per bande di frequenza, che possono variare a seconda degli elementi. Per poter definire con un unico numero la prestazione acustica complessiva di un componente edilizio sono stati introdotti gli indici di valutazione, che si calcolano mediando i valori definiti dalle singole frequenze. Il pedice "w" indica che la grandezza è espressa con un indice di valutazione.

La misurazione delle caratteristiche acustiche di un elemento divisorio posto in opera fornisce risultati sensibilmente differenti rispetto a ciò che si ottiene in laboratorio; generalmente una partizione posta in opera presenta un potere fonoisolante inferiore. Per poter differenziare questi due tipi di misure viene utilizzato un apice per le grandezze relative alle misurazioni in opera, che vengono definite apparenti: $R_w > R'_w$.

Per poter migliorare le prestazioni acustiche di un edificio può risultare utile seguire alcuni accorgimenti: minimizzare i punti di ancoraggio e rivestirli con neoprene in nastri, risvoltare il materiale fonoassorbente per un'altezza pari ad almeno quella della soletta, se possibile utilizzare, sia a parete che a pavimento, un sistema massa-molla-massa per i pacchetti tecnologici in modo da ridurre sensibilmente le vibrazioni acustiche.

Nel caso in cui le prestazioni risultino ancora non sufficienti è consigliato inserire massa aggiuntiva (fibra di legno, cartongesso, fibrocemento, ecc) e preferire un isolamento in lana di vetro.

Per l'edificio CoB Madrid è stato effettuato lo studio dell'acustica di un piano tipo; nella tabella seguente sono riportati i valori ottenuti.

$D'_{2m,nT,w}$	48,6 > 42 dB
R'_w	65,6 > 50 dB
$L'_{n,w}$	52,0 < 55 dB

Tabella 10.2. Prestazioni isolamento acustico

10.1.4. L'abaco delle soluzioni tecnologiche

La volontà di ottenere un'elevata vivibilità interna dei locali ed elevate prestazioni energetiche non può prescindere da una adeguata progettazione di "pacchetti tecnologici". Nel progetto tecnologico, infatti, vengono scelti gli elementi costruttivi al fine di garantire un elevato comfort sia in termini di temperatura che di umidità.

Le soluzioni adottate tengono presente dei parametri prestazionali fondamentali per ogni singola tecnologia. (Figure da 10.3 a 10.23).

10.1.5. Le chiusure trasparenti

Le superfici vetrate permettono di illuminare gli spazi interni, di captare l'energia solare passiva in regime invernale e di porsi in relazione visiva con l'esterno. Tuttavia esse non presentano solo aspetti positivi ma anche criticità, infatti espongono gli ambienti interni alla dispersione termica invernale e al surriscaldamento estivo. Quando si parla di chiusure trasparenti non ci si riferisce solo al materiale vetro, ma viene contemplata anche la struttura con cui il sistema vetrato si connette al tamponamento esterno o si autosostiene e che rende possibili gli eventuali movimenti di chiusura e apertura del sistema.

Ai fini del controllo termico va valutata, non solo la dispersione termica del sistema vetrato U_g , ma anche quella del telaio U_f e dei distanziatori Ψ_k , rapportati alle specifiche dimensioni della chiusura esaminata.

La trasmittanza globale dell'elemento finestra U_w [W/(m²·K)] è data:

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_k \cdot \Psi_k) / A_w$$

Con:

- A_g area vetro
- U_g trasmittanza vetro
- A_f area telaio
- U_f trasmittanza materiale telaio
- l_k perimetro vetro
- Ψ_k trasmittanza lineare cornice vetro-telaio
- A_w area finestra

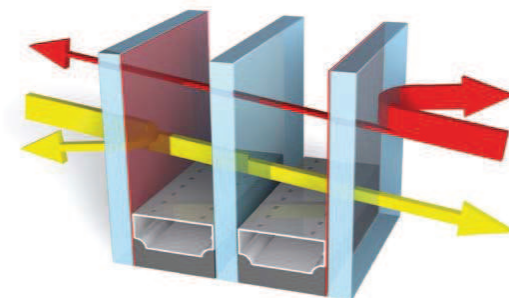


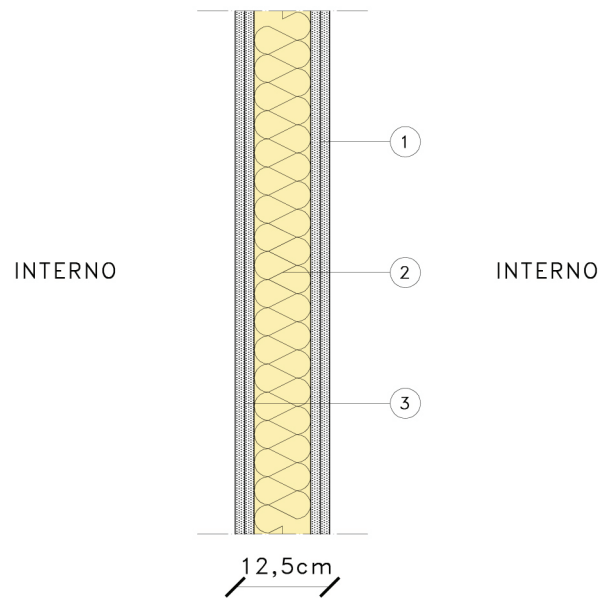
Figura 10.2. Funzionamento vetro doppia camera

Trasmittanza termica U [W/(m ² ·K)]	0,89 < 2,70 (CTE)
Isolamento acustico [dB]	Fino a 44
Resistenza al fuoco	Classe B1
Permeabilità all'aria delle fughe	Classe 4
Tenuta alla pioggia battente	Classe 9A

Tabella 10.3. Prestazioni serramento edificio CoB Madrid

Il serramento utilizzato nell'edificio CoB Madrid è caratterizzato da profili in PVC a 5 camere, con rinforzo in ferro nel telaio, zincato con processo sendzimir, con doppia vetrocamera e vetro basso emissivo. Il sistema è dotato di tre guarnizioni: due nel profilo del battente (di battuta e centrale) e una nel telaio fisso (di battuta).

PARTIZIONE VERTICALE

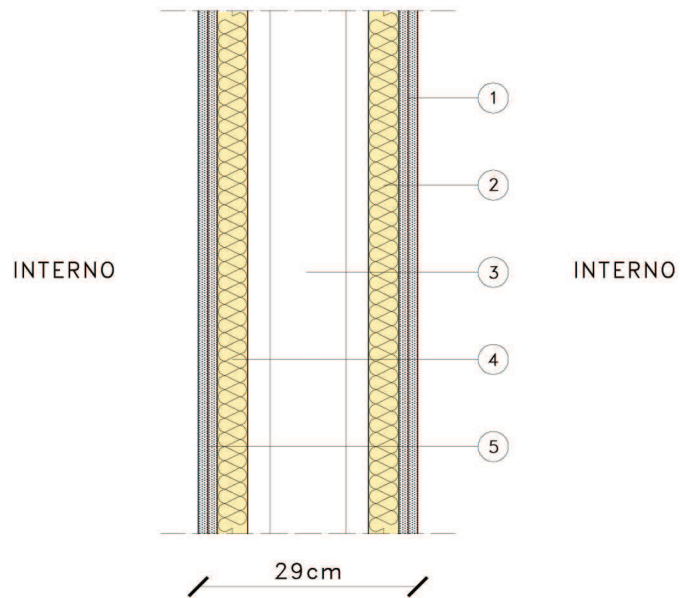


- ① Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5+12,5mm
- ② Isolante termico in lana di roccia sp. 75mm, densità 40 kg/mc
- ③ Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5+12,5mm

Trasmittanza termica (U) = 0,4732 W/mqK < 1,2 W/mqK (CTE)

Figura 10.3. Partizione verticale

PARTIZIONE VERTICALE – BAGNO

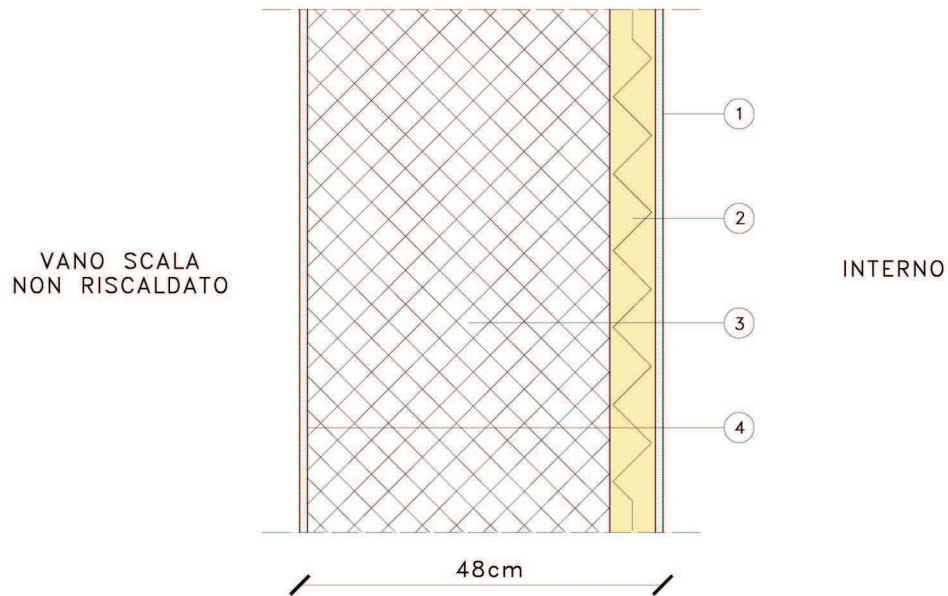


- ① Doppia lastra di cartongesso sp.12,5+12,5mm
- ② Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm, densità 40 kg/mc
- ③ vano per il passaggio degli impianti da 100mm
- ④ Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm, densità 40 kg/mc
- ⑤ Doppia lastra di cartongesso sp.12,5+12,5mm

Trasmittanza termica (U) = 0,1678 W/mqK < 0,85 W/mqK (CTE)

Figura 10.4. Partizione verticale – bagno

PARTIZIONE VERTICALE – VANO SCALA

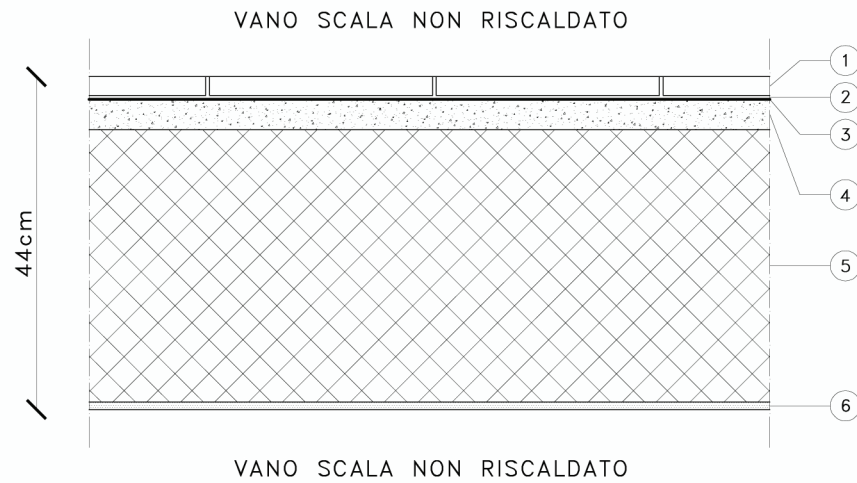


- ① Intonaco (tipo Knauf) sp. 10mm
- ② Isolante termico in polistirene espanso sp. 60mm
- ③ Muro in c.a. da 400mm
- ④ Intonaco antincendio (tipo Knauf) sp. 10mm

Trasmittanza termica (U) = 0,4684 W/mqK < 0,85 W/mqK (CTE)

Figura 10.5. Partizione verticale – vano scala

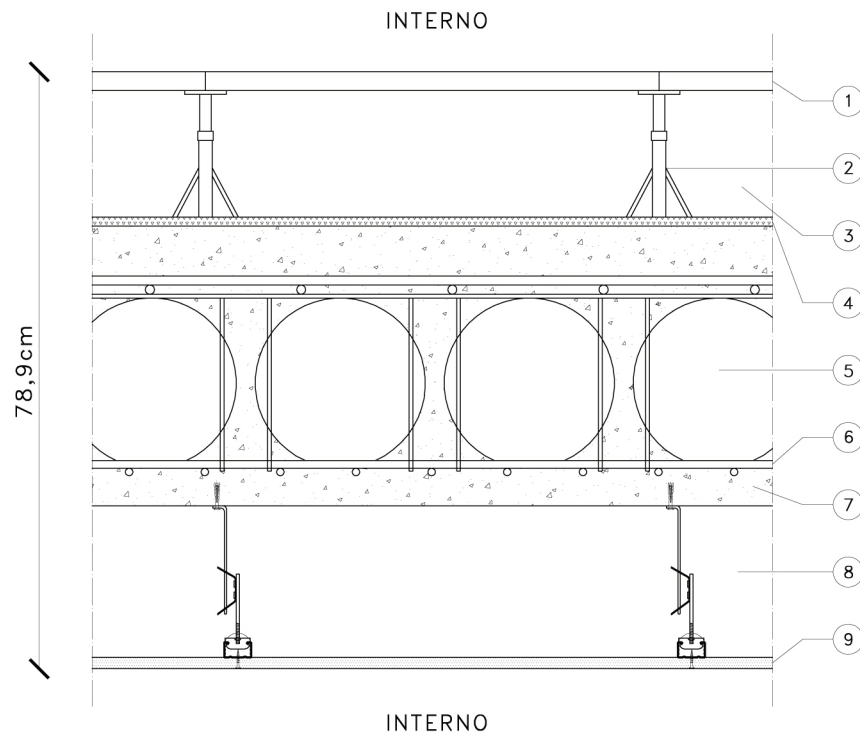
PARTIZIONE ORIZZONTALE – VANO SCALA



- ① Pavimentazione sp. 25mm
- ② Collante sp. 5mm
- ③ Strato di separazione
- ④ Massetto in sabbia/cemento sp. 40mm
- ⑤ Soletta in c.a. sp. 360mm
- ⑥ Intonaco antincendio (tipo Knauf) sp. 10mm

Figura 10.6. Partizione orizzontale – vano scala

PARTIZIONE ORIZZONTALE – UFFICI

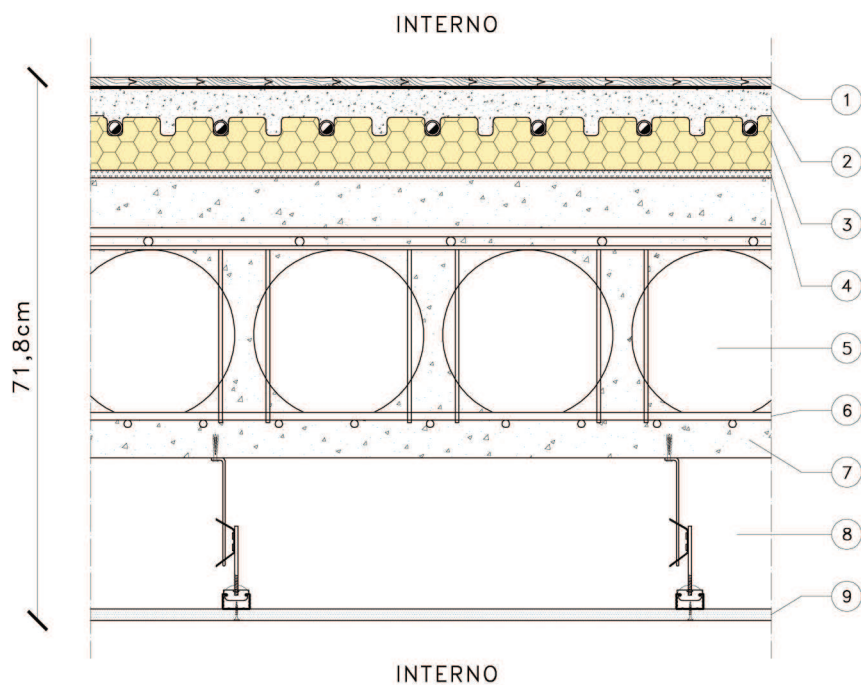


- ① Pannello per interni con finitura in PVC sp. 25mm
- ② Struttura portante in acciaio zincato
- ③ Vano per il passaggio degli impianti sp. 200mm
- ④ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm
- ⑤ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑥ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio $\varnothing 5\text{mm}$
- ⑦ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑧ Controsoffitto realizzato con pendini metallici per passaggio impianti sp. 20mm
- ⑨ Lastra di cartongesso sp. 15mm

Trasmittanza termica (U) = 0,1068 W/mqK < 1,2 W/mqK (CTE)

Figura 10.7. Partizione orizzontale – uffici

PARTIZIONE ORIZZONTALE – APPARTAMENTI

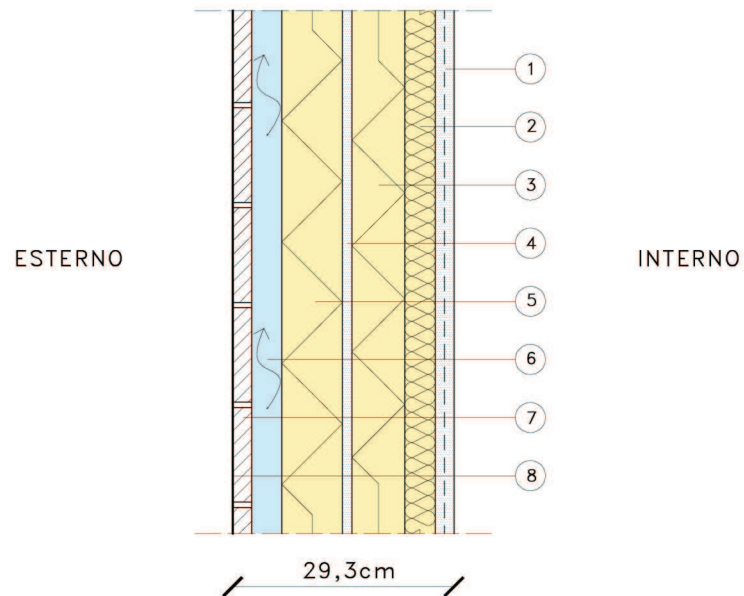


- ① Strato di rivestimento in parquet su collante sp. 18mm
- ② Massetto in sabbia/cemento sp. 40mm
- ③ Isolante termico in vetro cellulare sp. 46–70mm con tubi per riscaldamento
- ④ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm
- ⑤ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑥ Gabbia di contenimento costituita da rete e fondo in acciaio $\varnothing 5$ mm
- ⑦ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑧ Controsoffitto realizzato con pendini metallici per passaggio impianti sp. 20mm
- ⑨ Lastra di cartongesso sp. 15mm

Trasmittanza termica (U) = 0,1264 W/mqK < 1,2 W/mqK (CTE)

Figura 10.8. Partizione orizzontale – appartamenti

CHIUSURA VERTICALE 1



- ① Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5+12,5mm con barriera al vapore con foglio di alluminio
- ② Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm, densità 40 kg/mc
- ③ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm, densità 350 kg/mc
- ④ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm
- ⑤ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm, densità 35 kg/mc
- ⑥ Listelli in legno di abete con camera d'aria sp. 40mm
- ⑦ Tavolato in legno grezzo distanziato 7mm per la ventilazione
- ⑧ Rivestimento in nastri di acciaio zincato con aggraffatura verticale (tipo Zintek) sp. 0,8mm

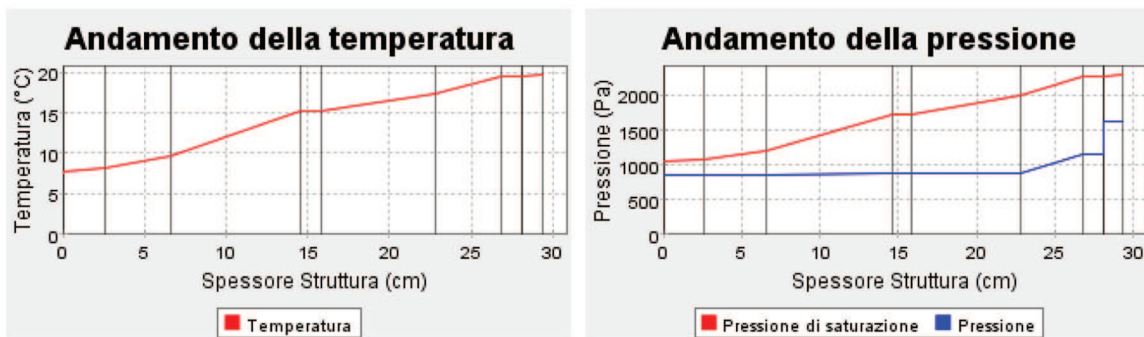
Trasmittanza termica (U) = 0,1750 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Figura 10.9. Chiusura verticale 1

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_d	0,152
Sfasamento	$\varphi[h]$	11,44
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,026
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	21,700
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	43,500

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese piú critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

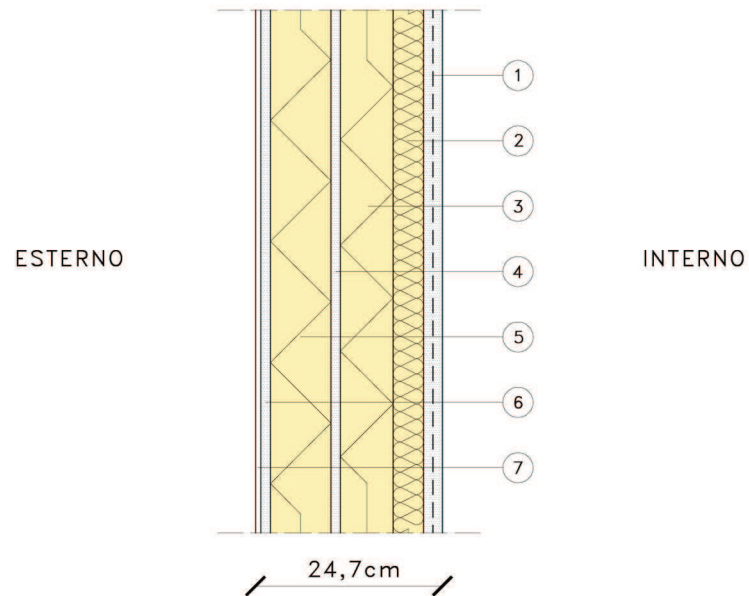
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Press. Interna
Ottobre	1908.43	1908.43	1998.78	2042.32	2193.53	2195.02	2260.84	2321.60	2325.26	2325.26	2328.93
Novembre	1462.90	1462.90	1485.50	1582.83	1948.87	1954.23	2126.01	2293.48	2303.81	2303.81	2314.17
Dicembre	1145.36	1145.36	1172.80	1293.25	1776.93	1784.36	2026.93	2272.02	2287.40	2287.40	2302.86
Gennaio	1049.17	1049.17	1077.59	1203.19	1719.76	1727.82	1993.09	2264.52	2281.65	2281.65	2298.90
Febbraio	869.00	872.55	873.66	873.75	900.38	902.21	902.99	1169.33	1169.55	1169.55	1169.55
Marzo	1352.36	1352.36	1376.90	1483.23	1891.57	1897.65	2093.42	2286.51	2298.48	2298.48	2310.50
Aprile	1675.53	1675.53	1693.73	1771.29	2052.79	2056.82	2184.10	2305.75	2313.17	2313.17	2320.62
Maggio	2129.89	2129.89	2136.23	2162.75	2253.24	2254.47	2292.77	2328.08	2330.20	2330.20	2332.32
Giugno	2787.65	2787.65	2772.22	2708.82	2506.54	2503.92	2424.48	2354.18	2350.05	2350.05	2345.93
Luglio	1825.00	1824.12	1823.85	1823.83	1817.26	1816.81	1816.62	1750.93	1750.87	1750.87	1750.87
Agosto	3293.02	3293.02	3258.02	3115.88	2680.38	2674.93	2511.69	2370.92	2362.76	2362.76	2354.63
Settembre	1858.00	1856.97	1856.65	1856.62	1848.91	1848.38	1848.15	1771.00	1770.94	1770.94	1770.94
Settembre	3216.26	3216.26	3184.37	3054.65	2654.92	2649.90	2499.07	2368.52	2360.94	2360.94	2353.38
Settembre	2056.00	2054.05	2053.45	2053.40	2038.81	2037.80	2037.38	1891.46	1891.34	1891.34	1891.34
Settembre	2704.92	2704.92	2692.48	2641.24	2476.55	2474.41	2409.19	2351.20	2347.79	2347.79	2344.38
Settembre	1808.00	1807.20	1806.95	1806.93	1800.96	1800.54	1800.37	1740.59	1740.54	1740.54	1740.54

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.10. Prestazioni chiusura verticale – torre

CHIUSURA VERTICALE 2



- ① Doppia lastra di cartongesso sp. 12,5+12,5mm con barriera al vapore con foglio di alluminio
- ② Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm, densità 40 kg/mc
- ③ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm, densità 350 kg/mc
- ④ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm
- ⑤ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm, densità 35 kg/mc
- ⑥ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm
- ⑦ Stuccatura, rasatura e finitura superficiale sp. 7mm

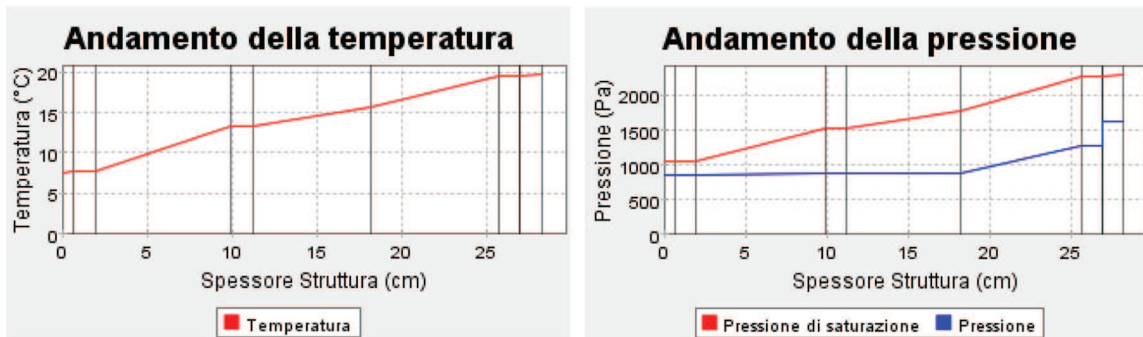
Trasmittanza termica (U) = 0,2130 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Figura 10.11. Chiusura verticale 2 (terrazza)

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_d	0,186
Sfasamento	$\varphi[h]$	9,870
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,040
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	22,000
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	22,200

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese più critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

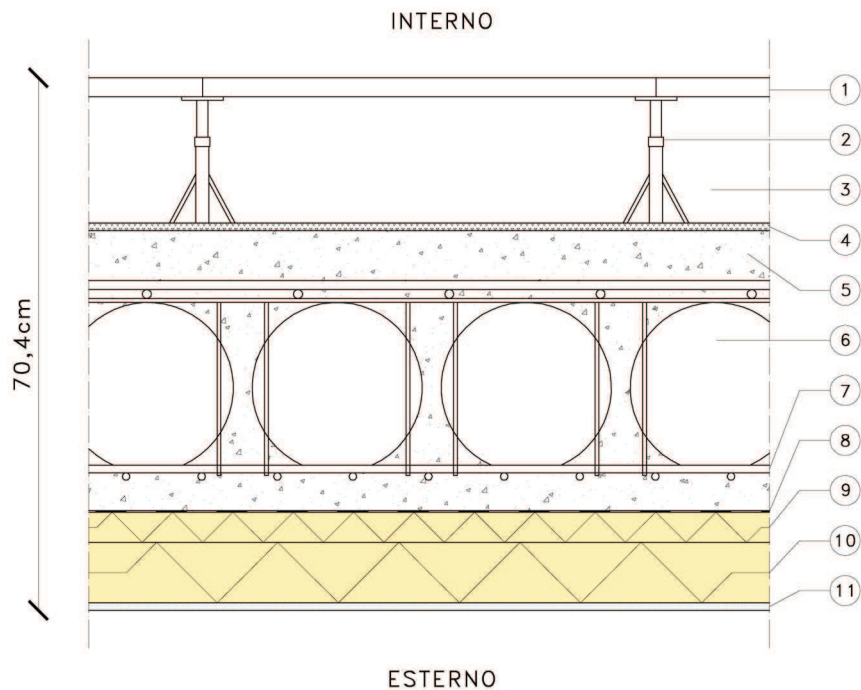
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Interf. 8	Press. Interna
Ottobre	1988,45	1989,57	1991,51	2140,98	2143,04	2207,56	2321,44	2325,14	2325,14	2328,85
Novembre	1462,95	1465,38	1469,60	1816,68	1821,77	1985,06	2293,05	2303,48	2303,48	2313,95
Dicembre	1145,42	1148,36	1153,47	1596,92	1603,76	1827,21	2271,37	2286,90	2286,90	2302,52
Gennaio	824,00	824,09	825,40	944,41	945,72	946,27	1302,79	1302,95	1302,95	1305,71
Febbraio	1049,23	1052,27	1057,57	1525,45	1532,79	1774,42	2263,80	2281,10	2281,10	2298,51
Marzo	855,00	855,10	856,53	877,39	878,82	879,43	1270,51	1270,68	1270,68	1275,69
Aprile	1130,13	1133,09	1138,24	1585,74	1592,65	1819,00	2270,21	2286,01	2286,01	2301,90
Maggio	869,00	869,10	870,50	890,99	892,40	892,99	1277,06	1277,23	1277,23	1282,70
Giugno	1352,41	1355,05	1359,63	1742,67	1748,38	1932,60	2286,00	2298,09	2298,09	2310,23
Luglio	803,00	803,09	804,44	924,01	925,36	925,93	1292,97	1293,13	1293,13	1298,70
Agosto	1675,57	1677,63	1680,93	1952,83	1956,72	2079,86	2305,44	2312,93	2312,93	2320,45
Settembre	1098,00	1098,07	1099,05	1113,42	1114,41	1114,83	1384,21	1384,33	1384,33	1385,75
Ottobre	2129,91	2130,59	2131,78	2222,06	2223,29	2261,51	2327,99	2330,13	2330,13	2332,27
Novembre	1422,00	1422,03	1422,42	1428,13	1428,52	1428,69	1535,80	1535,85	1535,85	1535,87
Dicembre	2787,62	2785,95	2783,05	2573,88	2571,18	2489,06	2354,35	2350,18	2350,18	2346,02
Gennaio	1825,00	1824,98	1824,63	1819,58	1819,23	1819,08	1724,36	1724,32	1724,32	1835,91
Febbraio	3292,95	3289,15	3282,56	2822,29	2816,53	2644,06	2371,27	2363,02	2363,02	2354,81
Marzo	1858,00	1857,97	1857,56	1851,63	1851,22	1851,05	1739,80	1739,75	1739,75	1835,92
Aprile	3216,20	3212,74	3206,74	2785,57	2780,28	2621,41	2368,84	2361,19	2361,19	2353,55
Maggio	2056,00	2055,95	2055,18	2043,95	2043,18	2042,86	1832,44	1832,35	1832,35	1835,96
Giugno	2704,90	2703,55	2701,21	2531,59	2529,39	2462,23	2351,35	2347,90	2347,90	2344,46
Luglio	1808,00	1807,98	1807,66	1803,06	1802,75	1802,61	1716,40	1716,37	1716,37	1835,90

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.12. Prestazioni chiusura verticale – blocco servizi

CHIUSURA ORIZZONTALE – SU SPAZI APERTI



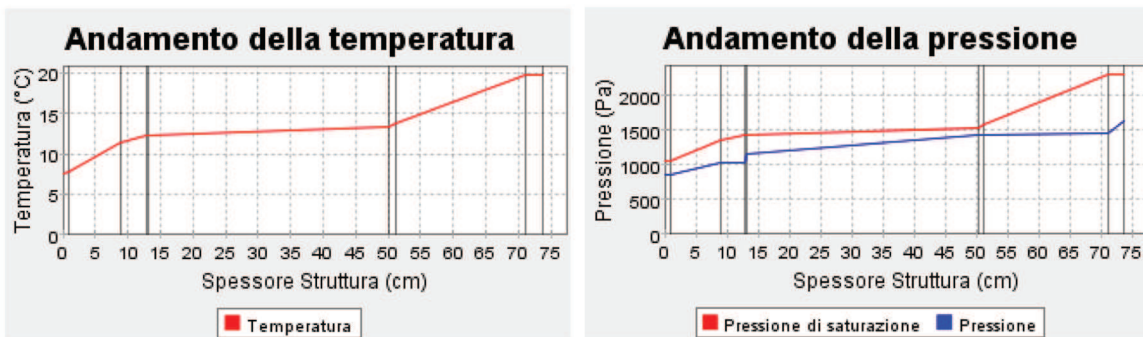
- ① Pannello per interni con finitura in PVC sp. 25mm
- ② Struttura portante in acciaio zincato
- ③ Vano per il passaggio degli impianti sp. 200mm
- ④ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm
- ⑤ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑥ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑦ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio ø5mm
- ⑧ Impermeabilizzazione in guaina bituminosa sp. 2mm
- ⑨ Isolante termico in lana di legno sp. 40mm, densità 400 kg/mc
- ⑩ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm, densità 35 kg/mc
- ⑪ Intonaco coibentante per esterni (tipo Knauf) sp. 10mm

Trasmittanza termica (U) = 0,1410 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_d	0,135
Sfasamento	$\varphi[h]$	11,600
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,019
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	48,700
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	12,900

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese più critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

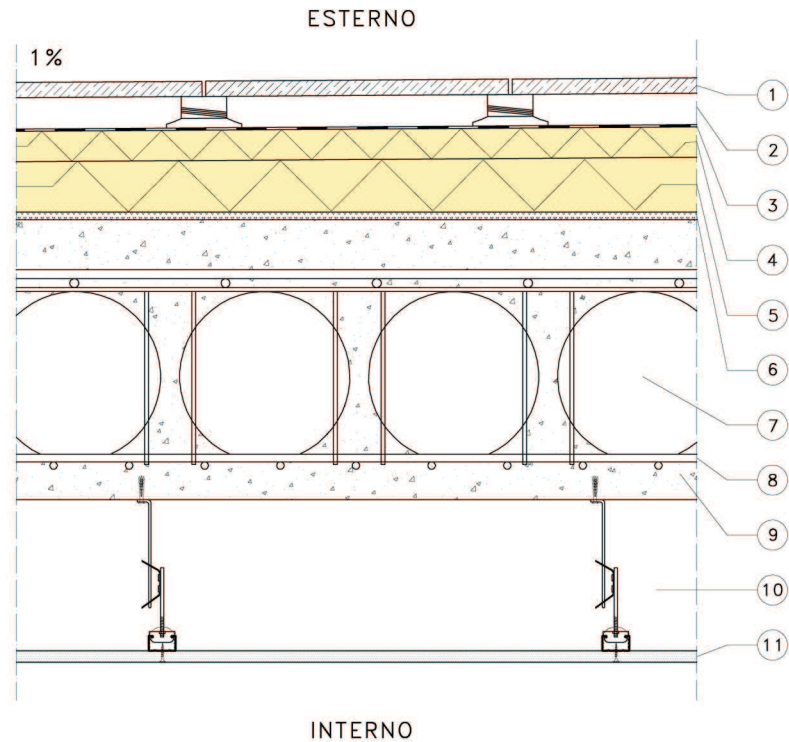
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Press. Interna
Octobre	1998,00	1994,94	2112,74	2140,07	2140,42	2180,25	2191,92	2325,26	2328,55
Novembre	1481,97	1477,09	1747,84	1814,43	1815,30	1914,96	1944,73	2303,81	2313,12
Dicembre	1144,23	1162,57	1505,52	1593,92	1595,08	1730,21	1771,21	2287,40	2301,29
Gennaio	1048,01	1066,98	1427,67	1522,23	1523,48	1669,12	1713,56	2281,65	2297,14
Febbraio	859,00	857,97	1036,20	1038,17	1172,84	1447,61	1448,35	1450,21	1635,87
Marzo	1351,35	1367,76	1665,75	1740,16	1741,13	1853,24	1886,89	2298,48	2309,28
Aprile	1674,78	1696,97	1900,05	1951,12	1951,79	2027,33	2049,70	2313,17	2319,86
Maggio	2129,63	2133,88	2205,19	2221,52	2221,73	2245,39	2252,29	2330,20	2332,10
Giugno	1422,00	1422,81	1471,63	1472,44	1508,05	1584,31	1584,51	1585,02	1635,87
Luglio	2788,30	2777,93	2611,33	2575,07	2574,61	2523,27	2508,56	2350,05	2346,35
Agosto	1825,00	1824,28	1781,11	1780,39	1748,02	1681,46	1681,28	1680,83	1635,87
Settembre	3294,48	3270,95	2902,54	2824,83	2823,85	2715,36	2684,60	2362,76	2355,45
Settembre	1858,00	1857,15	1806,45	1805,61	1767,58	1689,42	1689,21	1688,68	1635,87
Settembre	3217,60	3196,16	2859,28	2787,91	2787,00	2687,16	2658,81	2360,94	2354,15
Settembre	2056,00	2054,40	1958,51	1956,91	1884,99	1737,15	1736,75	1735,76	1635,87
Settembre	2705,44	2697,08	2562,11	2532,57	2532,19	2490,25	2478,21	2347,79	2344,73
Settembre	1808,00	1807,35	1768,06	1767,40	1737,93	1677,36	1677,20	1676,79	1635,87

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.14. Prestazioni chiusura orizzontale – su spazi aperti

CHIUSURA ORIZZONTALE – TERRAZZA



- ① Pavimento con quadrotti in cemento per esterni 400x400mm, sp. 20mm
- ② Sistema di appoggio ad altezza variabile in polipropilene sp. 40mm
- ③ Impermeabilizzazione in guaina bituminosa sp. 2mm
- ④ Isolante termico in polistirene estruso sp. 40mm, densità 35 kg/mc
- ⑤ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm, densità 350 kg/mc
- ⑥ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm
- ⑦ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑧ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio ø5mm
- ⑨ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑩ Controsoffitto realizzato con pendini metallici per passaggio impianti sp. 20mm
- ⑪ Lastra di cartongesso sp. 15mm

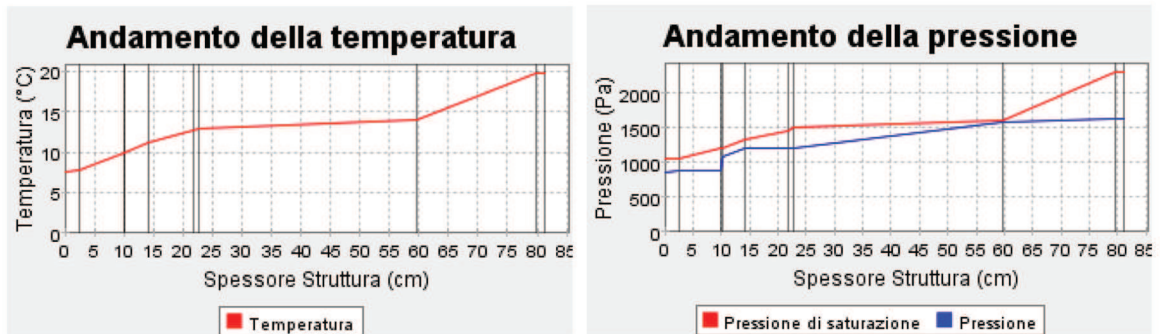
Trasmittanza termica (U) = 0,1030 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Figura 10.15. Chiusura orizzontale – terrazza

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_a	0,082
Sfasamento	$\varphi[h]$	12,210
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,008
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	11,900
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	65,300

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese più critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

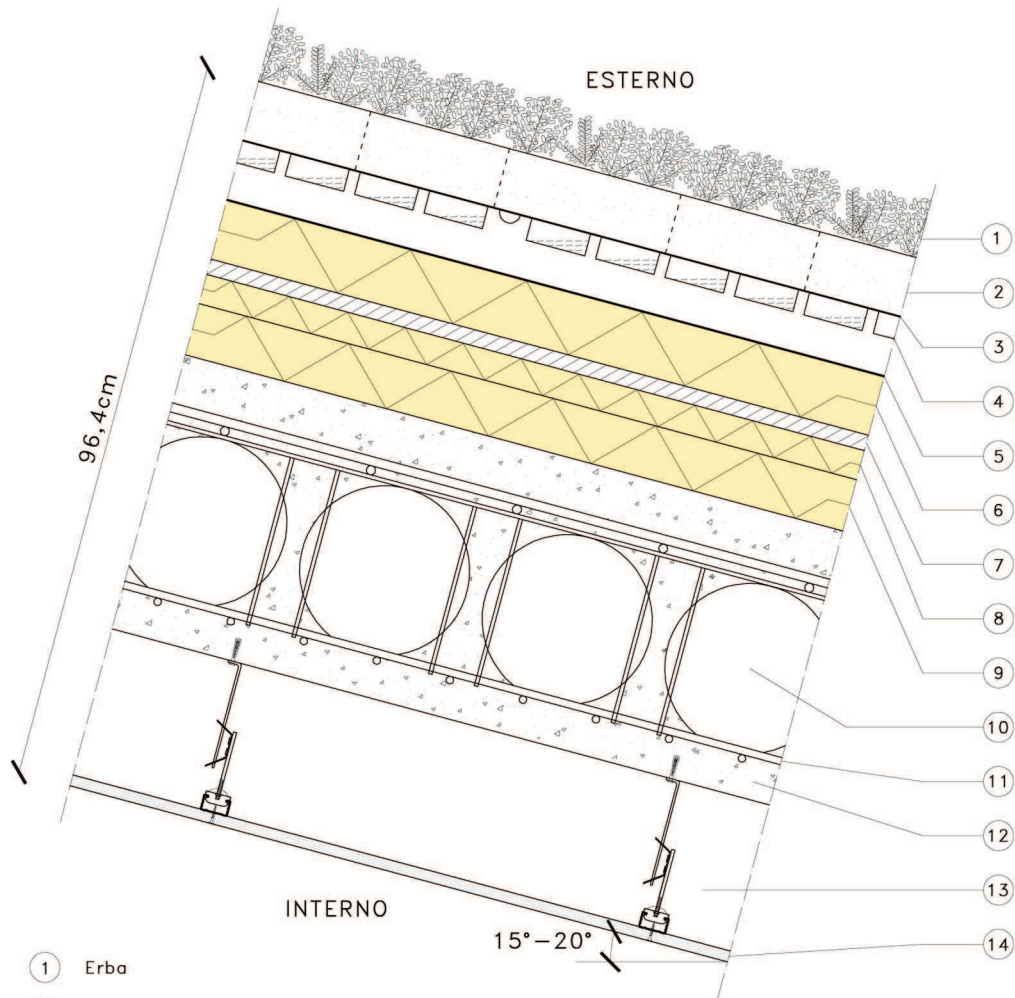
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Interf. 8	Press. Interna
Ottobre	1987,61	1989,84	2045,96	2046,22	2085,51	2123,94	2132,76	2163,44	2327,72	2330,45
Novembre	1438,00	1444,82	1445,02	1492,67	1524,44	1526,42	1526,59	1524,64	1535,23	1535,87
Dicembre	1210,00	1224,24	1225,10	1327,66	1396,04	1400,31	1400,38	1400,31	1400,38	1400,31
Gennaio	1143,21	1149,06	1303,68	1304,43	1420,81	1541,34	1569,95	1672,27	2297,77	2309,31
Febbraio	924,00	947,81	949,24	1120,66	1234,98	1242,12	1243,07	1595,48	1633,58	1635,87
Marzo	1046,95	1053,00	1214,13	1214,92	1337,64	1465,92	1496,53	1606,51	2293,22	2306,09
Aprile	855,00	881,12	882,69	1070,75	1196,12	1203,96	1205,00	1591,57	1633,36	1635,87
Maggio	1127,92	1133,80	1289,54	1290,30	1407,73	1529,52	1558,45	1662,00	2297,07	2308,81
Giugno	869,00	894,65	896,19	1080,88	1204,00	1211,70	1212,72	1592,36	1633,40	1635,87
Luglio	1350,43	1355,68	1492,34	1493,00	1593,60	1696,01	1720,07	1805,39	2306,55	2315,51
Agosto	903,00	927,51	928,98	1105,48	1223,15	1230,50	1231,49	1594,29	1633,51	1635,87
Settembre	1674,10	1678,00	1777,84	1778,31	1849,77	1920,91	1937,41	1995,28	2318,17	2323,71
Ottobre	1098,00	1115,99	1117,07	1246,61	1332,97	1338,36	1339,08	1605,35	1634,14	1635,87
Novembre	2129,39	2130,75	2164,95	2165,11	2188,84	2211,89	2217,16	2235,42	2331,62	2333,20
Dicembre	1422,00	1429,15	1429,58	1481,09	1515,43	1517,57	1517,86	1623,73	1635,18	1635,87
Gennaio	2788,88	2785,55	2703,64	2703,26	2648,32	2596,37	2584,68	2544,73	2347,28	2344,22
Febbraio	1825,00	1818,67	1818,29	1772,74	1742,38	1740,48	1740,23	1646,60	1636,47	1635,87
Marzo	3295,81	3288,24	3104,38	3103,55	2982,74	2870,36	2845,34	2760,48	2357,29	2351,26
Aprile	1858,00	1850,57	1850,12	1796,63	1760,96	1758,73	1758,43	1648,47	1636,58	1635,87
Maggio	3218,80	3211,91	3044,13	3043,38	2932,82	2829,74	2806,76	2728,72	2356,86	2350,25
Giugno	2056,00	2041,95	2041,10	1939,92	1872,47	1868,25	1867,69	1659,70	1637,21	1635,87
Luglio	2705,91	2703,23	2637,04	2636,74	2592,19	2549,92	2540,40	2507,80	2345,50	2342,97
Agosto	1808,00	1802,24	1801,90	1760,44	1732,80	1731,08	1730,85	1645,63	1636,42	1635,87

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.16. Prestazioni chiusura orizzontale – terrazza

CHIUSURA ORIZZONTALE – TETTO GIARDINO



- ① Erba
- ② Strato di coltura sp. 80mm
- ③ Tessuto non tessuto sp. 1,3mm
- ④ Strato di drenaggio in plastica sp. 80mm
- ⑤ Manto impermeabile antiradice in PVC sp. 1,8 mm
- ⑥ Isolante in polistirene estruso sp. 80mm, densità 35 kg/mc
- ⑦ Pannello in fibre di legno extra-poroso sp. 21mm
- ⑧ Isolante in polistirene estruso sp. 40mm, densità 35 kg/mc
- ⑨ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm, densità 350 kg/mc
- ⑩ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑪ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio ø5mm
- ⑫ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑬ Controsoffitto realizzato con pendini metallici per passaggio impianti sp. 20mm
- ⑭ Lastra di cartongesso sp. 15mm

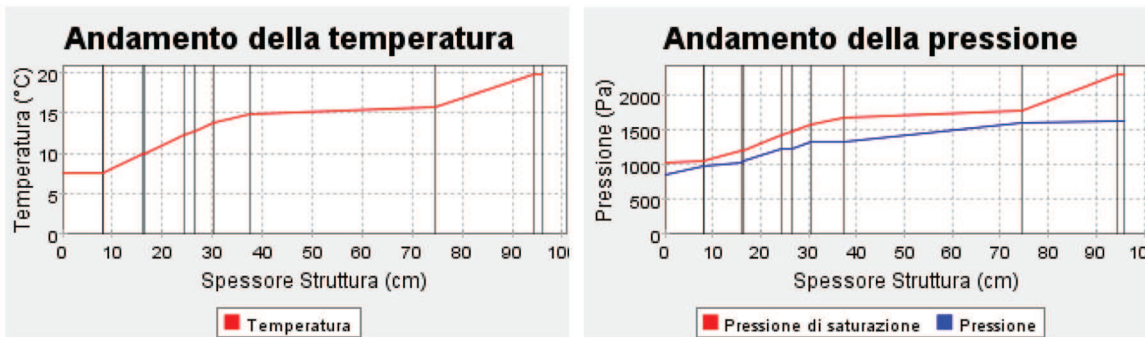
Trasmittanza termica (U) = 0,0760 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Figura 10.17. Chiusura orizzontale – tetto giardino

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_d	0,024
Sfasamento	$\varphi[h]$	17,660
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,002
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	12,100
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	95,700

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese piú critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

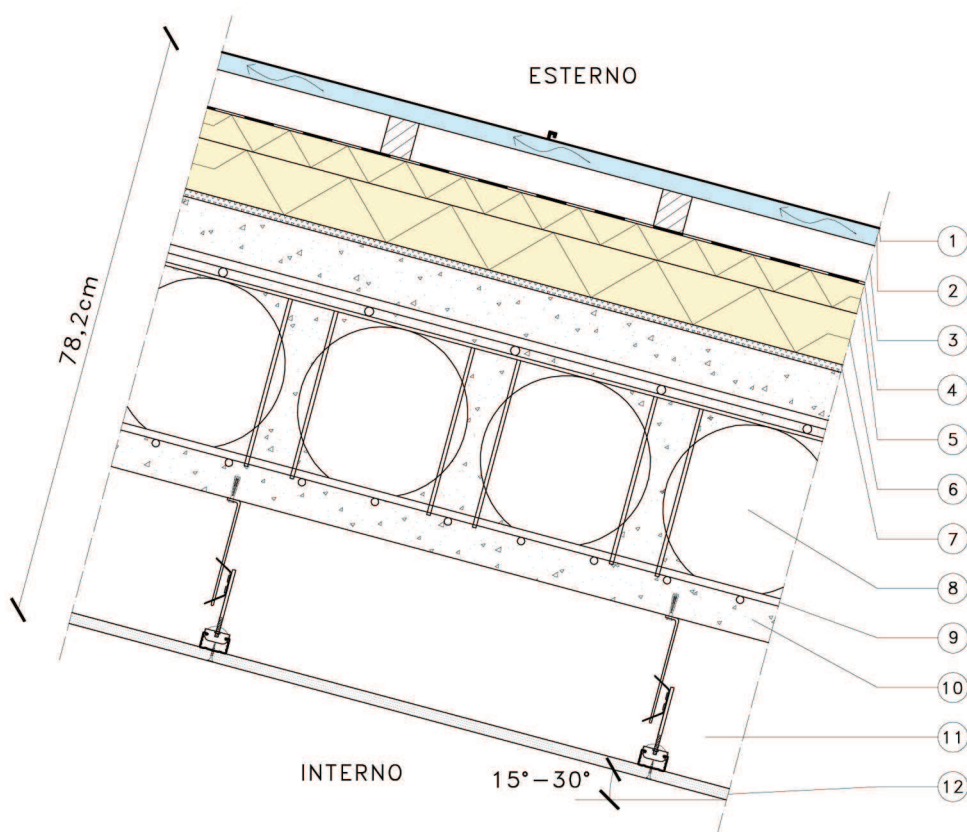
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Press. Interna
Octobre	1987,26	1987,91	1988,02	2046,21	2046,46	2114,22	2126,55	2156,33	2185,35	2208,33	2330,17	2332,17
Novembre	1458,00	1459,05	1470,68	1485,71	1489,09	1534,16	1534,58	1557,10	1558,41	1627,90	1635,42	1635,87
Dicembre	1142,25	1144,00	1144,28	1304,40	1305,12	1510,22	1549,77	1648,19	1748,05	1830,02	2308,11	2316,61
Gennaio	1045,99	1047,76	1048,05	1214,89	1215,64	1432,69	1474,93	1580,56	1688,44	1777,48	2304,75	2314,24
Febbraio	1126,98	1128,70	1128,99	1290,27	1290,99	1498,06	1538,04	1637,62	1738,76	1821,85	2307,59	2316,25
Marzo	1349,60	1351,14	1351,39	1492,97	1493,60	1669,73	1703,10	1785,41	1867,90	1934,89	2314,58	2321,18
Aprile	1673,48	1674,62	1674,81	1778,30	1778,75	1902,80	1925,79	1981,82	2037,09	2081,36	2323,14	2327,22
Maggio	1098,00	1179,69	1186,84	1227,68	1236,87	1359,40	1360,47	1421,74	1426,31	1514,22	1634,64	1635,87
Giugno	1422,00	1454,48	1457,32	1473,56	1477,22	1525,94	1526,36	1550,73	1552,15	1627,26	1635,38	1635,87
Luglio	2789,41	2788,43	2788,27	2703,28	2702,92	2609,35	2592,90	2553,89	2516,83	2488,09	2344,54	2342,29
Agosto	1825,00	1796,28	1793,76	1779,40	1776,17	1733,08	1732,70	1711,16	1709,90	1643,48	1636,30	1635,87
Settembre	3297,01	3294,79	3294,43	3103,58	3102,79	2898,26	2862,93	2779,84	2701,86	2642,06	2351,88	2347,46
October	1858,00	1824,26	1821,31	1804,44	1800,65	1750,04	1749,60	1724,30	1722,82	1644,81	1636,37	1635,87
November	3219,90	3217,87	3217,54	3043,41	3042,68	2855,35	2822,91	2746,53	2674,72	2619,57	2350,83	2346,72
December	2055,00	1992,19	1986,61	1954,71	1947,53	1851,82	1850,98	1803,12	1800,33	1652,77	1636,82	1635,87
January	2706,34	2705,55	2705,42	2636,75	2636,47	2560,49	2547,10	2515,28	2484,98	2461,44	2343,23	2341,37
February	1808,00	1781,86	1779,57	1766,50	1763,56	1724,34	1724,00	1704,39	1703,25	1642,79	1636,26	1635,87

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.18. Prestazioni chiusura orizzontale – tetto giardino

CHIUSURA ORIZZONTALE – COPERTURA



- ① Rivestimento in nastri di acciaio zincato (tipo Zintek) sp. 0,8mm
- ② Tavolato in legno grezzo distanziato 5mm per la ventilazione
- ③ Listelli in legno di abete con camera d'aria sp. 50mm
- ④ Impermeabilizzazione in guaina bituminosa sp. 2mm
- ⑤ Isolante termico in polistirene estruso sp. 40mm, densità 35 kg/mc
- ⑥ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm, densità 350 kg/mc
- ⑦ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm
- ⑧ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑨ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio $\varnothing 5\text{mm}$
- ⑩ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑪ Controsoffitto realizzato con pendini metallici per passaggio impianti sp. 20mm
- ⑫ Lastra di cartongesso sp. 15mm

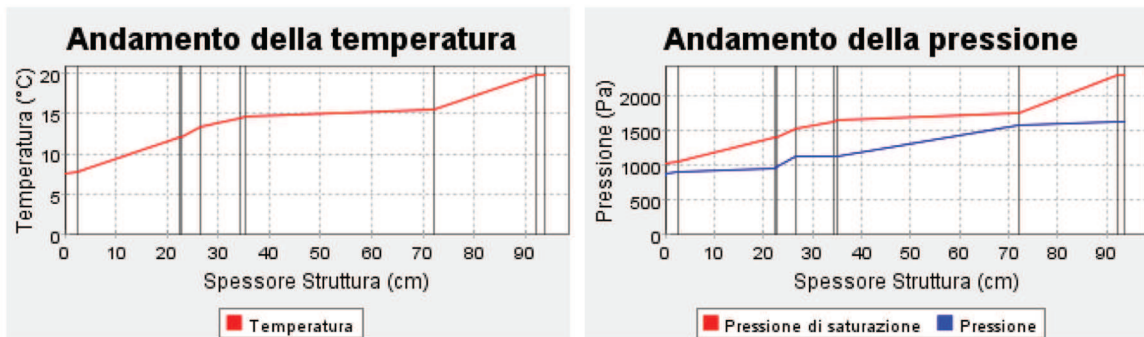
Trasmittanza termica (U) = 0,1080 W/mqK < 0,4 W/mqK (CTE)

Figura 10.19. Chiusura orizzontale – copertura blocco servizi

Proprietà termiche – Regime periodico stabilizzato T=24 h

Attenuazione	f_d	0,091
Sfasamento	$\varphi[h]$	12,030
Trasmittanza termica periodica	$Y_{ie}[W/m^2K]$	0,010
Capacità termica periodica lato interno	$k_1[kJ/m^2K]$	12,200
Capacità termica periodica lato esterno	$k_2[kJ/m^2K]$	41,900

Andamento della temperatura, pressione e pressione di saturazione tra gli strati (mese piú critico, Gennaio)



Confronto tra pressione e limite di saturazione, con indicazione di fenomeni di condensa o evaporazione

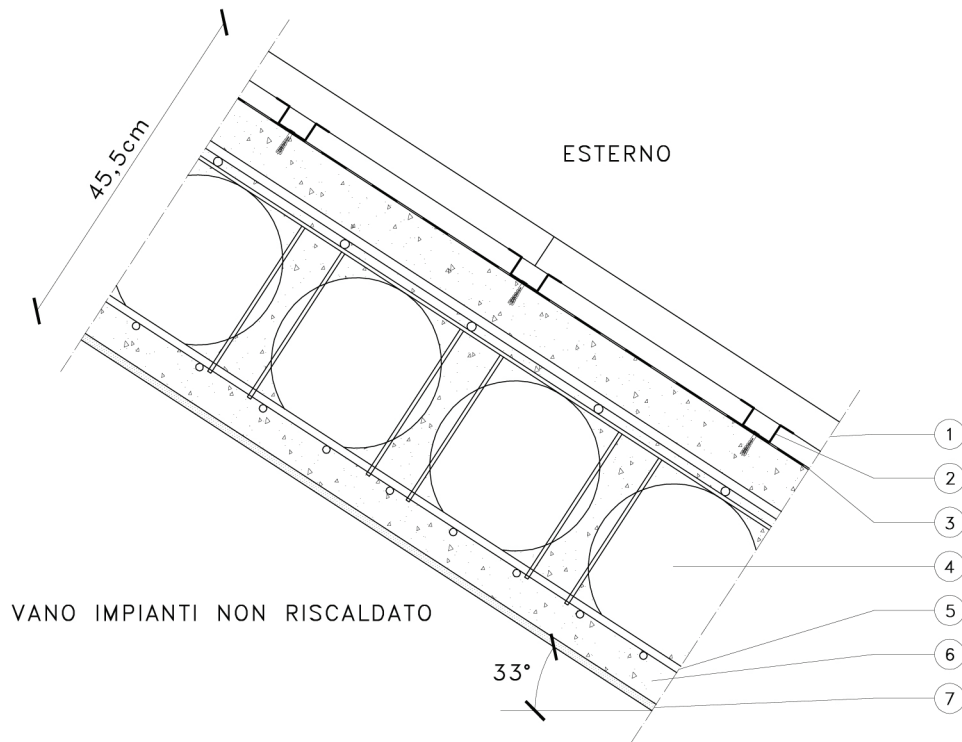
Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Press. Interna
Ottobre	1987,31	1987,31	1992,05	2109,26	2109,47	2140,57	2170,88	2177,82	2201,92	2329,82	2331,93
Novembre	1460,47	1460,47	1470,79	1739,47	1739,97	1915,67	1915,25	1908,80	1970,47	2316,71	2322,68
Dicembre	1142,42	1142,42	1154,92	1494,52	1495,18	1595,58	1697,76	1721,77	1806,89	2306,64	2315,57
Gennaio	1046,13	1046,13	1059,06	1415,95	1416,65	1524,01	1634,02	1659,98	1752,31	2303,12	2313,08
Febbraio	1127,12	1127,12	1139,69	1482,19	1482,85	1584,38	1687,81	1712,13	1798,40	2306,10	2315,19
Marzo	1349,72	1349,72	1360,92	1656,43	1656,99	1741,55	1826,48	1846,28	1916,05	2313,44	2320,37
Aprile	1673,57	1673,57	1681,89	1893,60	1893,99	1952,07	2009,44	2022,69	2068,96	2322,44	2326,72
Maggio	2129,21	2129,21	2132,93	2203,10	2203,23	2221,82	2239,84	2243,95	2258,19	2332,84	2334,05
Giugno	2789,33	2789,33	2782,23	2616,01	2615,73	2574,41	2535,19	2526,35	2496,06	2344,93	2342,56
Luglio	3296,84	3296,84	3280,71	2912,63	2912,02	2823,43	2740,38	2721,81	2658,58	2352,65	2348,00
Agosto	3219,74	3219,74	3205,05	2868,53	2867,98	2786,61	2710,21	2693,10	2634,81	2351,54	2347,22
Settembre	2706,28	2706,28	2700,55	2565,91	2565,68	2532,03	2500,00	2492,77	2467,97	2343,55	2341,60
Ottobre	1808,00	1799,40	1796,82	1786,07	1781,23	1748,98	1746,97	1746,70	1647,26	1636,51	1635,87

Legenda

- Press. Saturazione (Pa)
- Pressione (Pa)
- Condensazione
- Evaporazione
- Condensa residua

Figura 10.20. Prestazioni chiusura orizzontale – copertura blocco servizi

CHIUSURA ORIZZONTALE – COPERTURA TORRE

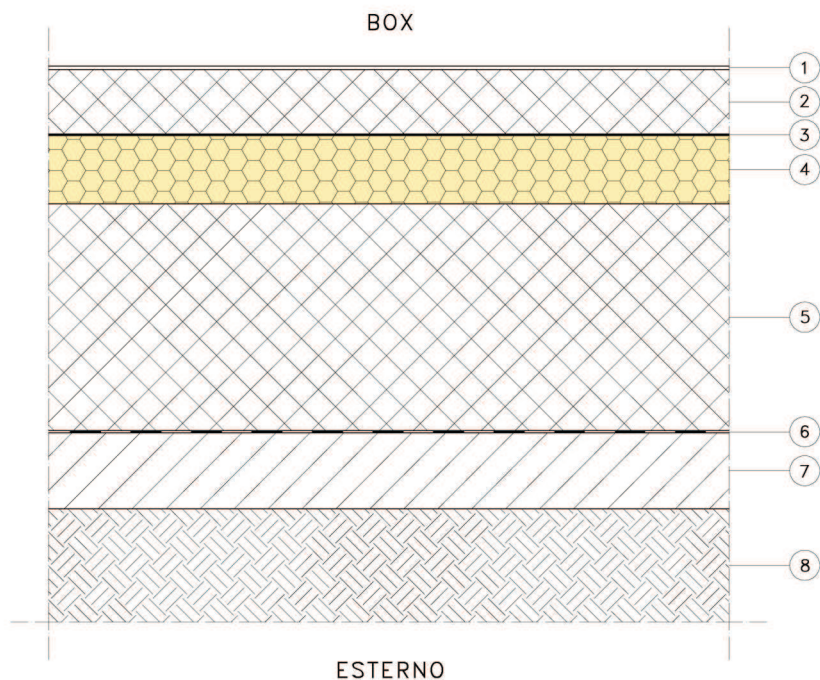


- ① Pannello fotovoltaico 1559x1046mm, sp. 46mm
- ② Profili omega per fissaggio pannelli fotovoltaici
- ③ Impermeabilizzazione in guaina bituminosa sp. 2mm
- ④ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità
- ⑤ Gabbia di contenimento costituita da rete e tondo in acciaio $\varnothing 5\text{mm}$
- ⑥ Getto di completamento sp. 370mm
- ⑦ Intonaco (tipo Knauf) sp. 10mm

Trasmittanza termica (U) = $0,1590 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ (CTE)

Figura 10.21. Chiusura orizzontale – copertura torre

CHIUSURA ORIZZONTALE – CONTRO TERRA

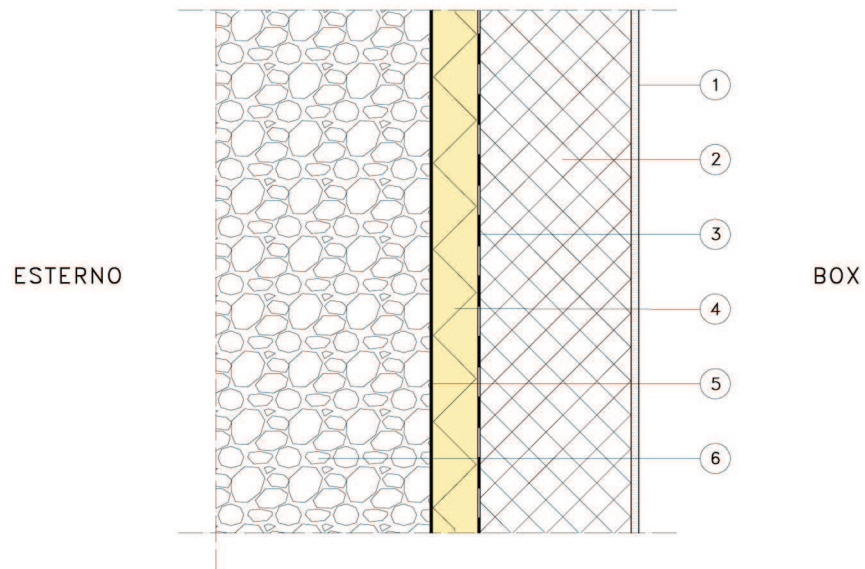


- ① Rivestimento per parcheggio in resina
- ② Massetto armato sp. 85mm
- ③ Separazione con foglio di polietilene per barriera al vapore sp. 2mm
- ④ Isolante termico in lastre di vetro cellulare (tipo FOAMGLAS) sp. 90mm
- ⑤ Soletta in c.a. sp. 300mm
- ⑥ Guaina bituminosa sp. 2mm
- ⑦ Magrone sp. 100mm
- ⑧ Strato di fondazione compatto

Trasmittanza termica (U) = 0,3822 W/mqK < 0,6 W/mqK (CTE)

Figura 10.22. Chiusura orizzontale – contro terra

CHIUSURA VERTICALE – CONTRO TERRA

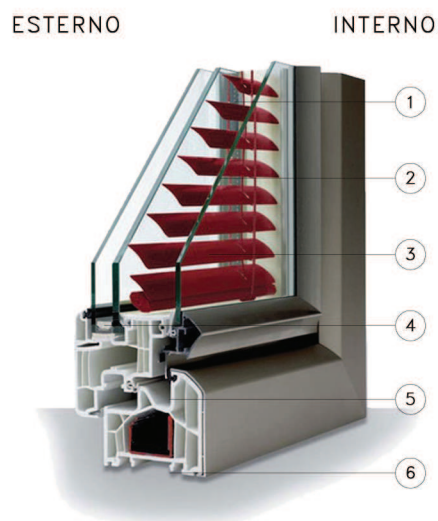


- ① Intonaco antincendio (tipo Knauf) sp. 10mm
- ② Muro in c.a. da 200mm
- ③ Impermeabilizzazione con guaina bituminosa sp. 3mm
- ④ Isolante termico in polistirene espanso sp. 60mm
- ⑤ Membrana bugnata in polietilene ad alta densità sp. 3mm
- ⑥ Ghiaia drenante

Trasmittanza termica (U) = 0,5178 W/mqK < 0,6 W/mqK (CTE)

Figura 10.23. Chiusura verticale – contro terra

SERRAMENTO ESTERNO



- ① Canalina ISO
- ② Vetro basso emissivo ($U_w=0,72 \text{ W/mqK}$) LIGHT
- ③ Sistema oscurante inserito tra i vetri
- ④ Vetrazione I-tec, lastra vetro incollata
- ⑤ Triplo sistema di guarnizioni
- ⑥ Sistema a 5 camere

Descrizione del sistema:

- profili in PVC a 5 camere con rinforzo in ferro nel telaio, zincato con processo sendzimir
- profondità dei profili: telaio 82,8 mm, battente 106,5 mm
- 3 guarnizioni: 2 nel profilo del battente (di battuta e centrale) e 1 nel telaio fisso (di battuta)

Materiali:

- PVC stabilizzato senza piombo e cadmio, altamente resistente agli urti
- guscio in alluminio verniciato a polveri
- profili di acciaio zincati con processo sendzimir nel telaio

Reazione al fuoco:

- classe B1, difficilmente infiammabile

Classe di sollecitazione:

- permeabilità delle fughe, all'aria: classe 4
- tenuta alla pioggia battente: classe 9A

Trasmittanza termica (U) = $0,89 \text{ W/mqK} < 2,70 \text{ W/mqK}$ (CTE)
 Isolamento acustico fino a 44 dB

Figura 10.24. Serramento esterno

10.2. I DETTAGLI COSTRUTTIVI

Un aspetto molto importante del progetto tecnologico consiste nel capire come le diverse stratigrafie interagiscono fra loro. Per questo motivo sono stati studiati quattro nodi costruttivi significativi, in scala 1:10.

Il primo (Figura 10.26) mostra l'unione tra il solaio utilizzato negli uffici, caratterizzato dal pavimento galleggiante, dalla piastra alleggerita e dal controsoffitto, con la chiusura verticale ed i serramenti di facciata.

Nel secondo nodo viene studiato l'interazione tra la terrazza, la chiusura verticale ed il parapetto. (Figura 10.27).

Il nodo tre (Figura 10.28) tre analizza l'unione tra la partizione orizzontale utilizzata negli appartamenti, caratterizzata dalla presenza del sistema radiante, dal solaio a piastra alleggerita e dal controsoffitto, con la chiusura verticale.

Il quarto ed ultimo dettaglio tecnologico (Figura 10.29) evidenzia l'assemblaggio tra il solaio tipo (utilizzato negli uffici) ed il nucleo centrale di controvento non riscaldato in cemento armato, il quale ospita scale e ascensori.

Un ulteriore oggetto di studio è rappresentato dal rivestimento in nastri in zinco-titanio, uno degli elementi fondamentali del progetto CoB Madrid. Sono stati infatti approfonditi due aspetti: il primo riguarda il loro processo di montaggio e, in particolare, il metodo di aggraffatura tra due lastre contigue, mentre il secondo mostra il fissaggio della fascia, che unisce due nastri aventi diversa inclinazione (Figura 10.30).

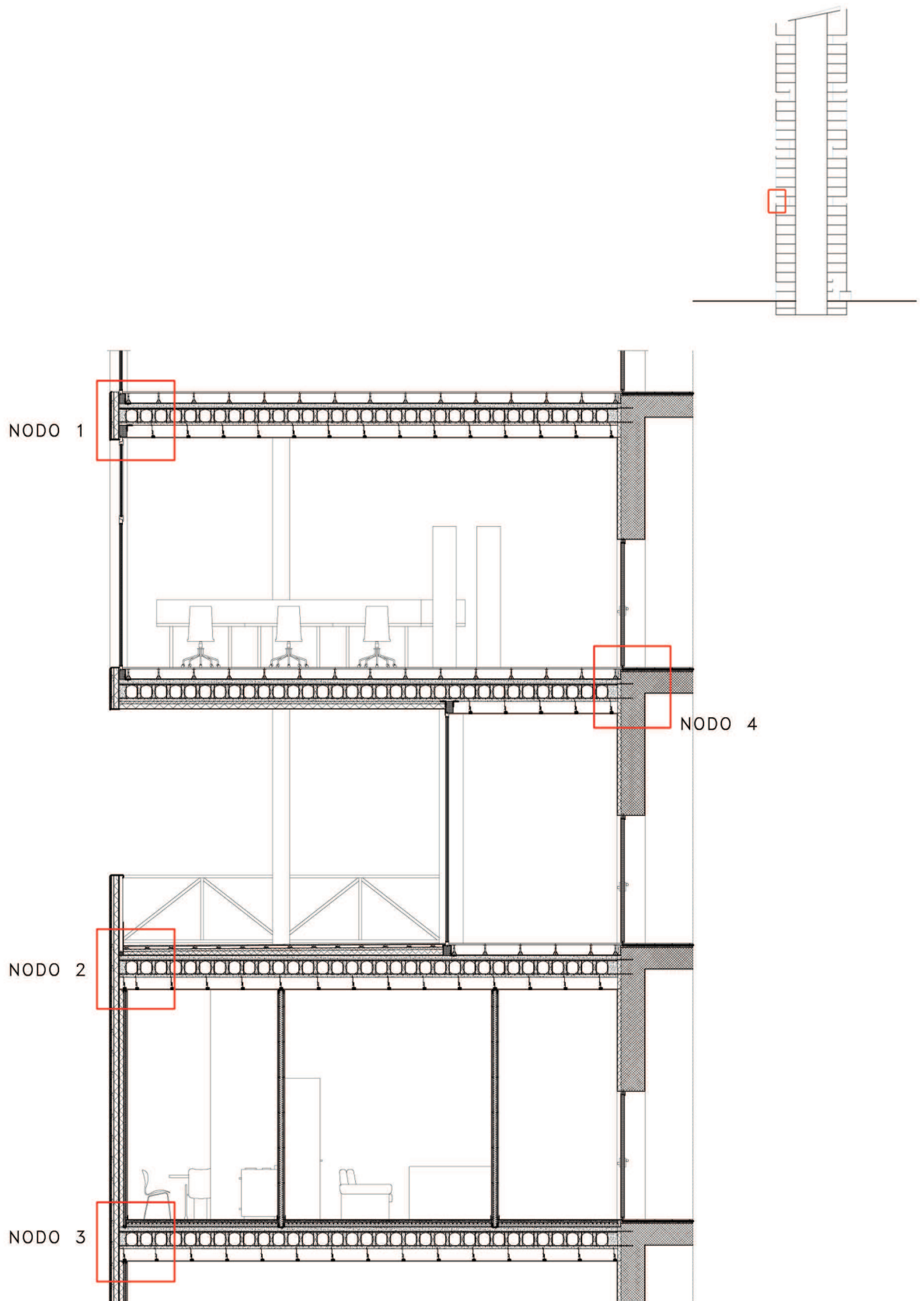
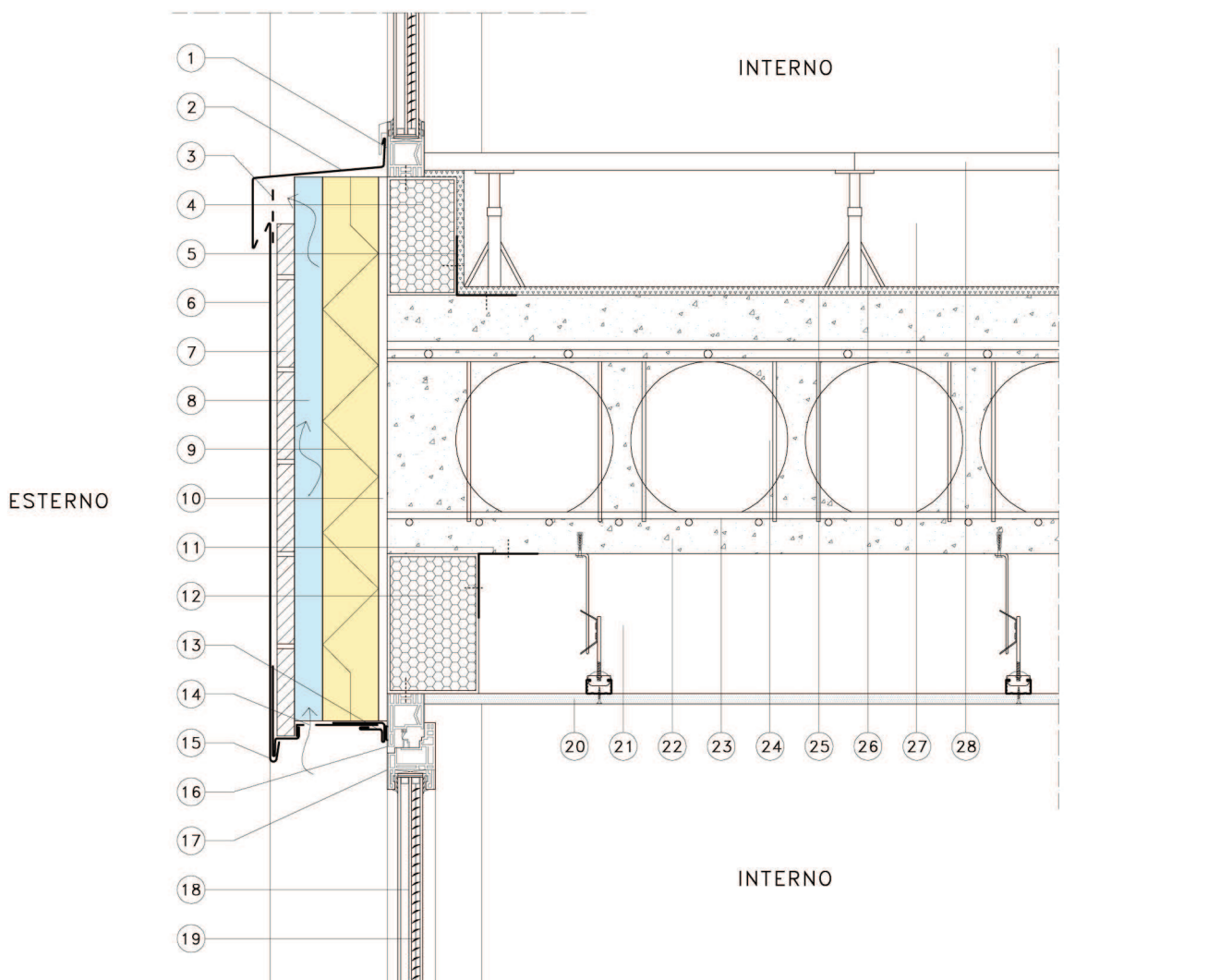


Figura 10.25. Sezione, navigatore nodi

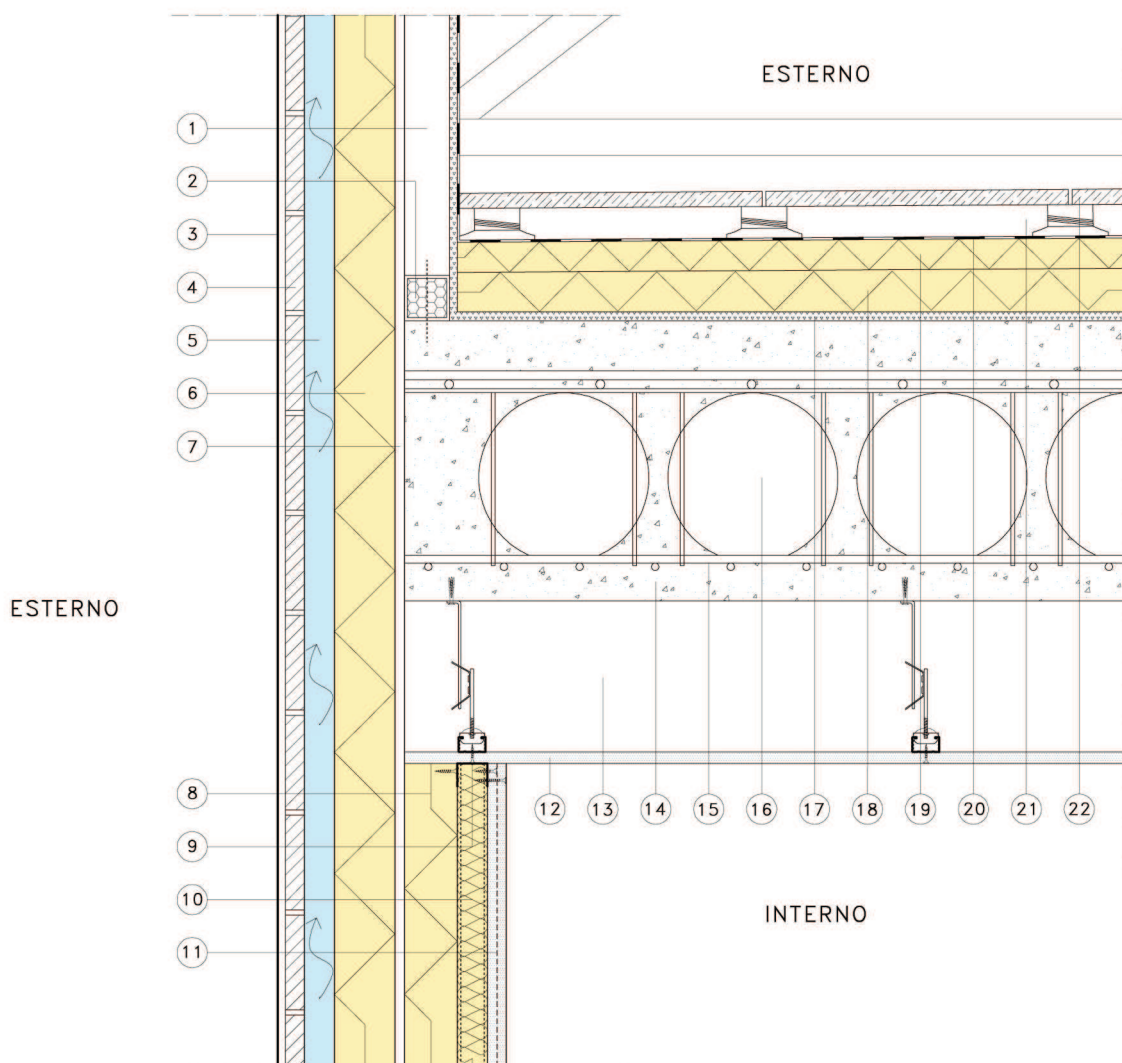
SCALA 1:100



- | | |
|---|--|
| ① Telaio fisso in PVC stabilizzato | ⑮ Scossalina taglia goccia a tenuta |
| ② Scossalina a tenuta | ⑯ Telaio fisso in PVC stabilizzato |
| ③ Lamiera forata per ventilazione di intercapedine | ⑰ Telaio mobile in PVC stabilizzato |
| ④ Tubo in ferro con schiuma poliuretanic | ⑱ Vetrocamera 4+12+4+12+4mm |
| ⑤ Squadretta metallica | ⑲ Sistema oscurante tra i vetri |
| ⑥ Rivestimento in nastri di acciaio zincato sp. 0,8mm | ⑳ Lastra di cartongesso sp. 15mm |
| ⑦ Tavolato in legno grezzo distanziato 7mm per ventilazione | ㉑ Controsoffitto realizzato con pendini metallici sp. 20mm |
| ⑧ Listelli in legno di abete con camera d'aria sp. 40mm | ㉒ Getto di completamento sp. 370mm |
| ⑨ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm | ㉓ Gabbia di contenimento con rete e fondo in acciaio ø5mm |
| ⑩ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm | ㉔ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità |
| ⑪ Squadretta metallica | ㉕ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm |
| ⑫ Tubo in ferro con schiuma poliuretanic | ㉖ Struttura portante in acciaio zincato |
| ⑬ Guarnizione a nastro compressa | ㉗ Vano per il passaggio degli impianti sp. 200mm |
| ⑭ Lamiera forata per ventilazione di intercapedine | ㉘ Pannello per interni con finitura in PVC sp. 25mm |

Figura 10.26. Nodo 1

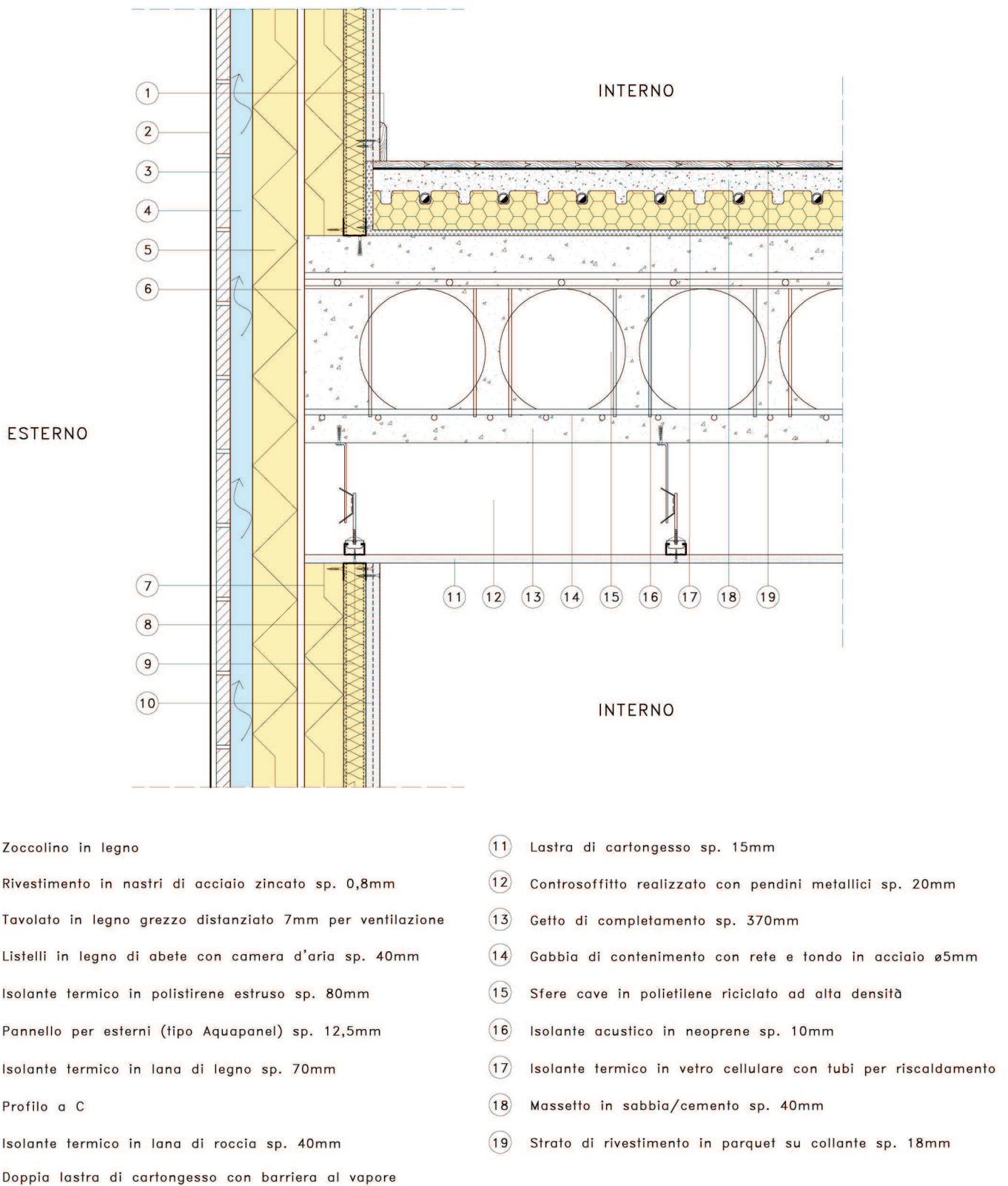
SCALA 1:10



- | | |
|---|--|
| ① Parapetto | ⑫ Lastra di cartongesso sp. 15mm |
| ② Tubo in ferro con schiuma poliuretanic | ⑬ Controsoffitto realizzato con pendini metallici sp. 20mm |
| ③ Rivestimento in nastri di acciaio zincato sp. 0,8mm | ⑭ Getto di completamento sp. 370mm |
| ④ Tavolato in legno grezzo distanziato 7mm per ventilazione | ⑮ Gabbia di contenimento con rete e fondo in acciaio ø5mm |
| ⑤ Listelli in legno di abete con camera d'aria sp. 40mm | ⑯ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità |
| ⑥ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm | ⑰ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm |
| ⑦ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm | ⑱ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm |
| ⑧ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm | ⑲ Isolante termico in polistirene estruso sp. 40mm |
| ⑨ Profilo a C | ⑳ Impermeabilizzazione in guaina bituminosa sp. 2mm |
| ⑩ Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm | ㉑ Sistema di appoggio in polipropilene sp. 40mm |
| ⑪ Doppia lastra di cartongesso con barriera al vapore | ㉒ Pavimento con quadrotti in cemento per esterni sp. 20mm |

Figura 10.27. Nodo 2

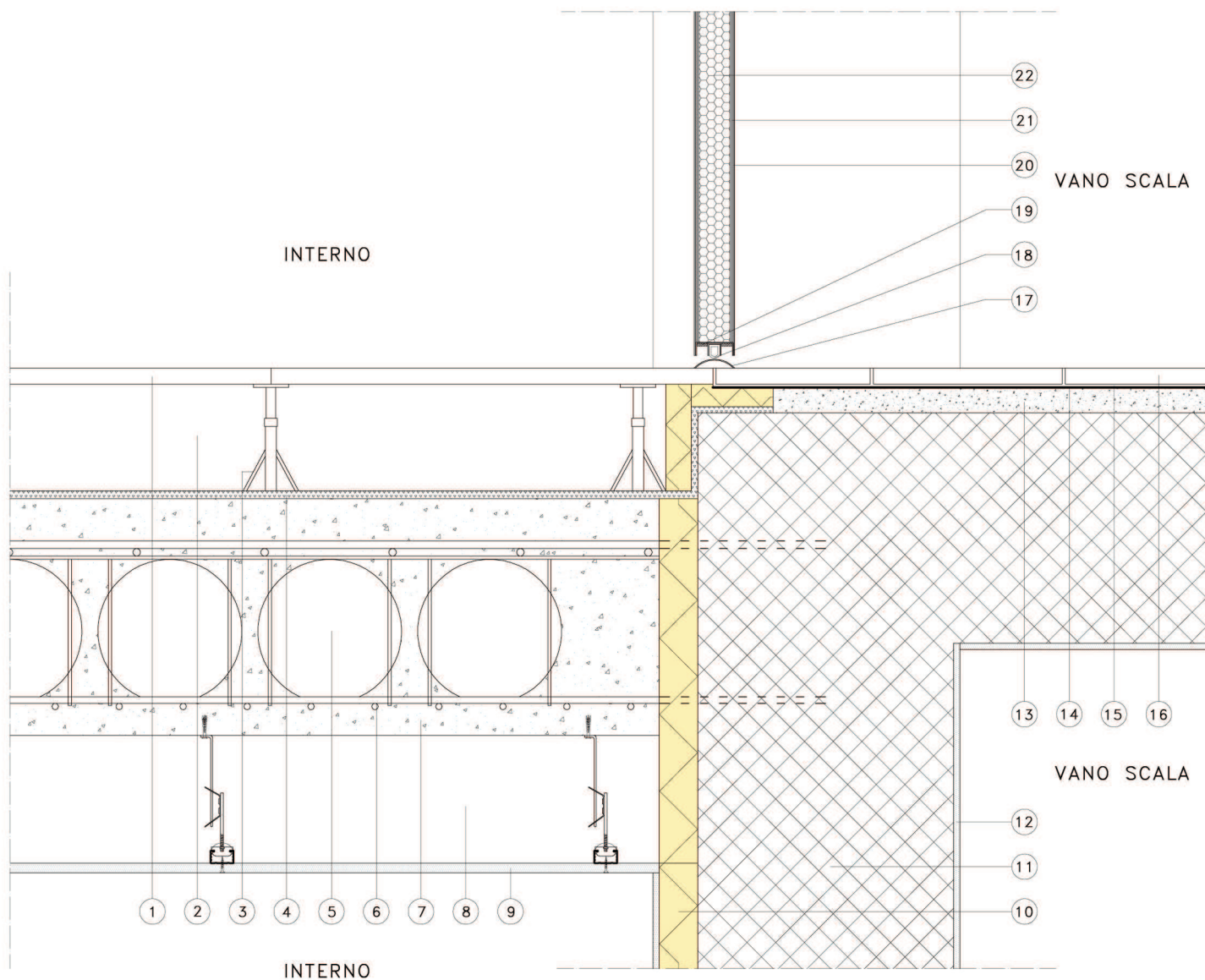
SCALA 1:10



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① Zoccolino in legno ② Rivestimento in nastri di acciaio zincato sp. 0,8mm ③ Tavolato in legno grezzo distanziato 7mm per ventilazione ④ Listelli in legno di abete con camera d'aria sp. 40mm ⑤ Isolante termico in polistirene estruso sp. 80mm ⑥ Pannello per esterni (tipo Aquapanel) sp. 12,5mm ⑦ Isolante termico in lana di legno sp. 70mm ⑧ Profilo a C ⑨ Isolante termico in lana di roccia sp. 40mm ⑩ Doppia lastra di cartongesso con barriera al vapore | <ul style="list-style-type: none"> ⑪ Lastra di cartongesso sp. 15mm ⑫ Controsoffitto realizzato con pendini metallici sp. 20mm ⑬ Getto di completamento sp. 370mm ⑭ Gabbia di contenimento con rete e fondo in acciaio ø5mm ⑮ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità ⑯ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm ⑰ Isolante termico in vetro cellulare con tubi per riscaldamento ⑱ Massetto in sabbia/cemento sp. 40mm ⑲ Strato di rivestimento in parquet su collante sp. 18mm |
|--|---|

Figura 10.28. Nodo 3

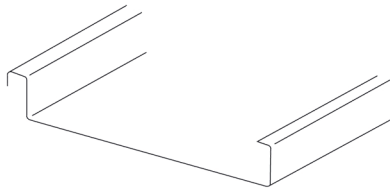
SCALA 1:10



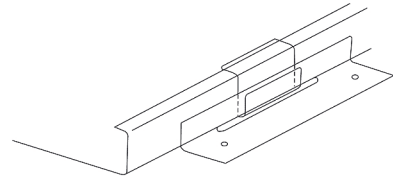
- | | |
|---|--|
| ① Pannello per interni con finitura in PVC sp. 25mm | ⑫ Intonaco antincendio (tipo Knauf) sp. 10mm |
| ② Vano per il passaggio degli impianti sp. 200mm | ⑬ Massetto in sabbia/cemento sp. 40mm |
| ③ Struttura portante in acciaio zincato | ⑭ Strato di separazione |
| ④ Isolante acustico in neoprene sp. 10mm | ⑮ Collante sp. 5mm |
| ⑤ Sfere cave in polietilene riciclato ad alta densità | ⑯ Pavimentazione sp. 25mm |
| ⑥ Gabbia di contenimento con rete e fondo in acciaio $\varnothing 5$ mm | ⑰ Lamiera in acciaio inox |
| ⑦ Getto di completamento sp. 370mm | ⑱ Guarnizione in gomma |
| ⑧ Controsoffitto realizzato con pendini metallici sp. 20mm | ⑲ Guarnizione termoespandente antifumo |
| ⑨ Lastra di cartongesso sp. 15mm | ⑳ Lamiera |
| ⑩ Isolante termico in polistirene espanso sp. 60mm | ㉑ Rivestimento ignifugo ritardante |
| ⑪ Cemento armato | ㉒ Lana minerale con densità 80 Kg/mc |

Figura 10.29. Nodo 4

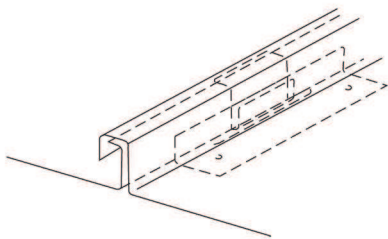
SCALA 1:10



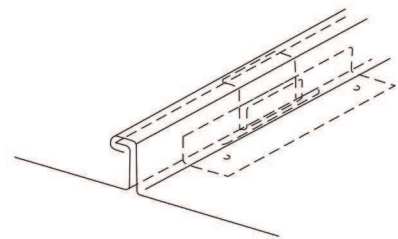
- 1 -
Posizionamento lastra Zintek



- 2 -
Montaggio della linguetta



- 3 -
Installazione della lastra successiva



- 4 -
Aggraffatura angolare con chiusura meccanica

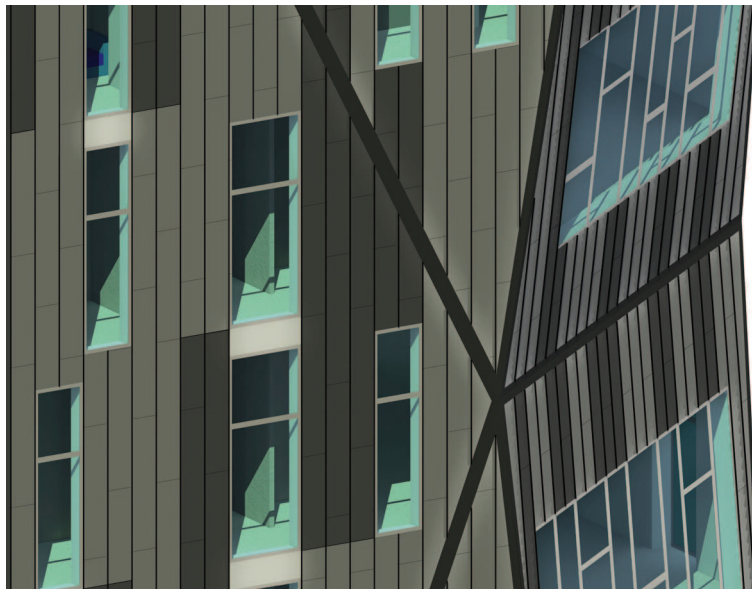


Figura 10.30. Particolare rivestimento facciata



Figura 10.31. Ingresso alla piazza CoB Madrid



Capitolo 11

LE STRATEGIE ENERGETICHE



1 1.1. VALUTAZIONI INIZIALI

La progettazione impiantistica si è svolta di pari passo con il progetto architettonico, in modo particolare per quanto riguarda le innovazioni tecnologiche che ne regolano il funzionamento.

Viste le condizioni climatiche favorevoli della città di Madrid è stato deciso di adottare un sistema di riscaldamento e raffrescamento alimentato da una pompa di calore aria acqua reversibile.

Questa tecnologia, infatti, sfrutta l'aria dell'ambiente esterno come sorgente per riscaldare e raffrescare l'acqua contenuta in un circuito, la quale viene poi trasportata nei terminali per climatizzare i locali interni.

L'impianto di riscaldamento e raffrescamento radiante a pavimento è stato previsto per i piani con appartamenti, dal quattro al nove, mentre il sistema Flexible Space nei piani restanti di uffici, relax e hall.

La particolare attenzione per la sostenibilità ambientale, rapportata alle caratteristiche del sito di progetto, ha portato a privilegiare l'utilizzo di energie rinnovabili, quali un impianto fotovoltaico e un sistema di raccolta di acque meteoriche.

Data l'altezza dell'edificio, si è deciso di dedicare parte del core centrale al vano tecnico per il passaggio degli impianti.

1 1.2. IL FABBISOGNO ENERGETICO

Gli edifici efficienti sul piano energetico sono progettati per consumare la minore quantità di energia possibile; questo è reso possibile grazie all'utilizzo di materiali da costruzione e isolanti di alta qualità, che contribuiscono a impedire la dispersione termica e rendono il fabbricato a tenuta d'aria. Un progetto e una manodopera di elevata qualità sono condizioni imprescindibili per una costruzione ad alta efficienza energetica. Di fondamentale importanza, inoltre, è la riduzione al minimo dei ponti termici.

Per quanto riguarda l'edificio CoB Madrid sono stati determinati i carichi termici in condizione invernale ed estiva, le portate d'aria ed i consumi elettrici. Le analisi sono state effettuate per ogni singolo piano, tenendo in considerazione le diverse destinazioni d'uso e i differenti livelli di affollamento.

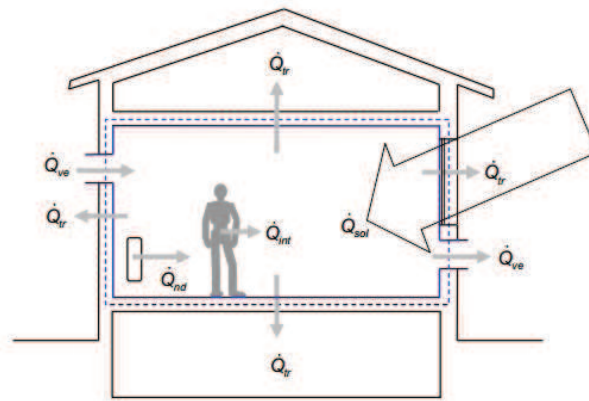


Figura 11.1. Fabbisogno energetico

11.2.1. Determinazione dei carichi termici

Il calcolo dei carichi termici sia per la stagione invernale, che per quella estiva è stato effettuato per ogni piano della torre.

SITUAZIONE INVERNALE

La determinazione delle dispersioni termiche invernali per il calcolo della potenza dell'unità di riscaldamento viene effettuato considerando le condizioni più critiche per l'impianto, che per la città di Madrid sono $T_{ext} = -1^\circ$ ed assenza di apporti energetici, sia solari che interni. La dispersione totale che determina la potenza che l'impianto dovrà fornire è:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Con:

- Q_1 dispersioni per conduzione e convezione;
- Q_2 dispersioni per ponti termici;
- Q_3 dispersioni per ventilazione.

Q_1 è stato calcolato secondo la formula:

$$Q_1 = U \cdot S \cdot \Delta T$$

Con:

- U trasmittanza della parete;
- S superficie della parete;
- ΔT differenza di temperatura (nel caso in questione 21° perché $T_{ext} = -1^\circ$ e $T_{int} = 20^\circ$).

Riguardo le dispersioni causate dai ponti termici dei contorni dei serramenti e degli spigoli delle pareti è stata utilizzata l'espressione:

$$Q_2 = I \cdot K_i \cdot \Delta T$$

Con:

- l lunghezza del ponte termico;
- K_l coefficiente lineico;
- ΔT differenza di temperatura.

Infine, le perdite per ventilazione Q_3 sono state calcolate in seguito alla scelta dell'impianto.

SITUAZIONE ESTIVA

Anche per la determinazione dei carichi termici estivi si considerano le condizioni piú critiche, quindi $T_{ext}=35^\circ$ ed in presenza degli apporti energetici solari ed interni. Il carico termico totale è dato dall'espressione:

$$Q=Q_i+Q_t+Q_v+Q_c$$

Con:

- Q_i carico per irraggiamento;
- Q_t carico per trasmissione;
- Q_v carico per ventilazione;
- Q_c carico interno.

Il carico per irraggiamento Q_i viene calcolato con la formula

$$Q_i= S_v \cdot I \cdot C \cdot F$$

Con:

- S_v area dei vetri;
- I potenza massima incidente in dipendenza del giorno e dell'ora;
- C fattore di correzione dovuto al vetro e agli schermi solari;
- F fattore di accumulo derivante dall'ora e dal peso al m^2 .

Il carico per trasmissione Q_t è stato calcolato seguendo la formula

$$Q_t=U \cdot S \cdot \Delta t_e$$

Con:

- U trasmittanza della parete;
- S superficie della parete;
- Δt_e differenza di temperatura equivalente, che varia in base al giorno, all'ora, all'esposizione e all'escursione termica giornaliera.

Per quanto riguarda i carichi dovuti alla ventilazione, sono stati considerati in seguito alla scelta dell'impianto da utilizzare.

I carichi interni Q_i , infine, sono stati a loro volta suddivisi in carichi interni dovuti alla presenza di persone, dovuti all'illuminazione e dovuti alla presenza e tipologia di apparecchi elettrici.

PIANO	AREA[m ²]	F _{t,inverno} [kW]	F _{t,estate} [kW]
28	682,17	14,27	23,41
27	640,76	12,81	28,68
26	643,89	15,53	31,53
25	640,70	16,80	32,06
24	636,61	16,80	32,89
23	631,61	16,43	32,81
22	525,68	13,70	17,81
21	605,90	12,76	20,83
20	611,20	14,80	33,86
19	607,61	15,94	33,80
18	589,68	15,75	33,53
17	607,09	15,44	33,80
16	679,76	14,35	20,11
15	618,91	13,75	22,55
14	609,65	15,10	39,71
13	618,92	16,25	39,85
12	627,19	16,43	39,98
11	634,47	15,87	39,04
10	646,18	13,73	20,75
9	552,47	13,02	61,20
8	562,70	11,42	61,89
7	571,40	11,24	59,83
6	578,57	11,17	59,00
5	584,23	11,14	58,29
4	588,10	11,09	58,08
3	688,61	13,10	23,29
2	542,81	14,76	13,20
1	542,81	14,26	19,45
0	675,69	14,34	27,68

Tabella 11.1. Calcolo fabbisogno estivo ed invernale

11.2.2. Determinazione delle portate d'aria

Dopo aver ottenuto i carichi termici di ogni piano dell'intero edificio, è stato deciso di utilizzare un impianto di riscaldamento/raffrescamento alimentato da una pompa di calore a tutt'aria e una unità di trattamento dell'aria (UTA) per la gestione dei ricambi d'aria.

Per determinare le portate d'aria di ricambio di ogni piano sono stati considerati 39,60 m³/h per ogni persona, rispetto ad un valore minimo previsto dalla normativa italiana UNI 10339 di 25 m³/h. Per tutte le

destinazioni d'uso è stata studiata sia la portata d'aria di ripresa che quella di mandata, ad eccezione dei servizi igienici per i quali è stata prevista esclusivamente la ripresa di aria viziata.

PIANO	VOLUME[m ³]	N° PERSONE	Q _{aria} [m ³ /h]
28	2660,46	20	792,00
27	2498,96	50	1980,00
26	2511,17	30	1188,00
25	2498,73	30	1188,00
24	2482,78	30	1188,00
23	2463,28	30	1188,00
22	2050,15	20	792,00
21	2363,01	50	1980,00
20	2383,68	42	1663,20
19	2369,68	42	1663,20
18	2299,75	42	1663,20
17	2367,65	42	1663,20
16	2651,06	20	792,00
15	2413,75	50	1980,00
14	2377,64	58	2296,80
13	2413,79	58	2296,80
12	2446,04	58	2296,80
11	2474,43	58	2296,80
10	2520,10	50	1980,00
9	2154,63	16	633,60
8	2194,53	16	633,60
7	2228,46	16	633,60
6	2256,42	16	633,60
5	2278,50	16	633,60
4	2293,59	16	633,60
3	2685,58	50	1980,00
2	2116,96	5	198,00
1	2116,96	5	198,00
0	2635,19	50	1980,00

Tabella 11.2. Calcolo portata d'aria

11.2.3. Determinazione dei consumi elettrici

Nella progettazione dell'edificio CoB Madrid uno degli obiettivi è quello di contenere i consumi elettrici; per questo è stata effettuata una stima di tutte le apparecchiature elettriche presenti nell'edificio.

Il consumo dell'impianto di illuminazione è stato stimato confrontando

differenti valori dati da progetti, che prevedevano l'utilizzo di lampade a risparmio energetico.

APP. ELETTRICO	kW·h/anno	QUANTITÀ	TOT[kW·h/anno]
Computer	33	558	18.414
Fotocopiatrice	114	13	1.482
Stampante	114	13	1.482
Distributore	290	8	2.320
Forno	8	40	320
Frigorifero	188	41	7.708
Lavastoviglie	232	37	8.584
Lavatrice	247	36	8.892
Televisione	260	37	9.620
Ascensore	5.890	6	35.341
Scale mobili	8.840	4	35.376
Illuminazione	—	—	86.306
TOTALE			215.845

Tabella 11.3. Calcolo consumi elettrici

11.2.4. Quadro riassuntivo

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati ottenuti per l'intera torre, dati fondamentali per il dimensionamento degli impianti necessari all'edificio CoB Madrid.

	$F_{t,inverno}$ [kW]	$F_{t,estate}$ [kW]	Q_{aria} [m ³ /h]	CONSUMO ELETTRICO [kW·h/anno]
TOTALE	412,04	1.018,91	39.045,60	215.845

Tabella 11.4. Quadro riassuntivo

11.3. LE STRATEGIE ENERGETICHE

La volontà di minimizzare il consumo energetico dell'edificio e di garantire il massimo comfort interno ricorrendo il più possibile a energie rinnovabili ha portato ad uno studio approfondito del sistema edificio. Si è perciò proceduto all'affinamento delle strategie passive adottate, dall'involucro alle schermature, dalla ventilazione naturale allo sfruttamento di energie rinnovabili.

L'obiettivo principale di una buona progettazione energetica è la riduzione dei consumi del sistema edificio, raggiungibile tramite l'ottimizzazione di strategie attive e passive. In particolare, l'ottimizzazione delle strategie passive deve essere il punto di partenza per agire poi efficacemente su quelle attive. Date, inoltre, le grandi dimensioni dell'intervento è fondamentale un approccio responsabile verso le tematiche energetico-ambientali.

Un importante obiettivo di una corretta progettazione energetico-tecnologica è il mantenimento del comfort interno, a partire dalla salubrità dell'aria e dalle condizioni igrotermiche fino ad una corretta progettazione acustica ed illuminotecnica.

L'elaborazione delle strategie energetiche è iniziata con l'analisi del contesto climatico e delle condizioni interne di progetto.

Il clima di Madrid è di tipo continentale, caratterizzato da inverni piuttosto freschi, con temperature minime che si avvicinano agli zero gradi. Le estati sono molto calde con temperature medie attorno ai 25°, fino a raggiungere delle massime che spesso superano, anche abbondantemente, i 35°; questo torrido clima viene però reso tollerabile grazie alla presenza di una bassa o scarsa umidità, talvolta a stampo simil-desertico. Per questo motivo, il comportamento dell'edificio durante il periodo estivo dovrà essere studiato con maggiore attenzione.

Per quanto riguarda l'analisi delle condizioni interne è necessario considerare la presenza di una duplice destinazione d'uso (uffici e appartamenti), e quindi prevedere le soluzioni ottimali sia per l'una che per l'altra.

11.3.1. Il periodo invernale

Durante la stagione invernale l'involucro limita le dispersioni, mentre le schermature favoriscono la captazione solare. L'impianto di riscaldamento e la UTA con recuperatore d'aria contribuiscono al mantenimento del comfort interno.

11.3.2. Il periodo estivo

In estate le schermature posizionate tra i vetri del serramento limitano la captazione solare ed i solai contribuiscono, insieme all'involucro, a sfasare l'onda termica. La ventilazione naturale è ottenuta tramite serramenti apribili a vasistas nella parte alta, mentre la ventilazione meccanica si attiva solo quando quella naturale risulta insufficiente. Il raffrescamento è garantito dai pannelli radianti nei piani che accolgono gli appartamenti e dal sistema Flexible Space negli uffici.

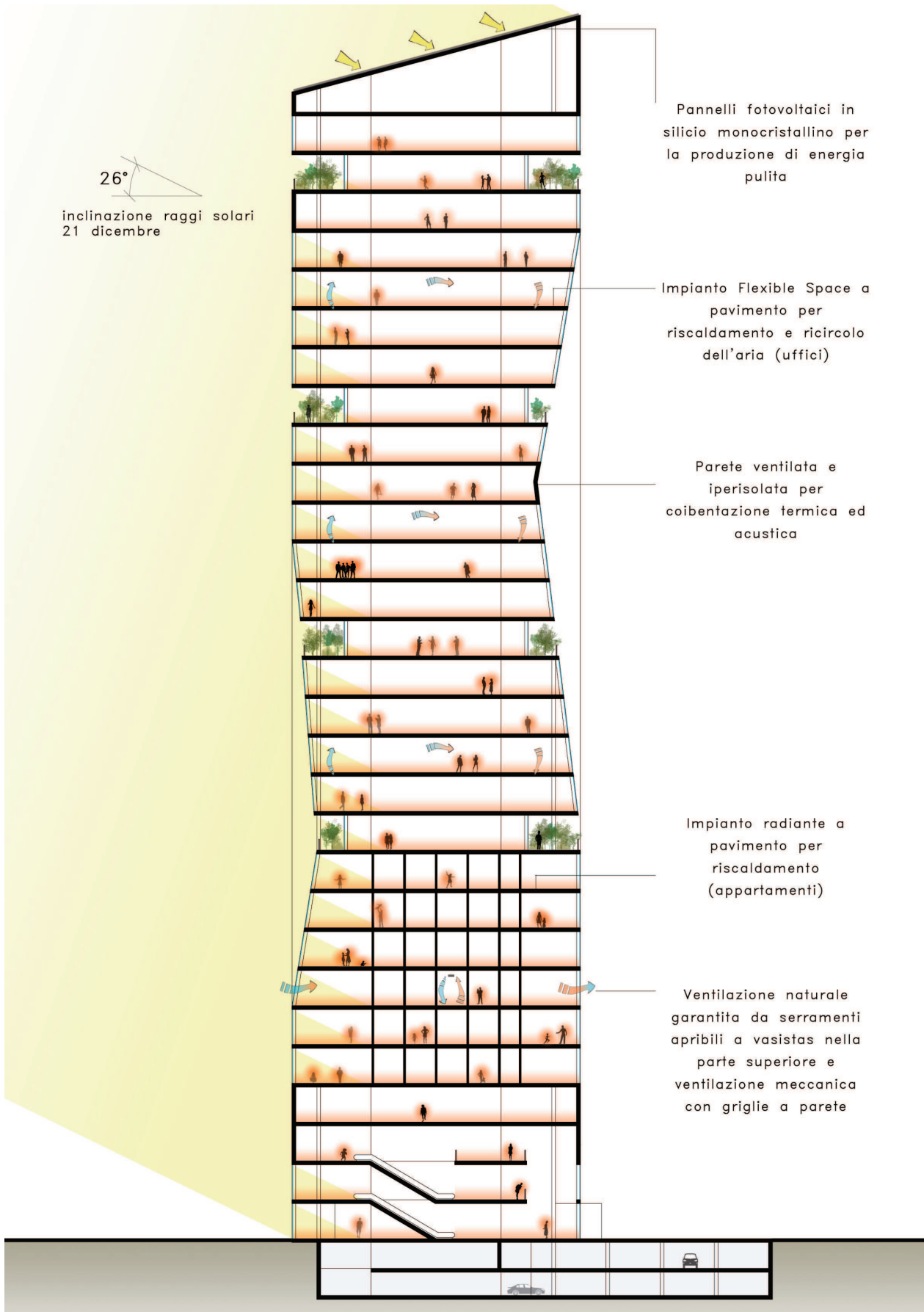


Figura 11.2. Schematic design, situazione invernale

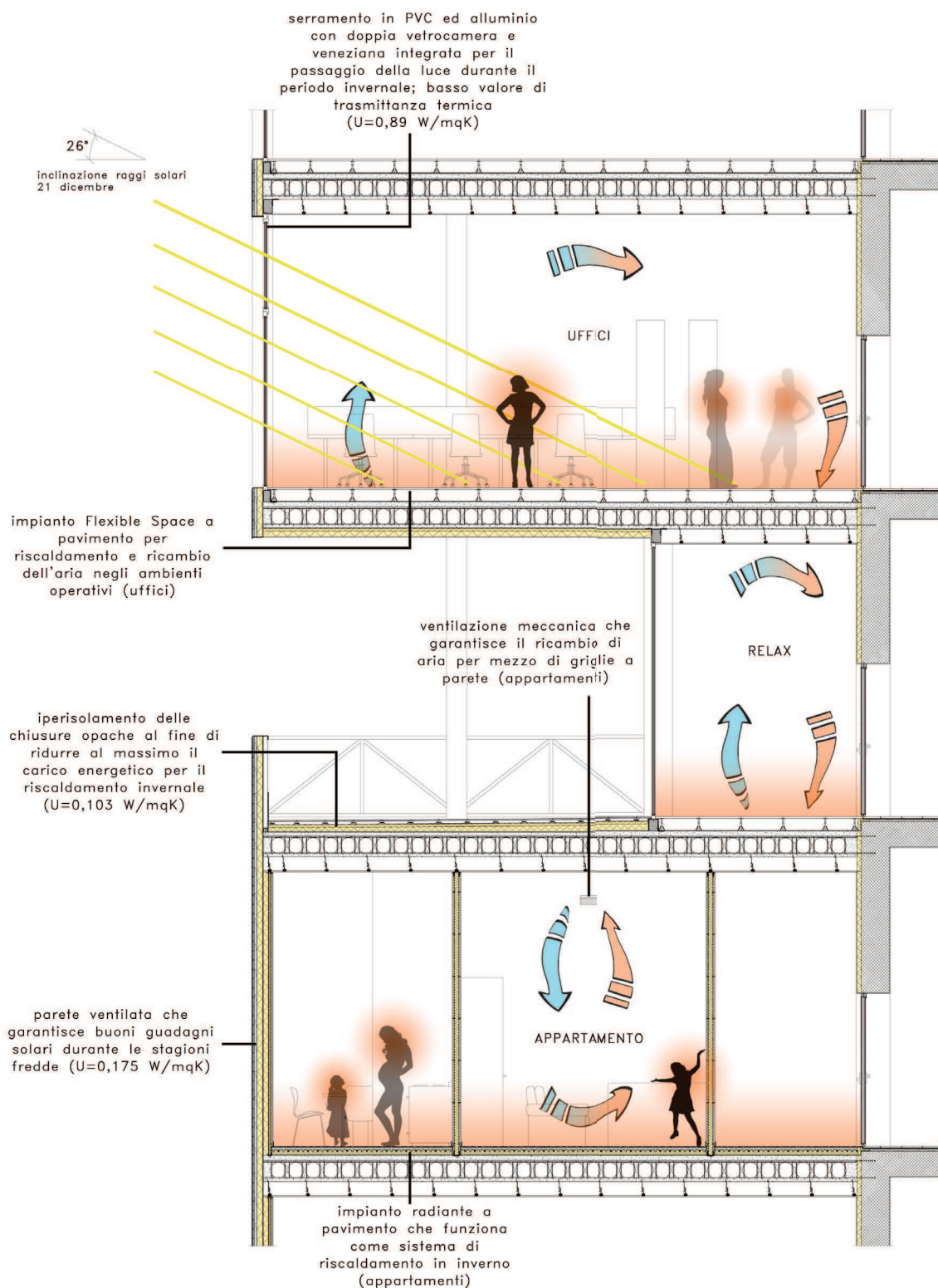


Tavola 28. Schematic design (zoom), situazione invernale
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

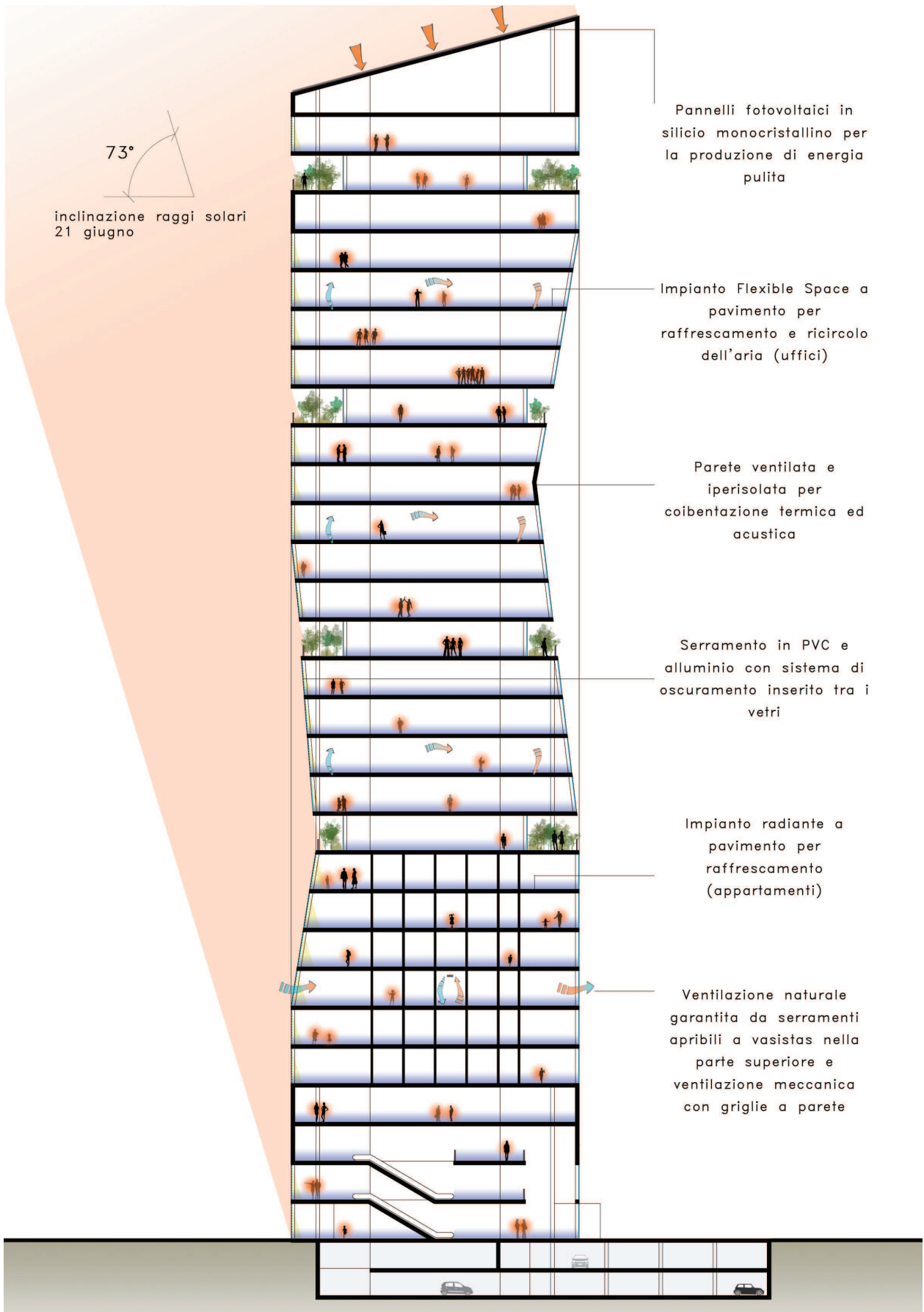


Figura 11.3. Schematic design, situazione estiva

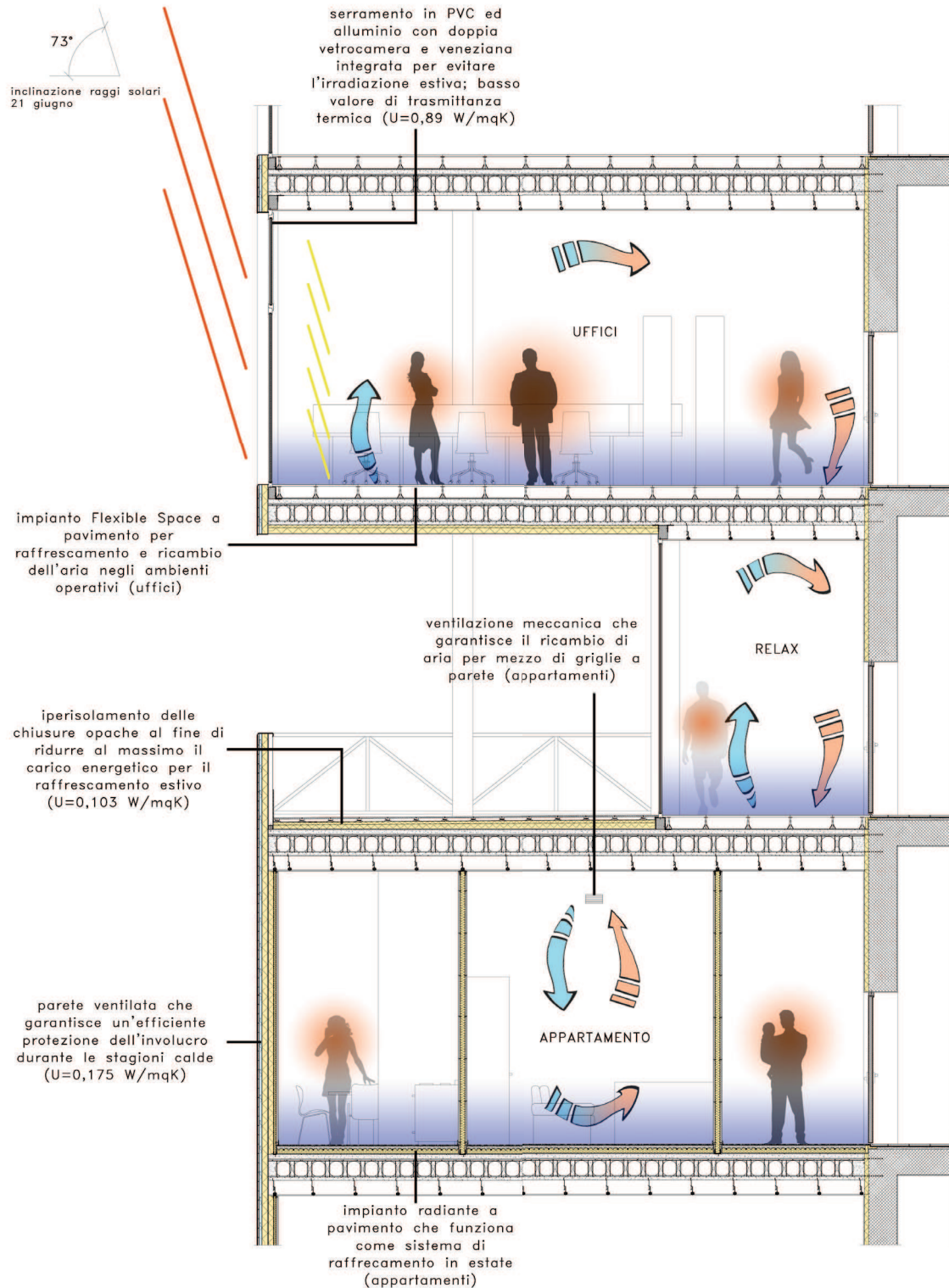


Tavola 29. Schematic design (zoom), situazione estiva
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

11.3.3. La ventilazione naturale

Fondamentale, soprattutto negli ambienti di lavoro, uno studio ottimale dell'illuminazione e della ventilazione naturale, al fine di assicurare il comfort psichico e fisico degli utenti, tramite l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e gratuite. L'introduzione degli impianti di climatizzazione ha portato frequentemente ad una minor attenzione dei progettisti verso lo sfruttamento di tali fonti, affidandosi sempre di più agli impianti tecnologici per il mantenimento del benessere all'interno dell'edificio.

Le nuove politiche energetiche hanno portato ad una riscoperta delle strategie passive e di quelle attive a basso consumo energetico.

Illuminazione naturale e ventilazione naturale sono due temi strettamente connessi, in quanto i sistemi vetrati che permettono la prima, sono spesso sfruttati anche per la seconda.

Riguardo lo studio illuminotecnico si rimanda al capitolo 8, in cui vengono spiegate le strategie di diffusione della luce, ombreggiamento e comfort visivo.

La ventilazione ha il compito principale di eliminare la presenza di inquinanti, ed in particolare di CO₂, dispersi nell'aria. Considerando che la maggior parte delle persone trascorre il 90% del proprio tempo all'interno di edifici, si può facilmente intuire quanto sia importante assicurare un ambiente salubre e confortevole.

Bisogna sottolineare che la ventilazione costituisce una aliquota importante all'interno dei bilanci energetici degli edifici: il ricorso di involucri sempre meno disperdenti comporta che le perdite causate dalla ventilazione arrivino al 30–40% delle dispersioni totali.

A seconda dei progetti, bisogna quindi individuare le soluzioni ottimali per raggiungere un giusto compromesso tra massima salubrità dell'aria e minime dispersioni.

Dato il contesto e la tipologia di intervento, la soluzione capace di rispondere adeguatamente alle necessità di benessere interno adattandosi di volta in volta alle condizioni al contorno è un sistema misto di ventilazione naturale unita ad una ventilazione meccanica.

I vantaggi derivati dallo sfruttamento di una ventilazione ibrida rispetto a quella esclusivamente meccanica stanno nel minor consumo energetico per garantire il benessere interno, minori costi di installazione e minori costi di manutenzione.

11.4. L'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

A seguito di opportune valutazioni energetiche basate sull'osservazione dei carichi termici e del contesto ambientale, si è deciso di adottare un impianto a tutt'aria, dove il compito di riscaldare e raffrescare i locali è affidato, appunto, all'aria, che viene trasferita attraverso una rete di canali ed immessa (ed estratta) negli ambienti mediante bocchette e/o diffusori.

Questa tipologia di impianto, inoltre, è particolarmente indicata per edifici in cui il volume da condizionare è costituito da grandi ambienti, con condizioni termoigrometriche di progetto uniformi.

Il sistema sarà caratterizzato da un doppio condotto, dal momento in cui l'edificio non è costituito da un singolo ambiente o da zone con carichi termici omogenei e sincronizzati. Vengono quindi impiegati due canali di distribuzione dell'aria: uno per l'aria calda e uno per quella fredda, prodotte contemporaneamente nell'unità di trattamento dell'aria. Un impianto di condizionamento a tutt'aria ha il compito di mantenere un ambiente in determinate condizioni di temperatura, umidità e salubrità dell'aria. Il suo principio di funzionamento consiste nel trattare una certa quantità d'aria, prelevata o dall'ambiente interno stesso o da quello esterno, somministrando o togliendo ad essa calore e/o vapore acqueo, al fine di portarla alle condizioni di temperatura e umidità relativa di progetto.

11.4.1. La centrale di trattamento dell'aria

Per il dimensionamento della centrale di trattamento dell'aria sono state analizzate le condizioni invernali ed estive per il calcolo della potenza richiesta dalle batterie. Per questo procedimento è stato utilizzato il diagramma psicrometrico.

SITUAZIONE INVERNALE

Vengono considerati i dati di $T_{\text{ext}} = -1^\circ$, $\text{U.R.}_{\text{ext}} = 90\%$ (punto A) e $T_{\text{int}} = 20^\circ$, $\text{U.R.} = 50\%$ (punto B). L'impianto non viene utilizzato per scaldare, ma solo per il ricambio d'aria e l'umidificazione degli ambienti; l'aria viene immessa nei locali ad una temperatura di 22° . Viene utilizzato un recuperatore di calore di tipo rotativo, con rendimenti di 70% per il calore sensibile e 60% per quello latente.

A partire dalle condizioni iniziali si ottiene il punto di equilibrio (punto C):

$$T_{\text{eq}} = -1^\circ + (21^\circ \cdot 0,7) = 13,7^\circ$$

$$\text{U.R.}_{\text{eq}} = 3,2 + (7,4 - 3,2) \cdot 0,6 = 5,72 \text{ [g/kg]}$$

Dal punto di equilibrio viene tracciata una retta orizzontale; dalle condizioni di immissione dell'aria, $T=22^\circ$ e $U.R.=50\%$ (punto D), viene tracciata un'altra retta orizzontale fino alla $U.R.=90\%$ (rendimento della batteria di umidificazione) e tale punto viene collegato con una isoentalpica alla prima retta, ottenendo la temperatura di preriscaldamento, pari a $T_{pre}=19,8^\circ$.

La batteria di preriscaldamento deve quindi scaldare da $13,7^\circ$ a $19,8^\circ$ con un $\Delta T=6,1^\circ$.

Dopo l'umidificazione si ha una temperatura $T_{post}=12,5^\circ$ e $U.R.=90\%$; la batteria di postriscaldamento deve scaldare l'aria fino a 22° con un $\Delta T=9,5^\circ$.

La potenza della batteria di preriscaldamento è

$$T_{pre} = 39045,6 \cdot 0,34 \cdot 6,1 = 80980,57 [W] = 80,98 [kW]$$

La potenza della batteria di postriscaldamento è

$$T_{post} = 39045,6 \cdot 0,34 \cdot 9,5 = 126117,29 [W] = 126,12 [kW]$$

La potenza della macchina d'inverno, sommando le potenze di pre e postriscaldamento e le dispersioni per conduzione, convezione e irraggiamento, deve essere:

$$P = 80,98 + 126,12 + 415,02 = 622,12 [kW]$$

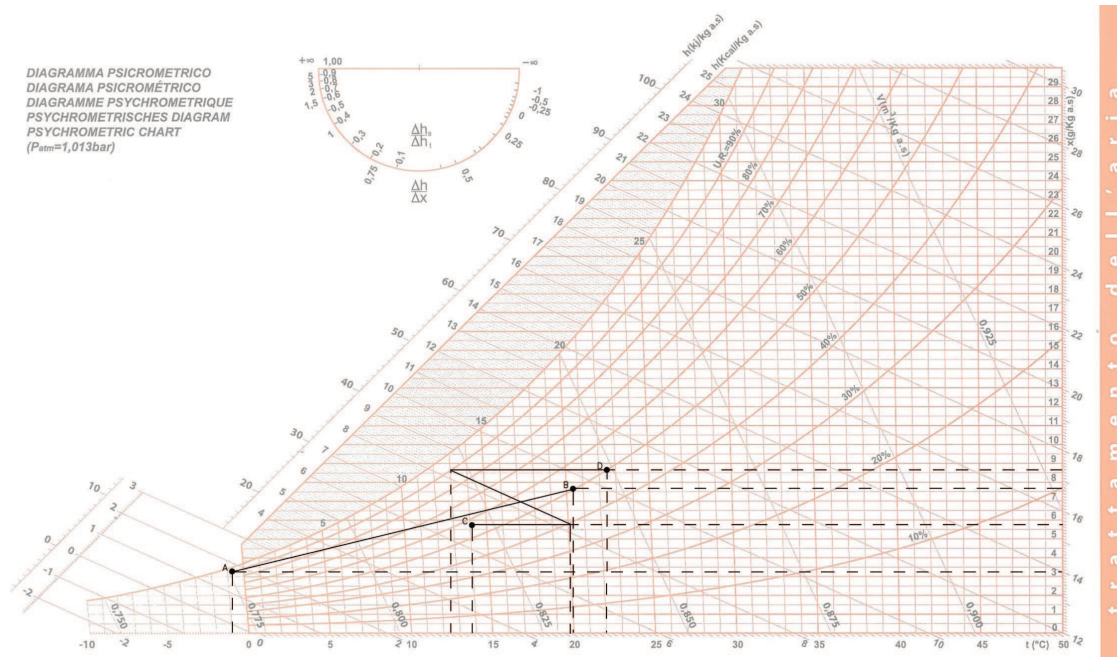


Figura 11.4. Diagramma psicrometrico, situazione invernale

SITUAZIONE ESTIVA

Vengono considerati i dati di $T_{ext}=35^\circ$, $U.R._{ext}=50\%$ (punto A) e $T_{int}=26^\circ$, $U.R.=50\%$ (punto B). In questa situazione l'aria viene utilizzata per smaltire il calore latente. Anche in questo caso viene utilizzato un recuperatore di calore di tipo rotativo, con rendimenti di 70% per il calore sensibile e 60% per quello latente.

Dai dati ottenuti e considerata l'importanza dell'intervento è stato deciso di installare una centrale di trattamento dell'aria con una portata di 40.000 m³/h, dotata di un recuperatore di calore rotativo, con un rendimento del 70% per il calore sensibile e del 60% per quello latente. La macchina verrà posizionata nel vano tecnico in cima all'edificio e avrà dimensioni di 2,3x1,2 metri e altezza pari a 2,4 metri.

11.4.2. Il sistema Flexible Space

Il sistema Flexible Space, utilizzato negli uffici, è un concetto assolutamente innovativo per il condizionamento dell'aria negli ambienti operativi. Se nella costruzione tradizionale si montano le installazioni di aria condizionata nei plafoni ribassati, questo sistema inverte il concetto e si basa sul pavimento tecnico rialzato, che offre maggiori opportunità per l'installazione di condotte idrauliche, distribuzione elettrica, collegamenti telefonici e cablaggio informatico. Si tratta, infatti, di un sistema di climatizzazione under-floor che diffonde l'aria attraverso le unità terminali (Hiross Tu), sfruttando il pavimento sopra-elevato e creando un microclima personalizzato all'interno delle diverse aree dell'edificio. I terminali hanno la caratteristica di poter essere spostati a piacimento e con facilità, un sistema cioè adattabile al layout e all'arredamento degli ambienti di lavoro, flessibile appunto. Il vuoto sotto pavimento viene diviso da una paratia in una zona di mandata e una zona di ripresa che includono tutti gli ambienti da climatizzare.

Potendo essere rapidamente adeguato ad eventuali mutamenti delle aree, il Flexible Space è la soluzione ideale per una situazione come quella del CoWorking, che ha necessità di riconfigurare gli spazi con una certa frequenza in base all'utenza. Il comfort è inoltre assicurato dalla silenziosità dell'impianto, per il fatto che lavora a basse pressioni. La gestione del controllo termico a zone riduce anche i consumi elettrici del 25–30%.

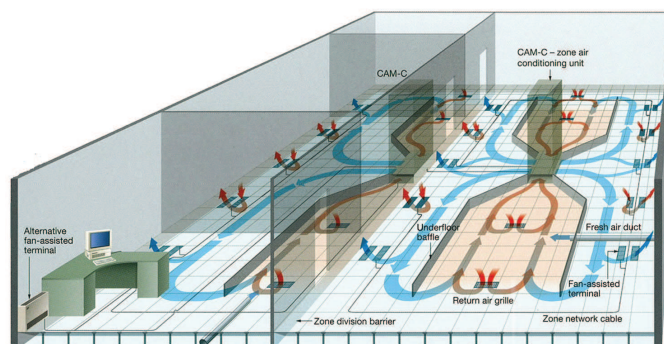


Figura 11.6. Funzionamento Flexible Space



Modulo 60x60cm

— Mandata

— Ripresa

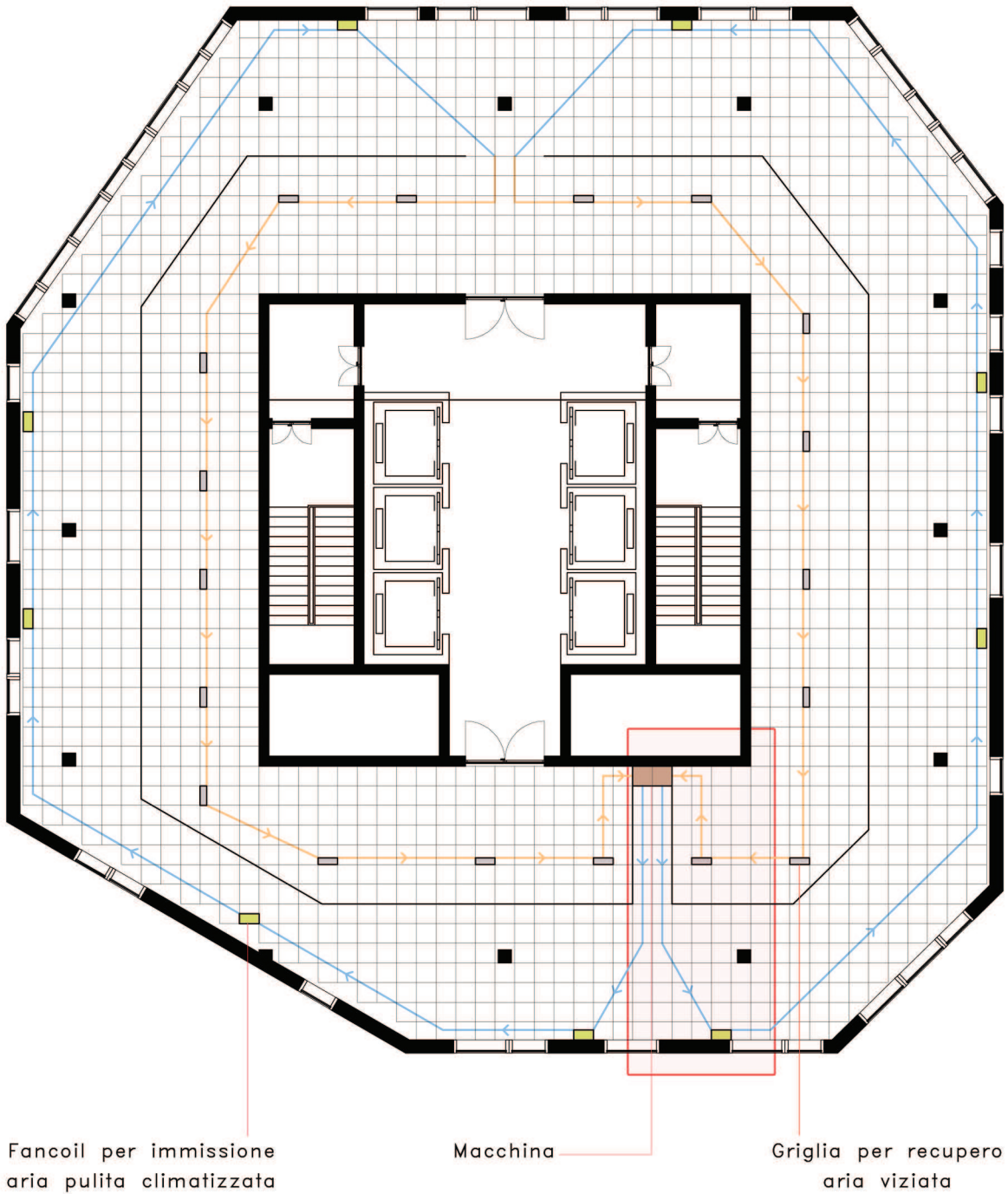
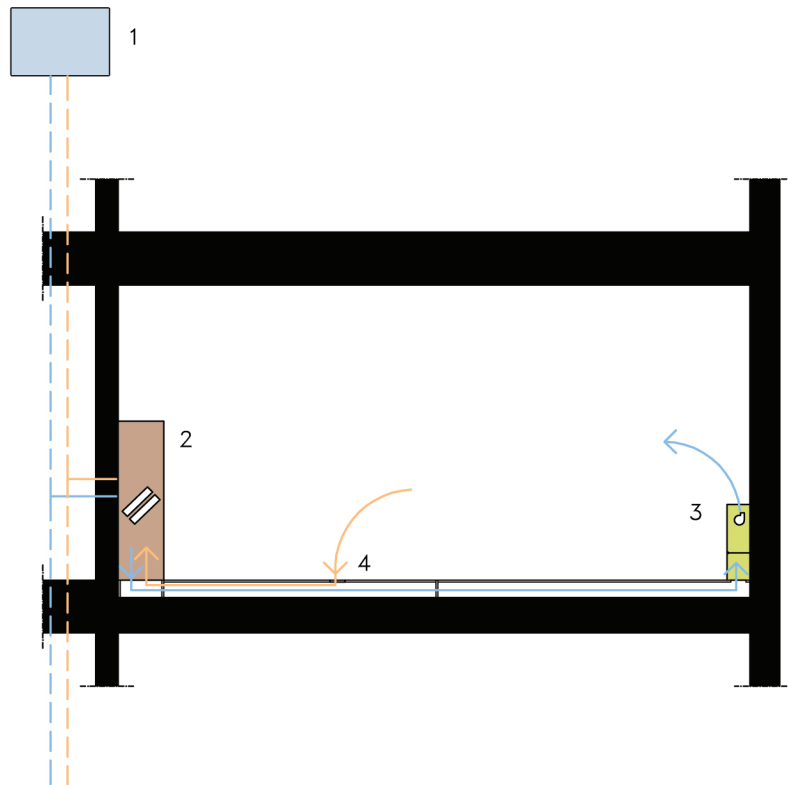


Figura 11.7. Flexible Space, CoB Madrid

SCALA 1:200



1



UTA – macchina con recuperatore rotativo entalpico, dotata di un ventilatore di espulsione e uno di mandata.

2



CAM-C – modulo che fornisce aria condizionata su ogni piano, dotata di batterie caldo-freddo alimentate da un circuito centralizzato.

3



CTU – fancoil per l'immissione di aria condizionata nell'ambiente, dotata di un ventilatore per l'espulsione dell'aria e una serranda motorizzata comandata da un termostato ambiente.

4



GRIGLIA – elemento di ripresa per il recupero dell'aria viziata, fornita di una vaschetta di raccolta.

Figura 11.8. Componenti Flexible Space

11.5. LE ENERGIE RINNOVABILI

Con il termine energie rinnovabili si intendono le forme di energia prodotte da fonti derivanti da particolari risorse naturali, che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate o non sono esauribili, il cui utilizzo non pregiudica le stesse risorse naturali per le generazioni future. Queste fonti sono definite anche energie pulite, ovvero hanno la peculiarità di non immettere in atmosfera sostanze nocive o che possano alterare il clima; esse, dunque, sono alla base dell'economia verde.

La strategia adottata per l'edificio CoB Madrid prevede la progettazione di:

- un impianto fotovoltaico, che genera energia pulita e la immette direttamente in rete, per ammortizzare i consumi elettrici mediante un compendio con l'energia prodotta;
- un impianto di recupero delle acque meteoriche, che permette di raccogliere l'acqua piovana sfruttando le pendenze e immagazzinarla in una cisterna.

11.5.1. L'impianto fotovoltaico

Sulla copertura della torre è stato installato un innovativo impianto fotovoltaico che copre tutta la superficie disponibile, circa 900m² ed è collegato alla rete pubblica.

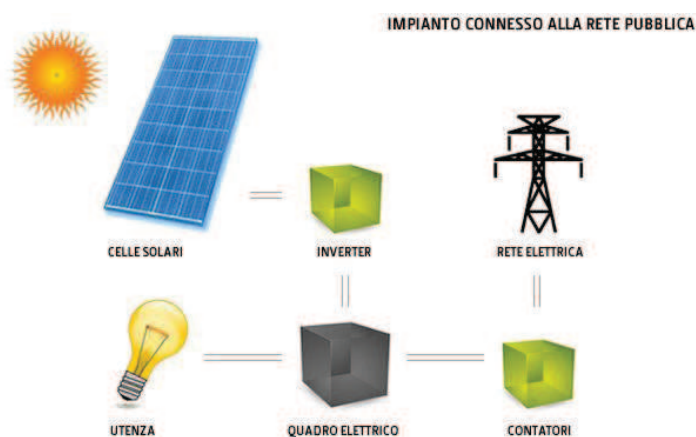


Figura 11.9. Funzionamento impianto fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico SunPower 300 fornisce le migliori caratteristiche di efficienza e prestazione oggi presenti sul mercato. Utilizzando le 96 celle solari con tecnologia back-contact di nuova generazione, il

modulo fotovoltaico SunPower 300 fornisce un'efficienza di conversione totale del modulo del 18,4%, che non ha precedenti sul mercato. Il ridotto coefficiente di tensione-temperatura del modulo e le eccezionali prestazioni in condizioni di bassa luminosità garantiscono una fornitura ottimale di energia per watt di picco di potenza.

Questo sistema fornisce il 50% di energia in più per area unitaria rispetto ai moduli fotovoltaici tradizionali ed il 100% in più rispetto ai moduli a film sottile.

Ogni modulo eroga più energia, e questo consente di installare meno moduli, risparmiando tempo e denaro.

Esso è composto da una struttura anteriore in vetro temprato e da un robusto telaio anodizzato.

L'impianto è stato dimensionato per poter soddisfare le esigenze dell'intera torre.

Si è proceduto al dimensionamento dell'impianto di tipo grid-connected, ovvero in cui l'energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici viene immessa nella rete dopo essere stata trasformata in corrente alternata da un inverter.

L'efficienza complessiva di conversione dell'impianto è pari a:

$$\eta_{PV} = \eta_{BOS} \cdot K_{PV} \cdot \eta_{MOD}$$

Con:

- η_{BOS} efficienza del BOS
- K_{PV} fattore di riduzione, considera il surriscaldamento dei pannelli, le perdite nei circuiti ed eventuale polvere su vetri
- η_{MOD} efficienza nominale del singolo modulo

$$\eta_{PV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,184 = 0,15$$

La potenza nominale del generatore fotovoltaico è data da:

$$P_{PV} = \eta_{MOD} \cdot A_{PV}$$

Con:

- A_{PV} area dei pannelli in m^2

$$P_{PV} = 0,184 \cdot 900 = 165,6 \text{ [kW}\cdot\text{p]}$$

L'energia prodotta dai pannelli è pari a:

$$E_{PV} = \eta_{PV} \cdot A_{PV} \cdot H$$

Con:

- H irradiazione solare incidente

$$E_{PV} = 0,15 \cdot 900 \cdot 1905,3 = 257215,5 \text{ [kW}\cdot\text{h/a]} = 257,22 \text{ [MW}\cdot\text{h/a]}$$

11.5.2. Il recupero delle acque meteoriche

In un contesto di sempre maggiore difficoltà nel reperimento e nella gestione della risorsa idrica, si è adottata una soluzione per il filtraggio, l'accumulo e la distribuzione dell'acqua piovana.

L'acqua meteorica viene raccolta da una rete appositamente dedicata direttamente o tramite pompa immersa nel pozzetto di raccolta, e convogliata verso un filtro, che ha la funzione di separare l'acqua dalla sporcizia più grossolana, come foglie e sabbia. L'acqua è incanalata all'interno del serbatoio tramite una tubazione la cui parte finale è rivolta verso l'alto, allo scopo di non smuovere gli eventuali sedimenti sul fondo del serbatoio. L'aspirazione successiva dell'acqua all'interno della cisterna avviene qualche centimetro sotto il livello dell'acqua tramite un tubo flessibile con galleggiante, posto all'interno del serbatoio in modo da pescare l'acqua più pulita. Una centralina elettronica controlla una pompa di mandata e l'intero sistema.

È stato progettato un serbatoio modulare in polietilene interrato con capienza volumetrica di 30.000 litri, doppio tappo ϕ 0,62 metri, lunghezza 11,10 metri, larghezza 2,00 metri e altezza 2,25 metri. Gli utilizzi dell'acqua raccolta riguardano esclusivamente usi esterni, ovvero, l'annaffiatura delle aree verdi (aiuole e tetto giardino), il lavaggio della pavimentazione e l'alimentazione delle reti antincendio poste nei piani interrati.

Questa decisione è stata presa a seguito del calcolo della taglia del serbatoio in base alle esigenze dell'edificio in questione.

Innanzitutto viene calcolato l'apporto annuale di acqua piovana con la formula che segue:

$$\text{valore precipitazioni} \cdot \text{sup. tetto} \cdot \text{coeff. correzione} = \text{apporto pioggia}$$

$$386[\text{mm}] \cdot 1503[\text{m}^2] \cdot 0,8 = 464.126,4 \text{ [l/anno]}$$

Successivamente viene determinato il fabbisogno annuale di acqua piovana per usi esterni, che risulta essere 270.600 [l/anno].

Infine, viene calcolata la capacità del volume di raccolta. Il serbatoio ideale, di conseguenza, deve avere una capacità di volume che si avvicina il più possibile al valore trovato:

$$\left[\frac{\text{apporto annuale acqua} + \text{fabbisogno annuale acqua}}{2} \right] \cdot \left(\frac{\text{riserva di sicurezza}}{365} \right) = \text{capacità}$$

$$\left[\frac{(464126,4 + 270600)}{2} \right] \cdot \left(\frac{28}{365} \right) = 28.181 \text{ [litri]}$$

Serbatoio modulare in polietilene interrato con doppio tappo $\varnothing 0,62$ metri per la raccolta delle acque meteoriche. La pendenza della copertura favorisce il convoglio dell'acqua piovana all'interno della cisterna.

Usi esterni:

- annaffiatura delle aree verdi
- ricircolo dell'acqua all'interno della pozza
- lavaggio della pavimentazione
- alimentazione delle reti antincendio

Capacità di volume: 30.000 litri



H	Lunghezza	Larghezza	Tappo
2,25m	11,10m	2,00m	2

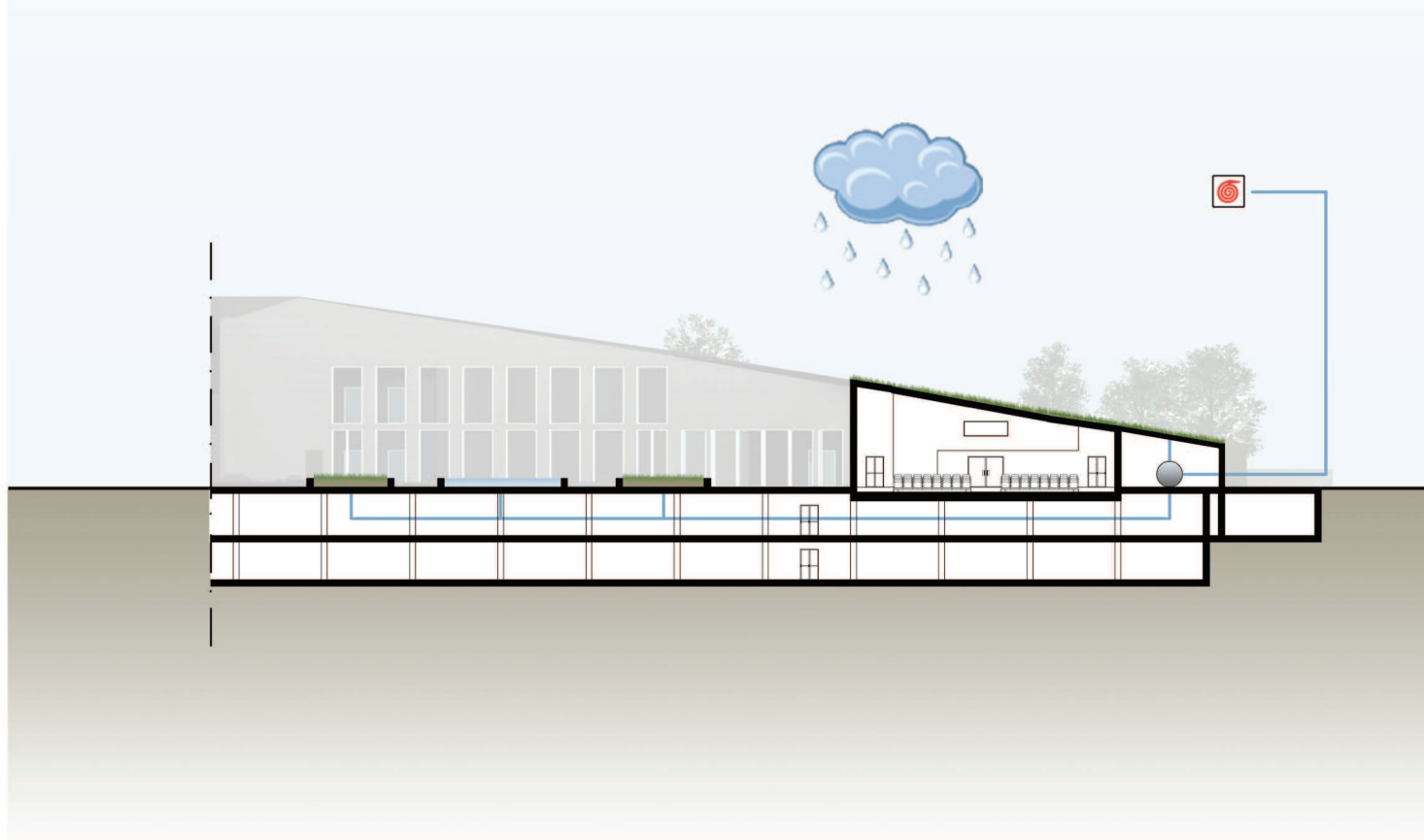


Figura 11.10. Schema impiantistico, recupero acque meteoriche

SCALA 1:500

Sistema meccanizzato per il controllo dell'aria e dell'umidità. Unità di recupero di calore a tutt'aria con scambiatore entalpico posto in sommità. Griglie per areazione a pavimento per gli uffici grazie al sistema Flexible Space e a parete per gli appartamenti. Portata d'aria: 40000 mc/h
Rendimento della macchina:
70% calore sensibile
60% calore latente

Modulo fotovoltaico SunPower 300 costituito da 96 celle solari in silicio monocristallino con tecnologia back-contact di nuova generazione. Telaio in lega di alluminio anodizzato. Area d'installazione: 900mq
Watt/Modulo: 300
Efficienza: 18,4%
kW: 184
Energia prodotta: 257,22 MWh/a

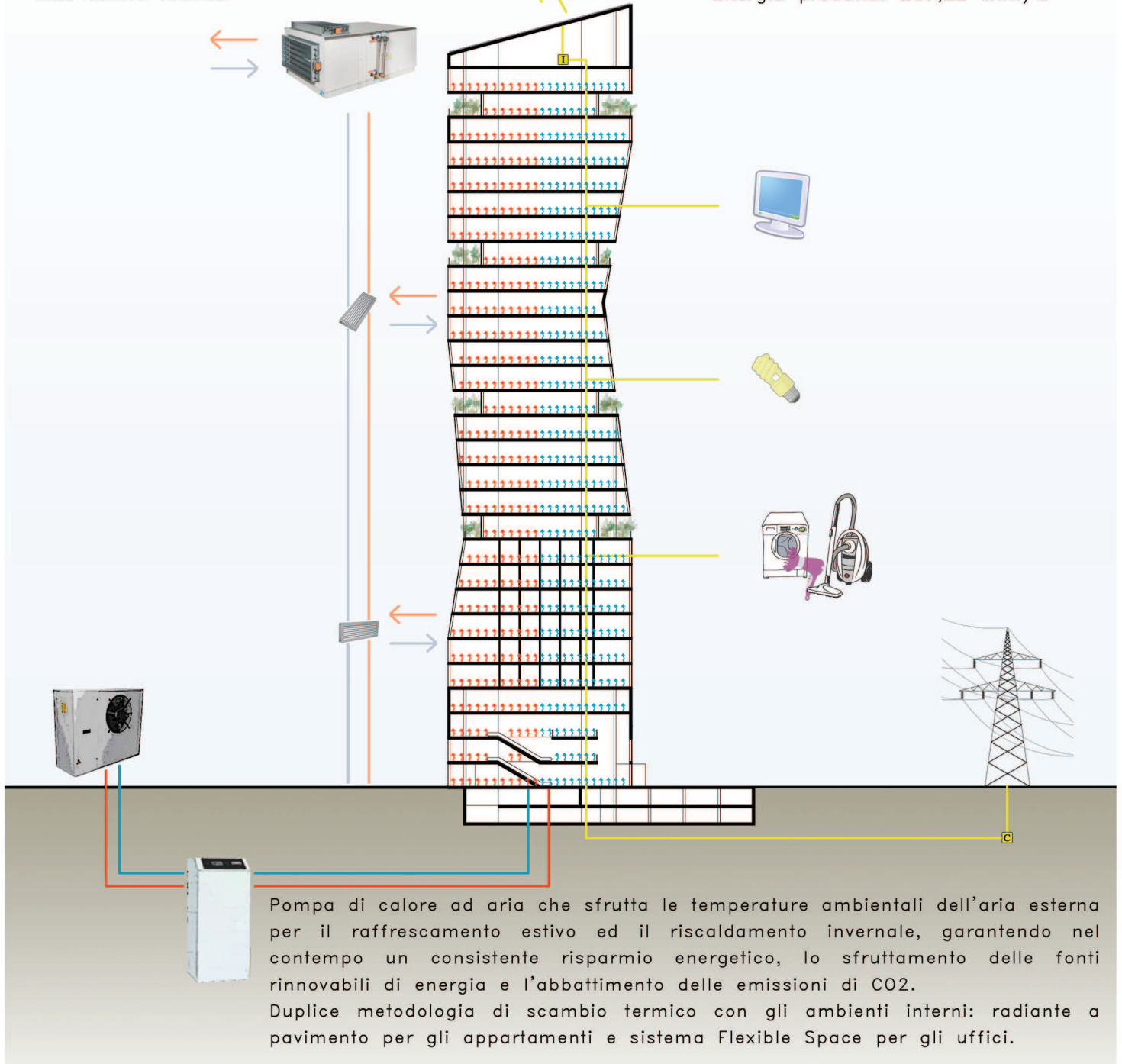


Figura 11.11. Schema impiantistico, torre

SCALA 1:500



Capitolo 12

LA COSTRUIBILITA' DELL'EDIFICIO CoB MADRID



12.1. GLI OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE

La gestione complessiva delle fasi di progettazione, esecuzione e rilascio di una struttura è fondamentale per la buona riuscita dell'edificio. Dal momento che ognuna di queste fasi può influenzare in maniera rilevante lo svolgersi delle altre, è importante eseguire una corretta pianificazione dell'intero processo, con lo scopo di avere un'anticipazione dei vincoli per soddisfare al meglio gli obiettivi "costi/tempi/qualità".

Per l'edificio CoB Madrid, inizialmente, è stato effettuato uno studio dell'area di progetto e dei suoi vincoli, in particolare la viabilità del quartiere e l'accessibilità dei mezzi al sito di costruzione.

Dopo aver inquadrato le problematiche e le condizioni al contorno dell'area, si illustra la conformazione del layout di cantiere per la fase di scavo.

Sono state studiate le fasi costruttive dell'edificio CoB Madrid, in particolare quelle della torre, elemento caratteristico e dominante dell'area, ma anche il più complesso da punto di vista della realizzabilità.

12.2. L'ANALISI DEL CONTESTO URBANO

Lo studio dell'intorno, nel caso in questione, risulta essere una fase cruciale per una buona organizzazione dei lavori ergotecnici.

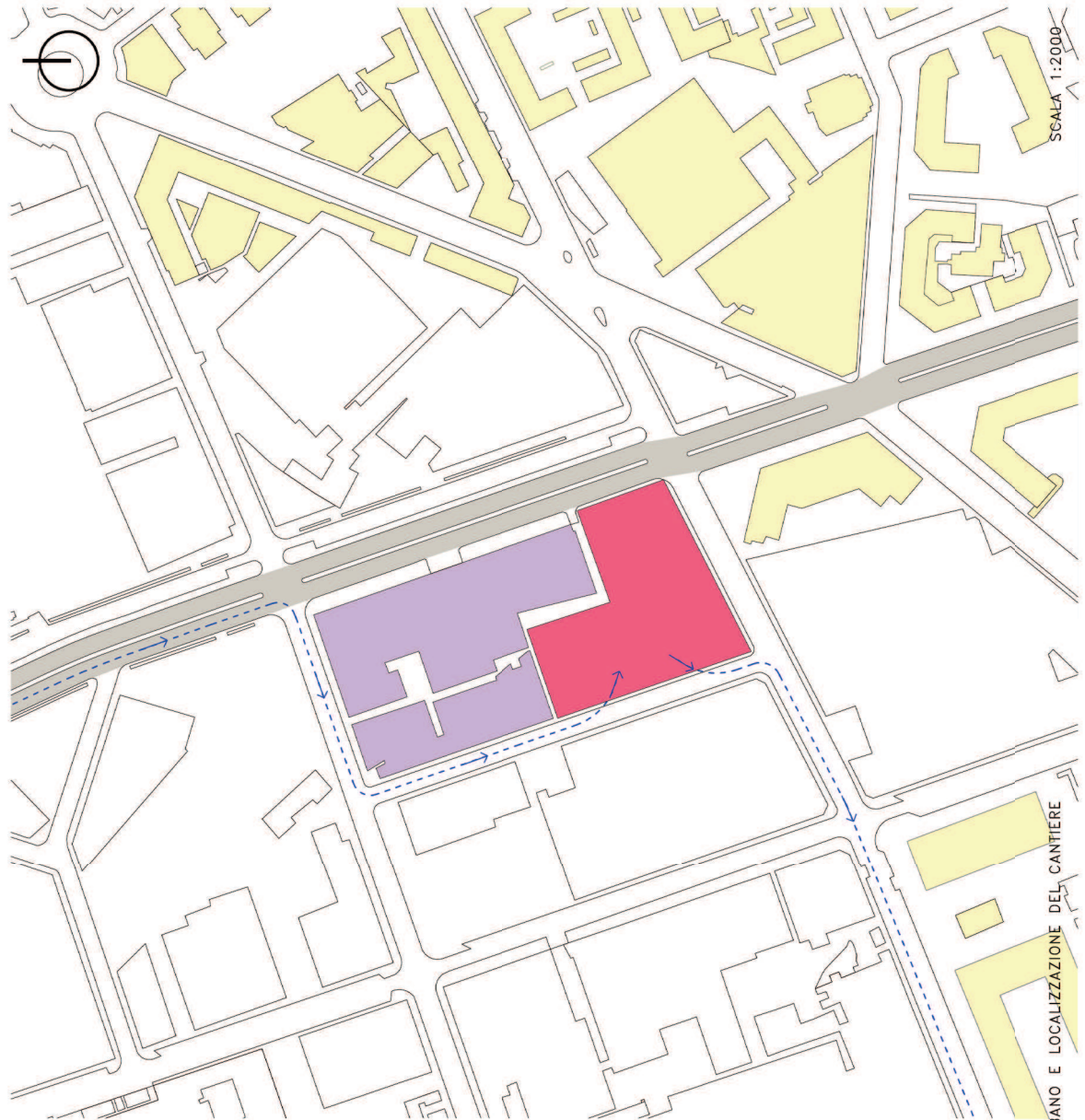
Il lotto di progetto, infatti, ha degli spazi di cantiere limitati, dal momento in cui è delimitato su tre lati da strade e su un lato da edifici.

Dall'analisi del contesto sono emerse tre problematiche di diverso genere, per le quali sono state pensate delle possibili soluzioni.

La prima questione riguarda la viabilità: l'area di intervento, come già detto, confina con strade, e una di queste, Calle de San Romualdo, è di una certa importanza e abbastanza trafficata. Per evitare che la viabilità di cantiere intralci il traffico, è stato pensato un percorso alternativo per raggiungere il lotto, ovvero, attraversando una strada secondaria a senso unico, Calle San Sotero.

La presenza di edifici adiacenti al sito di intervento è sicuramente un altro punto da considerare, soprattutto nella fase degli scavi. Dal momento in cui queste costruzioni sono dei capannoni parzialmente dismessi e poco frequentati, è sufficiente prevedere delle paratie.

La terza problematica, infine, sta nella presenza di hotel e di edifici residenziali vicini all'area di cantiere, situazione che può causare inquinamento acustico. La soluzione potrebbe essere quella di effettuare gli approvvigionamenti durante la notte e i lavori nelle ore diurne.



PROBLEMA: Strada principale e trafficata confinante con il lotto di progetto
SOLUZIONE: Accessi al cantiere mediante una strada secondaria per non ostruire la viabilità



PROBLEMA: Edifici adiacenti al lotto di progetto, da considerare durante gli scavi
SOLUZIONE: Gli edifici in questione sono parzialmente dismessi o poco frequentati



PROBLEMA: Presenza di hotel ed edifici residenziali; considerare l'inquinamento acustico
SOLUZIONE: Il cantiere sarà operativo solo durante le ore diurne e saranno previste limitazioni di orario per le lavorazioni più rumorose

Tavola 30 – ANALISI CONTESTO URBANO E LOCALIZZAZIONE DEL CANTIERE

Tavola 30. Analisi contesto urbano e localizzazione del cantiere (per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

12.3. IL LAYOUT DI CANTIERE

L'area dell'intervento è coincidente con l'area utilizzabile per il cantiere. Per questioni di spazio, si è deciso di dividere il sito in due parti e agire prima su una e poi sull'altra.

L'intero lotto necessita di una delimitazione di cantiere con una cesata chiusa, opportunamente controventata. Si decide pertanto di realizzare la stessa con pannelli metallici, di altezza minima di 2,50 metri, sorretti da tubolari metallici muniti di apposite basi in calcestruzzo. Sulla recinzione presente a bordo strada, ovvero su tre lati, verranno applicate luci rosse per segnalare la presenza del cantiere.

L'accesso e l'uscita carrabile principale sono situati lungo il lato ovest, da Calle San Sotero, e garantiscono una buona visibilità dei mezzi in entrata da parte degli uffici di cantiere. La larghezza del cancello d'accesso a due battenti è di 4,50 metri, per garantire un facile transito dei mezzi.

Per rispondere alle esigenze degli addetti che operano in cantiere, vengono previsti servizi logistici adeguati, che inizialmente sono posizionati in un angolo del lotto e successivamente al centro. La baracca è provvista di due uffici di cantiere, uno spogliatoio e due servizi igienici.

La mensa non viene assunta presente, in quanto si decide di stabilire accordi specifici con gli esercizi pubblici limitrofi.

Lo spogliatoio è munito di sedie e di armadietti, per il ricovero e il ricambio dell'abbigliamento per gli operai, mentre l'ufficio viene arredato con tavoli e scaffalature, atte alla custodia dei documenti di cantiere. La stessa baracca serve anche per il controllo delle bolle di consegna, delle fatture e dei materiali in entrata e in uscita.

Tutti i locali sono dotati di necessari dispositivi di sicurezza e di benessere.

La cassetta di primo soccorso è situata nella baracca dello spogliatoio.

12.4. GLI SCAVI

La fase di cantiere presa in esame è quella della realizzazione degli scavi di sbancamento di una porzione del lotto di progetto.

Si assume terminata la fase di allestimento del cantiere e di tutte le opere legate alla predisposizione dell'intera area ad accogliere le fasi di vita successive.

L'opera di scolturamento prevede la rimozione di uno strato di terra, pari a uno spessore di 30cm; questa operazione viene svolta con una pala gommata dotata di una benna standard.

Per il trasporto della terra in discarica ci si avvale di autocarri dotati di cassoni ribaltabili.

Per quanto riguarda lo sbancamento, per la realizzazione delle fondazioni dell'intervento, è stato pensato di suddividere il lavoro in tre fasi, per garantire la sicurezza.

Il primo stadio è quello di scavo generale, fino a quota di esercizio di $-1,50$ metri, con l'ausilio di escavatori gommati e autocarri, che stoccheranno parte della terra in cantiere, per i successivi lavori di reinterro perimetrale delle fondazioni. Il secondo passaggio prevede il posizionamento di paratie di contenimento del terreno, in prossimità degli edifici adiacenti e delle strade, in modo da procedere con gli scavi in sicurezza. La terza ed ultima fase consiste nello sbancamento finale, fino a quota di esercizio di $-7,00$ metri. Terminata questa operazione è possibile proseguire con i successivi lavori di realizzazione delle strutture di fondazione ed elevazione.

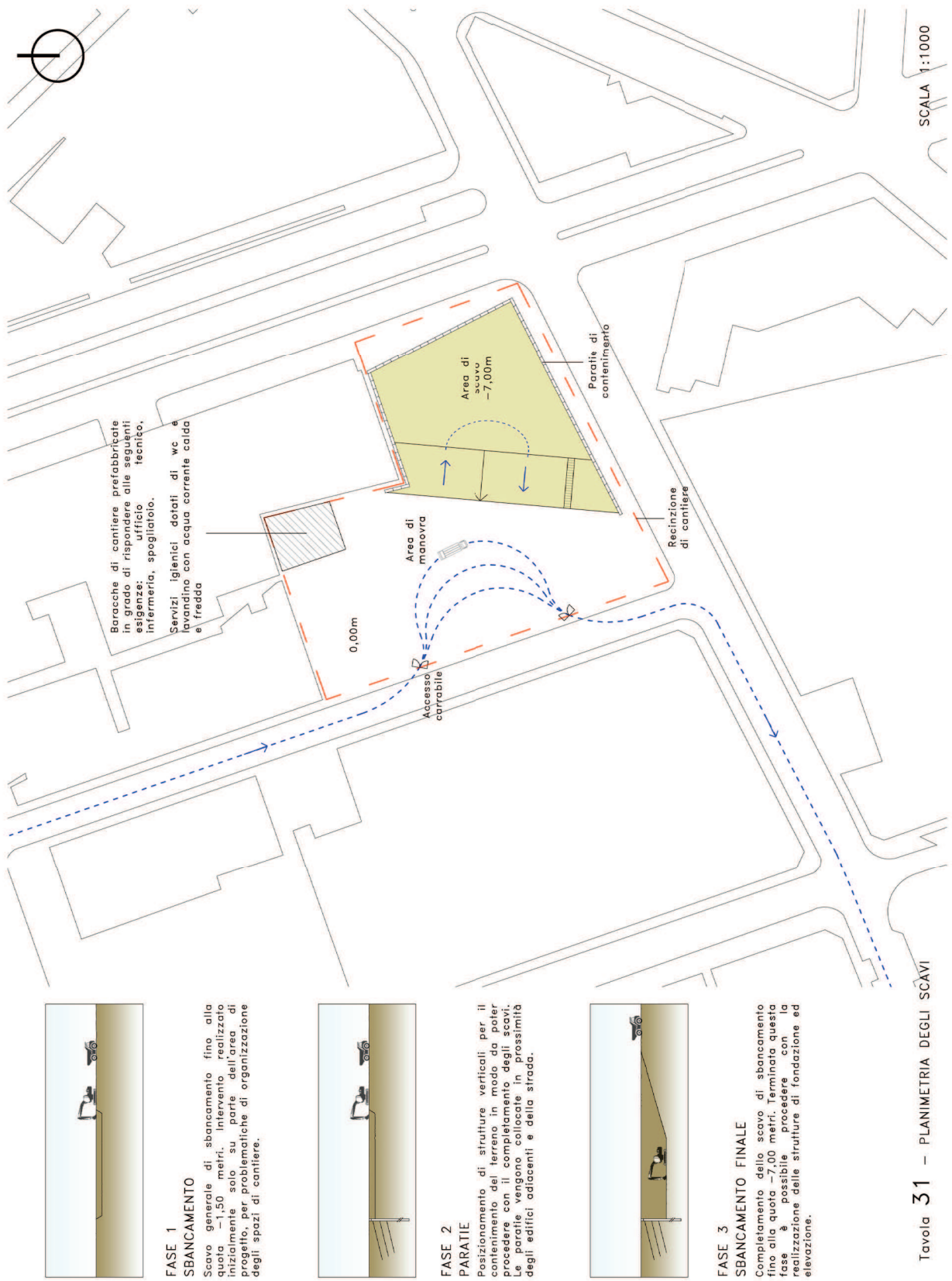


Tavola 31. Planimetria degli scavi
(per una maggiore definizione si rimanda alla tavola allegata)

2.5. LE FASI COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO CoB MADRID

Come per la realizzazione degli scavi, anche per la costruzione del complesso CoB Madrid si procede in due step: l'esecuzione della torre e, successivamente, quella del blocco dei servizi. Questa scelta è stata presa a causa del limitato spazio di cantiere e per il fatto che la richiesta principale del concorso riguarda la progettazione di una struttura che contenga uffici.

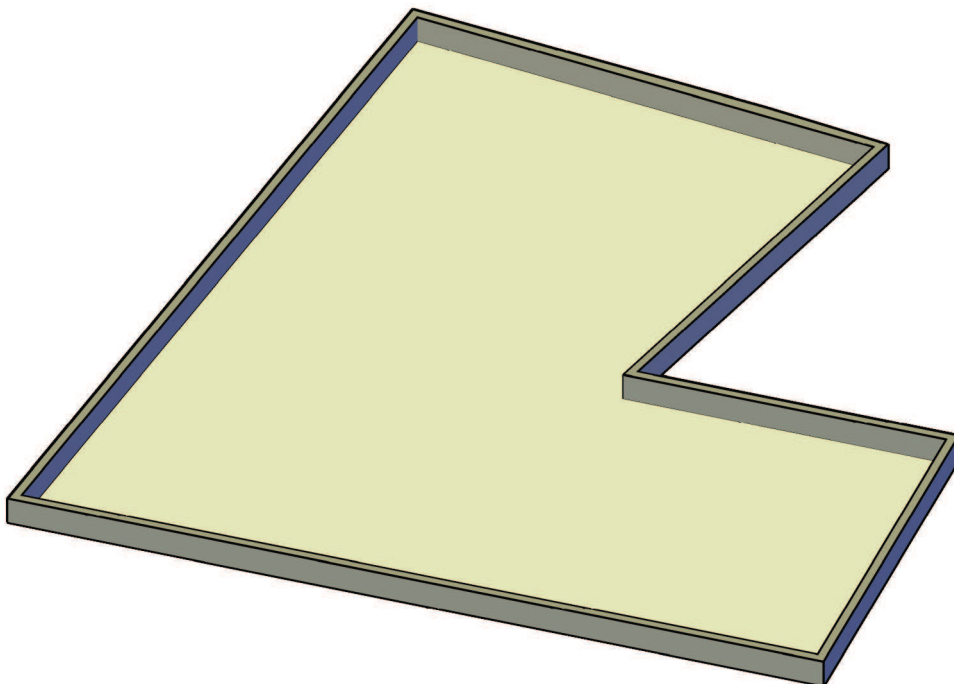
Innanzitutto vengono realizzati i muri di contenimento in cemento armato dei due piani interrati e dei tre nuclei contenenti il vano scala e ascensore, due per la parte bassa e uno, quello piú ampio, per il grattacielo; dopo di che il processo di costruzione dell'edificio che ospita i servizi viene sospeso, mentre quello della torre prosegue.

Le fasi successive sono caratterizzate dalla simultanea realizzazione del core di controvento, dei pilastri in cemento armato, dei solai a piastra alleggeriti, della facciata e delle chiusure opache.

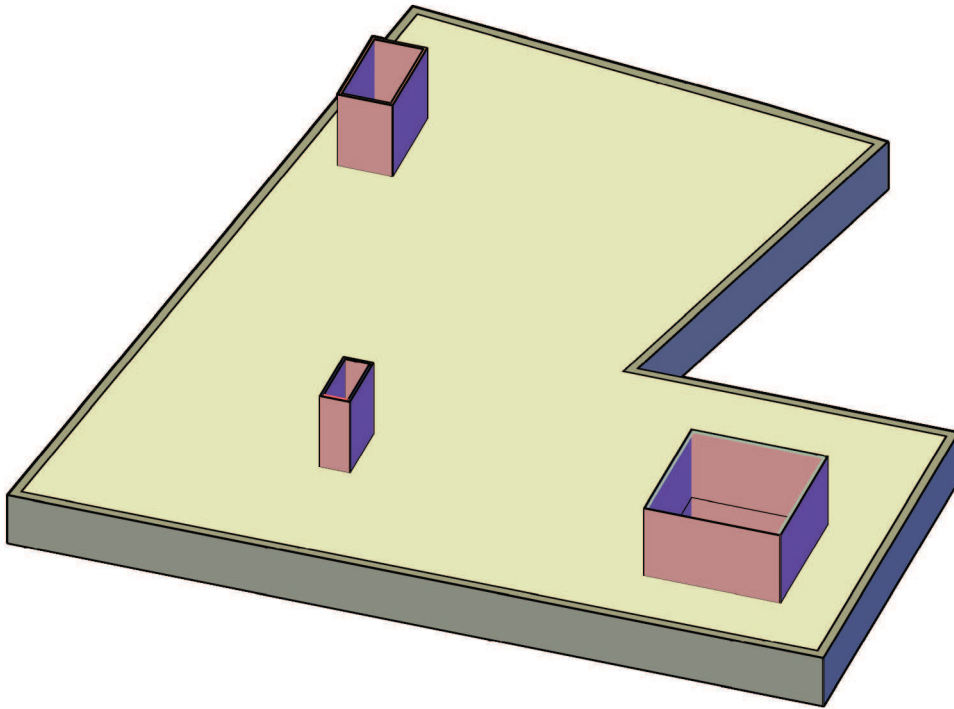
Una volta che la torre viene completata, riprendono i lavori di costruzione del blocco dei servizi.

Nello schema seguente vengono rappresentate e spiegate sinteticamente le dieci fasi piú significative del processo di costruzione dell'edificio CoB Madrid.

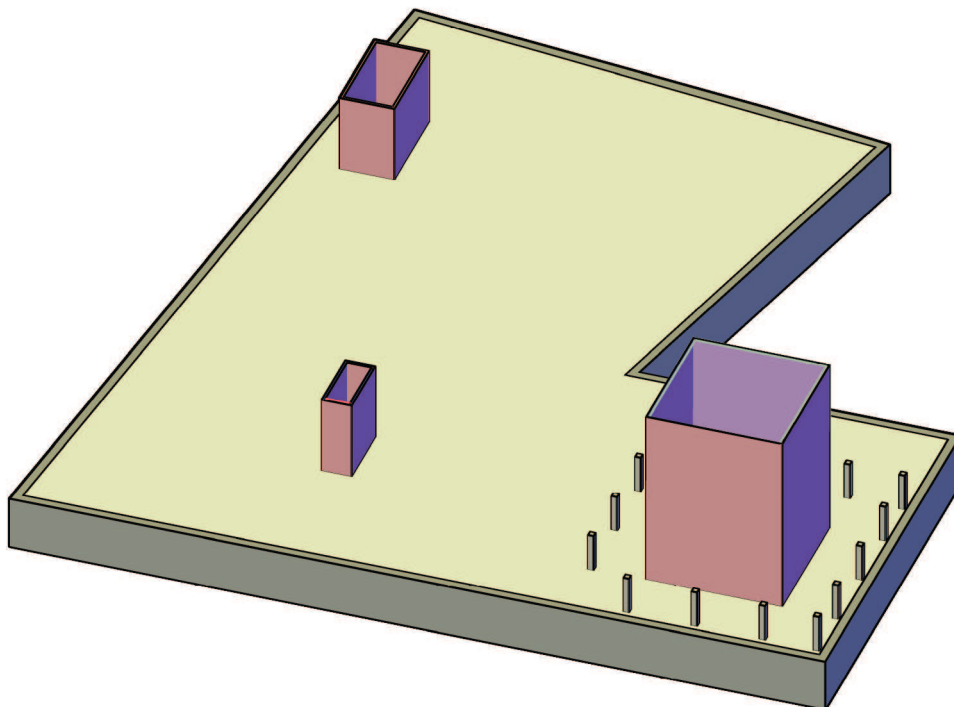
FASE 1. Getto delle fondazioni e dei muri di contenimento in calcestruzzo armato.



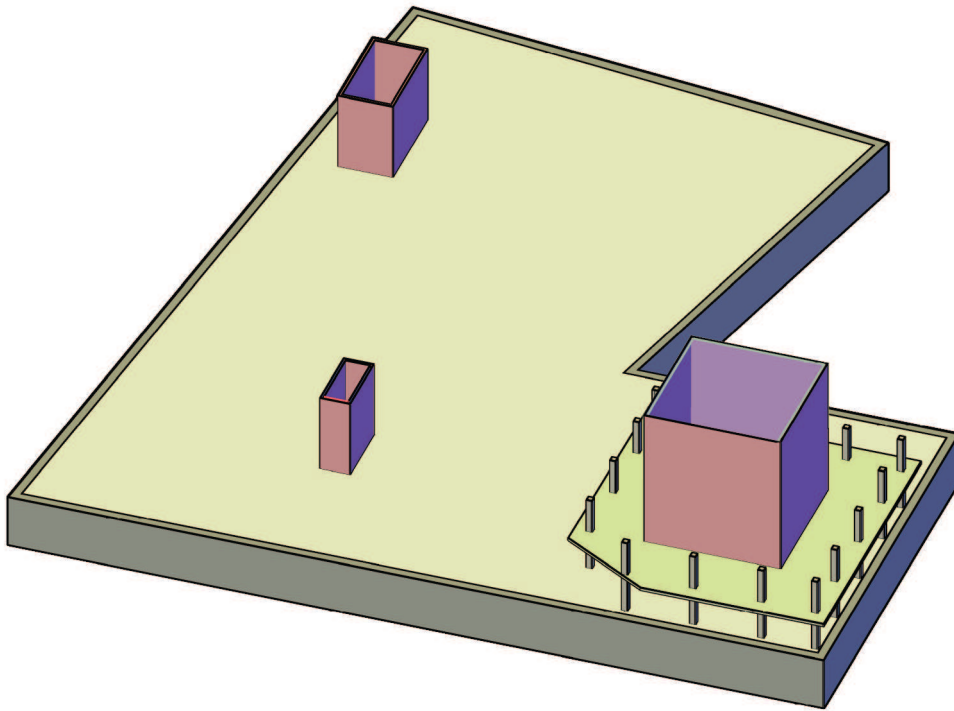
FASE 2. Getto del piano interrato, del piano terra e del nucleo di controvento in cemento armato fino a due piani fuori terra.



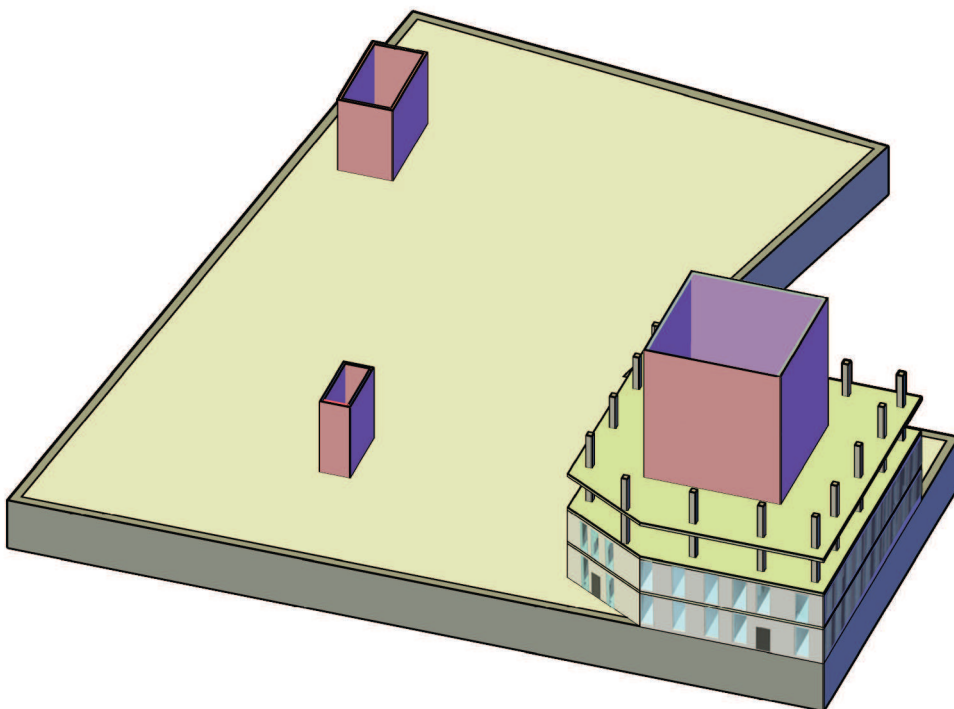
FASE 3. Per necessità di cantiere si sospendono i lavori del blocco servizi e si procede con la costruzione della torre. Realizzazione dei pilastri in cemento armato del piano terra e continuazione del nucleo in cemento armato.



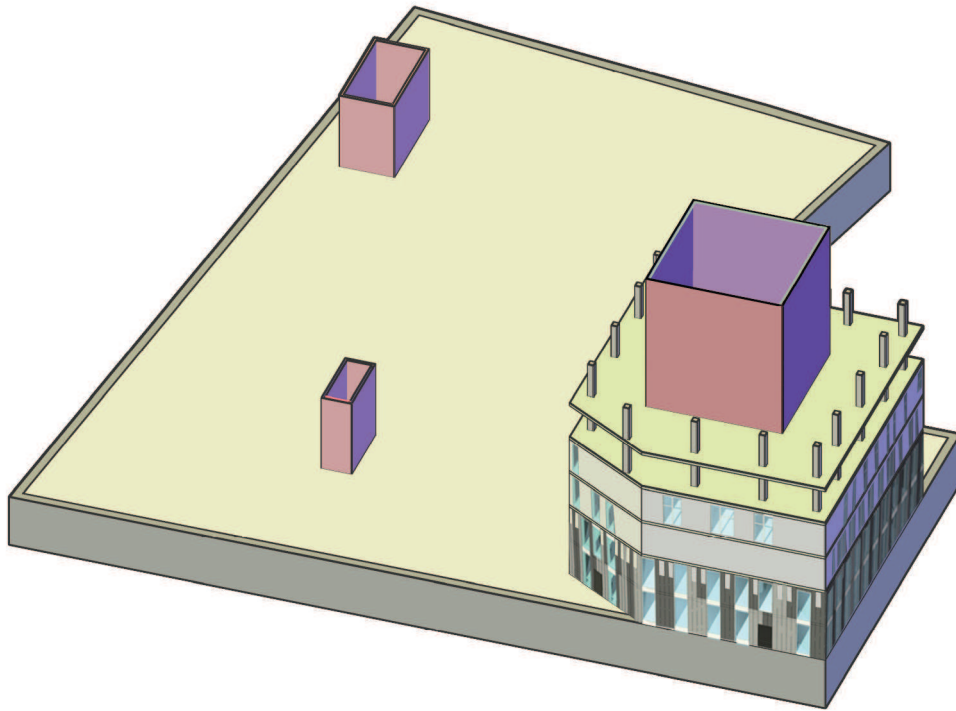
FASE 4. Posa del solaio a piastra alleggerito del primo piano, realizzazione dei pilastri del piano primo e proseguimento del nucleo centrale.



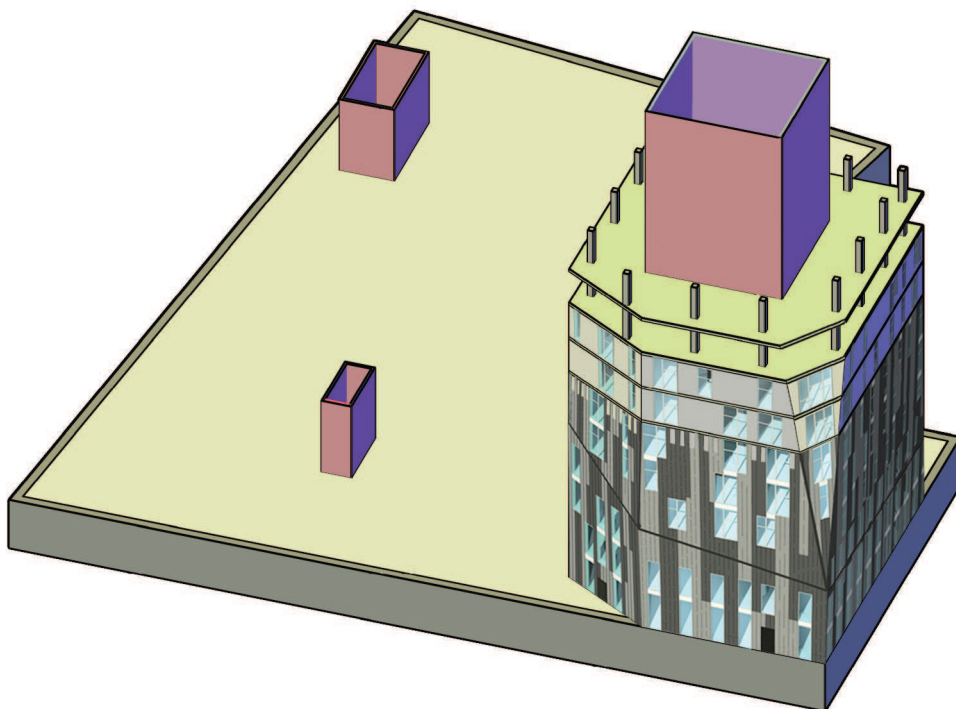
FASE 5. Realizzazione delle chiusure opache e vetrate, posa di solaio e pilastri fino al terzo piano, continuazione del core centrale fino al quinto piano.



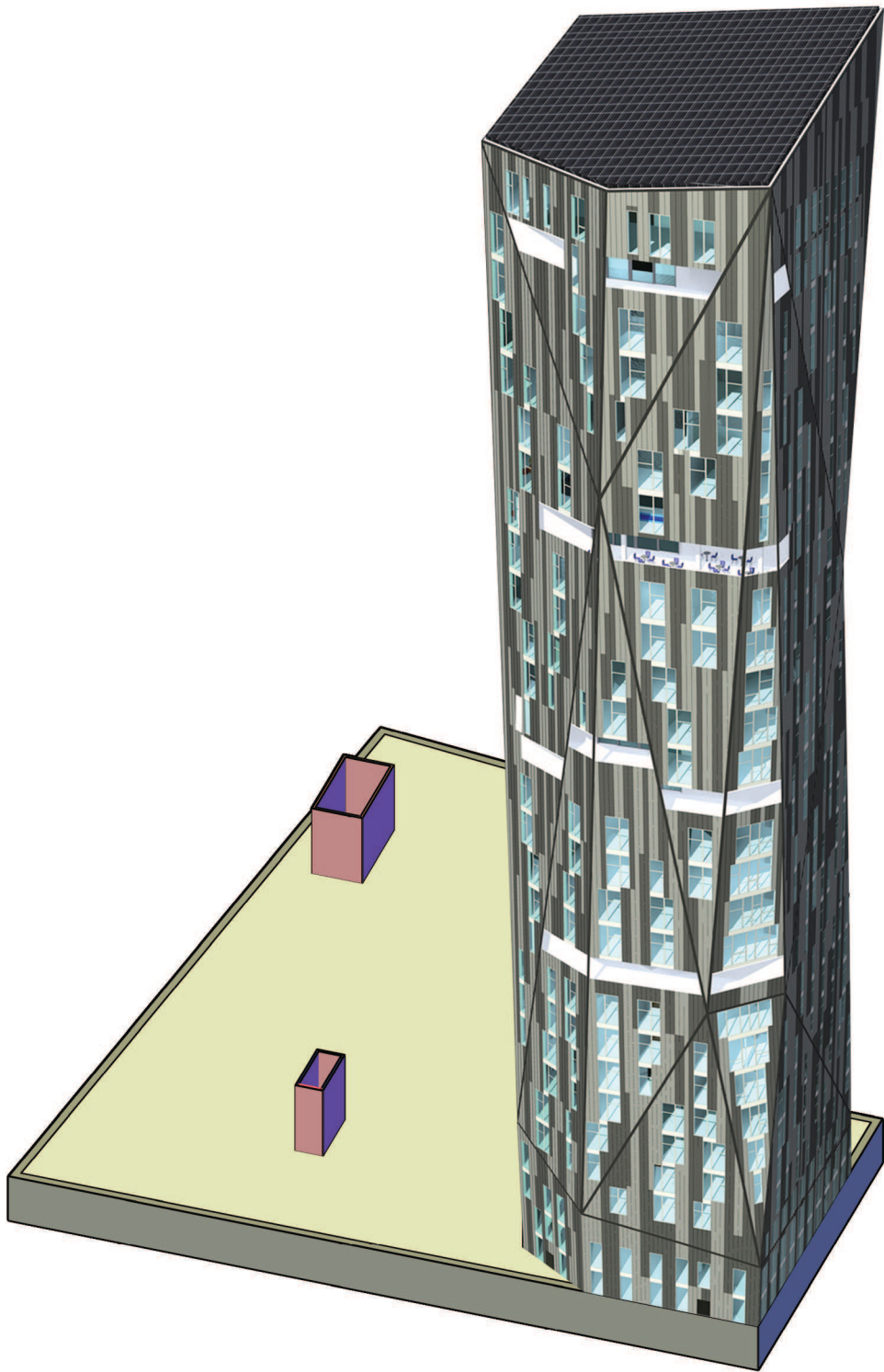
FASE 6. Inizio del montaggio delle lastre di rivestimento in zinco-titanio, realizzazione delle chiusure opache e vetrate, posa di solai e pilastri, continuazione del nucleo di controvento.



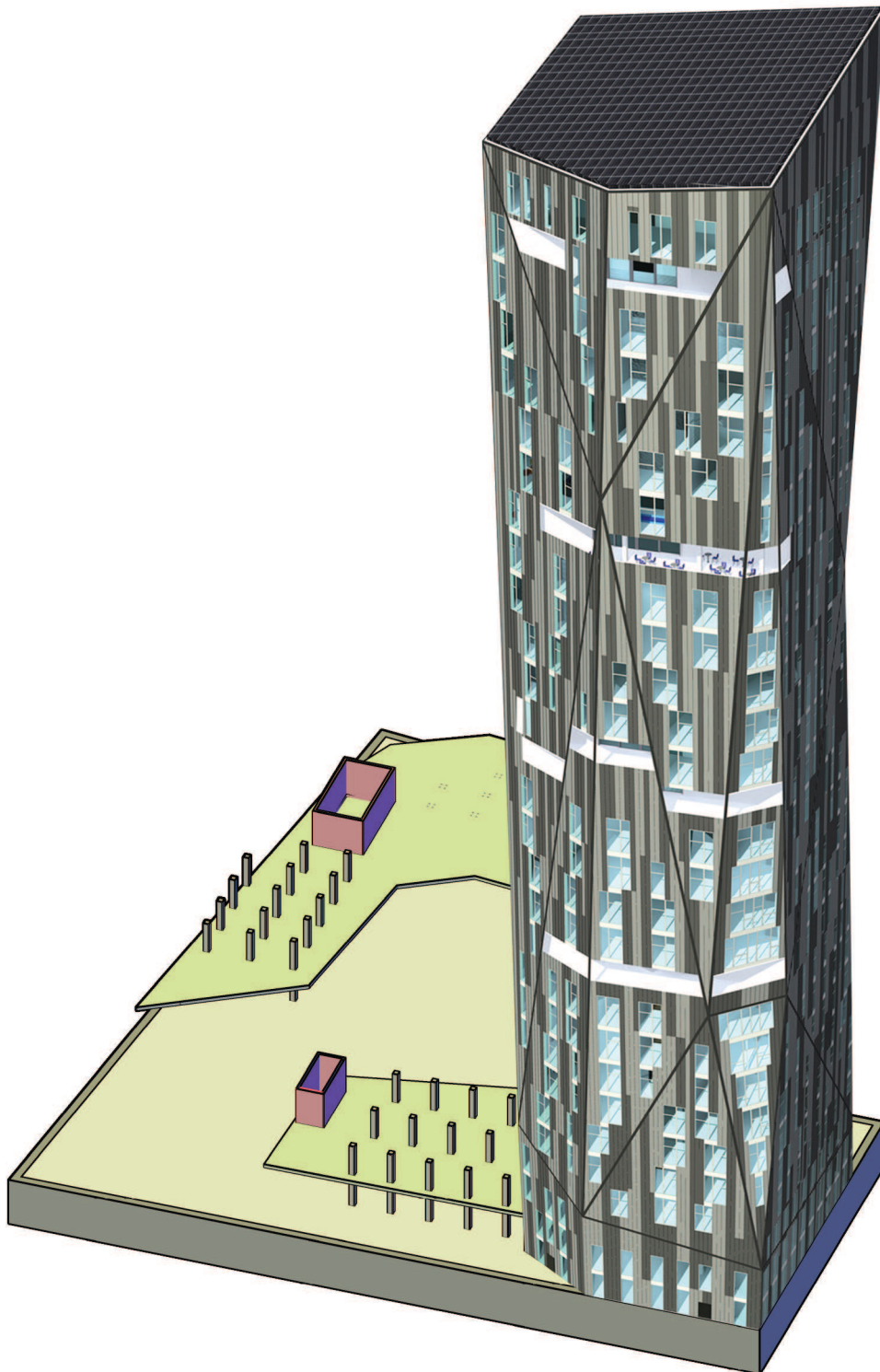
FASE 7. Proseguimento della costruzione della torre.



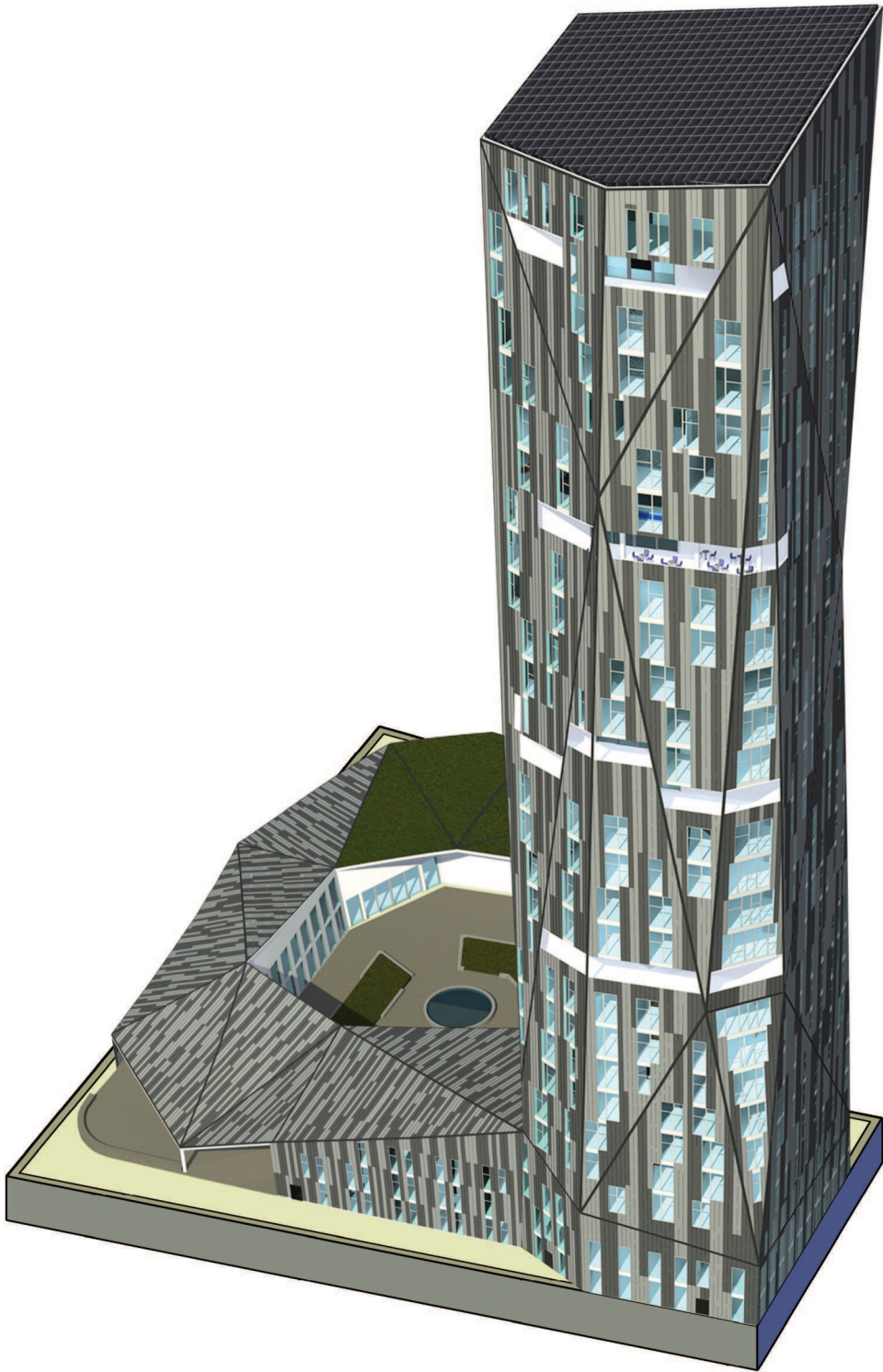
FASE 8. Completamento della torre.



FASE 9. Inizio della costruzione del blocco servizi.



FASE 10. Costruzione dell'edificio completata.



A seguito dello studio delle fasi principali del processo costruttivo dell'edificio CoB Madrid, sono state analizzate le fasi ergotecniche piú significative per la realizzazione dell'elemento piú problematico, il grattacielo.

La realizzazione della torre puó essere scomposto in tre fasi, che vengono svolte simultaneamente: la realizzazione del vano scala/ascensore, l'esecuzione dei solai e il montaggio della facciata.

Il core centrale, l'elemento di controvento dell'edificio, viene realizzato per mezzo di un sistema di ripresa autosollevante. I criteri fondamentali per la scelta di questo sistema sono: le caratteristiche architettoniche dell'edificio, quali altezza totale e altezza dei conci da gettare, la disponibilità di gru ed il loro eventuale posizionamento, il tempo complessivo disponibile per la realizzazione delle strutture ed eventuali altri fattori, quali condizioni climatiche stagionali ed intemperie, le esigenze specifiche relative alla precisione dimensionale ed alla qualità delle superfici in calcestruzzo, le particolarità della costruzione, inerenti all'armatura e ad elementi da gettare in opera, le caratteristiche del luogo dove è ubicato il cantiere e l'organizzazione degli spazi interni al cantiere stesso, i carichi dovuti al vento e, infine, le condizioni relative al fissaggio degli ancoraggi.

Il sistema di ripresa autosollevante rende la realizzazione degli edifici a sviluppo verticale estremamente economica. La sistematicità della sequenza di lavoro, per passare da un ciclo di getto al successivo, accelera considerevolmente i tempi di esecuzione, aumentando la produttività in modo esponenziale.

I vantaggi derivanti da questa tecnica costruttiva sono svariati. L'indipendenza dalla gru è il primo punto a favore, infatti, le operazioni di armo, disarmo e sollevamento idraulico richiedono tempi brevissimi. Le piattaforme offrono ampi spazi di lavoro e, se necessario, possono essere protette da vento e dalle intemperie. L'elevata silenziosità del sistema idraulico di sollevamento consente di operare al di fuori degli orari di lavoro canonici. Un ultimo vantaggio riguarda la resistenza a carichi elevati: le piattaforme di servizio, infatti, possono sostenere carichi notevoli dovuti a materiali stoccati e pompe di distribuzione del calcestruzzo.

Una volta raggiunto il livello +2, simultaneamente alla costruzione del vano scala/ascensore, è possibile procedere con la realizzazione dei solai alleggeriti.

Le gabbie di alleggerimento Cobiax CBCM vengono trasportate in cantiere in fasci, i quali ne contengono un numero proporzionale al diametro. La posa in opera del solaio è caratterizzata dal posizionamento delle gabbie all'interno di due staffoni di acciaio per cemento armato con ganci ad uncino, per un facile sollevamento tramite la gru di cantiere

con normali catene. In seguito vengono distribuiti sulle casseforme dei distanziatori copri-ferro, in funzione delle specifiche norme antincendio e successivamente viene posata l'armatura strutturale inferiore. Si procede poi con il posizionamento delle gabbie di armatura CBCM, che possono essere fissate all'armatura inferiore con una legatura minima; le gabbie fungono sia da materiale di alleggerimento, che da distanziatore per le armature superiori. Al termine della posa delle gabbie CBC, viene posata l'armatura superiore. L'ultima fase è quella del getto di calcestruzzo, per il completamento del solaio; durante il getto si genera una sottospinta sui corpi cavi, con la tendenza al sollevamento degli alleggerimenti. Per questo motivo è necessario dividere il getto in due step: la prima striscia di getto viene effettuata fino ad un'altezza tale da ricoprire l'armatura di intradosso, di circa 3cm, la seconda fase di completamento del getto viene realizzata dopo circa tre-quattro ore, quando gli alleggerimenti riescono a rimanere ancorati.

La fase finale della realizzazione della torre riguarda il montaggio delle chiusure verticali. Anche questa esecuzione viene compiuta in contemporanea a quella del core centrale e dei solai alleggeriti. Il sistema costruttivo adottato è "a secco" e prevede l'installazione della facciata ventilata, che garantisce protezione dall'umidità e dagli agenti atmosferici e risolve le problematiche di isolamento termico ed acustico. Il rivestimento viene eseguito con nastri aggraffati tra loro. Il laminato in zinco-titanio assicura un'elevata durabilità ed economicità, l'assenza di manutenzione e il rispetto ambientale.

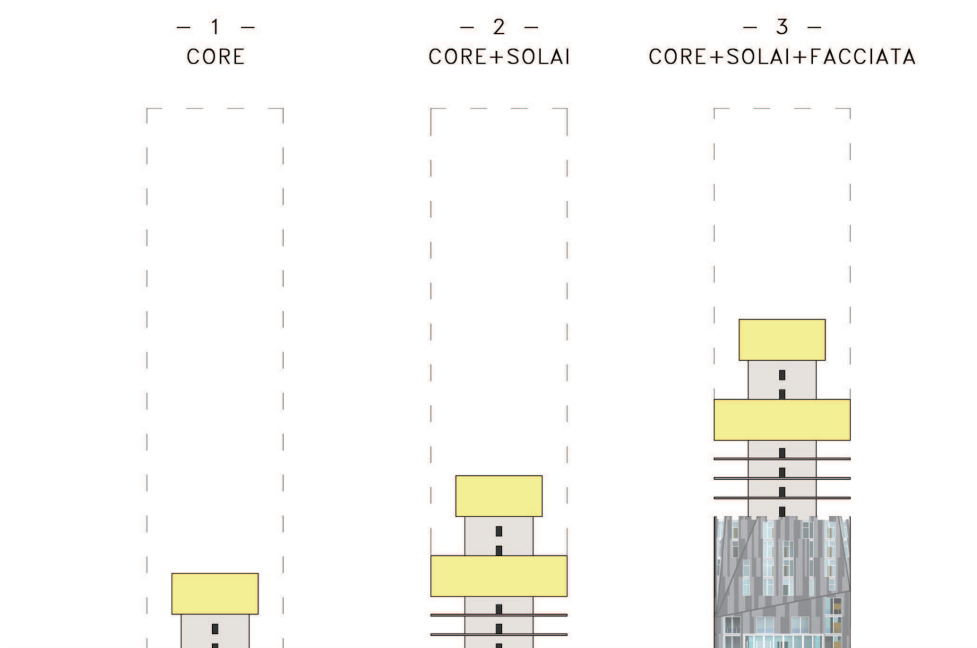


Figura 12.1. Schema costruttivo torre



Figura 12.2. Fotoinserimento



Capitolo 13

LA VERIFICA DEL PROGETTO – LEED



13.1. CONSIDERAZIONI INIZIALI

L'impatto ambientale della progettazione, costruzione ed esercizio degli edifici è enorme: in Europa gli edifici sono responsabili, direttamente o indirettamente, di circa il 40% del consumo di energia primaria complessiva. Inoltre, gli edifici impoveriscono la varietà biologica dell'ecosistema globale attraverso la trasformazione di microecosistemi locali in spazi antropizzati impermeabili e privi di biodiversità. L'enorme influenza negativa delle costruzioni richiede specificazioni per contrastarne gli effetti ambientali.

Un progetto realizzato con criteri di sostenibilità ambientale può minimizzare o eliminare del tutto gli impatti ambientali negativi, attraverso una scelta consapevole che passa attraverso pratiche progettuali, costruttive e di esercizio migliorative rispetto a quelle comunemente in uso, in grado di posizionarsi nella fascia più alta del mercato edilizio. Inoltre, come ulteriore beneficio, un progetto sostenibile consente di ridurre i costi operativi, aumentare il valore dell'immobile nel mercato e la produttività degli utenti finali, riducendo nel contempo le potenziali responsabilità conseguenti ai problemi relativi alla scarsa qualità dell'aria interna agli edifici.

Ricerche su edifici progettati con criteri di sostenibilità ambientale suggeriscono un aumento della produttività degli utenti superiore al 16%, contestualmente alla riduzione delle assenze e a una migliore vivibilità. L'introduzione di misure di efficienza energetica in edifici commerciali può ridurre sensibilmente i costi annui di esercizio e il riutilizzo o il riciclo dei materiali, per la costruzione di nuovi edifici, consente di minimizzare l'impatto sulle risorse naturali.

L'adozione di pratiche sostenibili nella progettazione edilizia consente di conseguire benefici ambientali, economici e sociali locali e globali con buoni effetti su tutti gli utenti dell'edificio, inclusi i proprietari, gli occupanti e tutta la popolazione in generale.

Negli ultimi anni la Spagna ha iniziato ad interessarsi alla sostenibilità ambientale, ma solo nel giugno 2013 è stato introdotto l'obbligo di una certificazione energetica per gli immobili.

Per questo motivo ancora non esistono dei valori di riferimento specifici per la Spagna, quindi, il Código Técnico de la Edificación indirizza i progettisti a seguire le direttive energetiche già presenti in altri paesi. L'idea iniziale di fare riferimento ad una certificazione italiana è stata abbandonata, per il fatto che nessuna città presenta valori di umidità simili a quelli di Madrid; per questo motivo si è scelto di utilizzare la certificazione LEED.

13.2. LEED – THE LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

La certificazione LEED, sviluppata dallo U.S. Green Building Council (USGBC), fornisce un insieme di standard di misura per valutare le costruzioni sostenibili dal punto di vista ambientale.

Il LEED è un processo aperto e trasparente, dove i criteri tecnici proposti dai comitati vengono pubblicamente rivisti per l'approvazione da più di 10000 organizzazioni, che fanno parte del USGBC.



Figura 13.1. La certificazione LEED

Gli standard LEED indicano i requisiti per costruire edifici eco-compatibili, capaci di "funzionare" in maniera sostenibile a livello energetico. Il LEED è un sistema flessibile e articolato, che prevede formulazioni differenziate per le nuove costruzioni (NC, New Construction and Major Renovation), edifici esistenti (EB, Existing Building), scuole (LEED for Schools), piccole abitazioni (LEED Homes), pur mantenendo una impostazione di fondo coerente tra i vari ambiti.

Il sistema si basa sull'attribuzione di crediti per ciascuno dei requisiti caratterizzanti la sostenibilità dell'edificio; dalla somma dei crediti deriva il livello di certificazione ottenuto.

I criteri del LEED sono stati creati per raggiungere i seguenti scopi:

- definire il concetto di "edificio verde", stabilendo uno standard comune di misura;
- promuovere pratiche integrate di progettazione per l'intero edificio;
- dare un riconoscimento ai leader dell'industria della costruzione attenti al rispetto dell'ambiente;
- stimolare la competizione nello sviluppo dei progetti, materiali e metodi costruttivi verdi;
- aumentare la consapevolezza dei benefici che porta la "costruzione verde";
- trasformare il mercato dell'edilizia;
- attenzione ai guadagni, per ottenere il maggiore profitto possibile, pur mantenendo l'aspetto di progetto orientato all'ecologia globale;

- adempimento di tutti gli obblighi di legge dell'edilizia, mantenendo allo stesso tempo il maggiore profitto possibile.

13.3. IL PROCEDIMENTO PER LA CERTIFICAZIONE LEED

I progetti che vogliono ottenere la certificazione LEED devono sottoporsi ad un iter che si suddivide in tre fasi principali:

- la fase di pre-design. Consiste in un incontro tra un consulente LEED, il promotore del progetto e i progettisti, durante il quale vengono definite le linee guida concettuali da seguire per il soddisfacimento dei crediti; si tratta di una fase di orientamento privata svolta tra il Developer/Costruttore e il Team di Progettisti;
- la fase progettuale (Design Phase). Il team di progetto predispone e raccoglie tutta la documentazione relativa ai crediti e i prerequisiti di progetto che si intendono perseguire;
- la fase di costruzione (Construction Phase). Il team di progetto raccoglie le informazioni relative ai crediti di progetto e prepara la documentazione completa per il review finale.

La revisione da parte del USGBC avviene in due momenti: uno al termine della fase di progettazione e l'altro al termine della fase di costruzione. Il primo, Design Submission, valuta i crediti progettuali, che il team di progetto intende perseguire, esprimendone giudizio positivo o negativo; il secondo, Construction Submission, valuta il rispetto dei crediti di progetto e la documentazione aggiuntiva, in merito ai crediti relativi alla fase di costruzione o ai crediti, che hanno subito revisioni. La certificazione ufficiale del progetto viene rilasciata al termine della fase di costruzione, una volta che l'USGBC ha effettuato la revisione finale.



Figura 13.2. LEED, le categorie

13.4. I PROGRAMMI LEED

Il sistema di certificazione LEED comprende diversi programmi in funzione dell'ambito in cui viene applicato e per ognuno è redatto uno specifico manuale con determinate procedure.

LEED for Commercial Interiors (CI)

È un sistema riconosciuto per la certificazione di interni ad alte prestazioni "verdi", cioè zone abitabili più salubri, che rendono i posti di lavoro più produttivi, il cui funzionamento e manutenzione risultano meno costosi e che hanno un ridotto impatto ambientale.

LEED for Core & Shell Development (CS)

È un sistema di bioedilizia, che è stato progettato per fornire una serie di criteri di prestazione per la sostenibilità di un edificio. In linea di massima il LEED CS comprende elementi costruttivi di base, come la struttura, le facciate, le coperture e la dotazione di sistemi per il condizionamento, il riscaldamento e la ventilazione dell'aria. Elemento caratteristico del LEED CS è la possibilità di richiedere una pre-certificazione una volta che il progetto è stato registrato. La pre-certificazione è un riconoscimento formale da parte del USGBC, che valuta l'effettiva possibilità di raggiungimento dell'obiettivo finale stabilito dal promotore/proprietario. Una volta che la pre-certificazione viene concessa, il promotore/proprietario può promuovere l'edificio "verde" a potenziali inquilini e acquirenti.

LEED for New Construction and Major Renovation

È progettato per distinguere edifici ad alte prestazioni, che hanno un minore impatto ambientale, sono più salubri per coloro che ci lavorano e/o vivono e sono più redditizi rispetto ai loro omologhi convenzionali. Il LEED for New Construction and Major Renovation può essere applicato alle attività commerciali, istituzionali e ai progetti residenziali, agli edifici pubblici, alle strutture ricreative, agli impianti di produzione e ai laboratori, con una particolare attenzione per gli uffici.

LEED for Schools

Riconosce l'unicità del design e della costruzione delle scuole. Sulla base del sistema di valutazione LEED NC, si occupa di temi come l'acustica delle classi, la prevenzione della muffa e la valutazione ambientale del sito, al fine di ottenere edifici salubri per gli studenti e confortevoli per gli insegnanti.

LEED for Healthcare

È stato sviluppato per soddisfare le specifiche esigenze di mercato

dell'assistenza sanitaria, comprese le strutture ospedaliere. LEED for Healthcare può essere utilizzata anche per gli uffici medici, centri di ricerca e istruzione, affronta problemi quali una maggiore sensibilità alle sostanze chimiche ed inquinanti, la distanza dai parcheggi e l'accesso agli spazi naturali.

LEED for Retail

Riconosce il carattere unico del commercio al dettaglio e si occupa dei vari tipi di spazi, che i rivenditori necessitano per le loro linee produttive caratteristiche.

LEED for Existing Buildings (EB)

Aiuta le operazioni di proprietari e operatori per conseguire il miglioramento e la manutenzione di un edificio esistente, con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza operativa, riducendo al minimo l'impatto ambientale.

LEED for Homes

È un sistema che promuove la progettazione e la costruzione di case "verdi" ad alte prestazioni. Una casa "verde" utilizza meno energia, acqua e risorse naturali, crea meno rifiuti, è più salubre e più confortevole per gli occupanti. I vantaggi di una casa certificata LEED comprendono bollette di acqua ed energia inferiori, ridotte emissioni di gas serra, una minore esposizione a muffa ed altre tossine. Possedere una casa certificata LEED ha un costo netto paragonabile a quello di una casa convenzionale.

LEED for Neighborhood Development (ND)

Integra i principi di crescita intelligente, urbanismo e green building nel primo sistema nazionale di design di quartiere. La certificazione LEED prevede una verifica da parte di terzi che lo sviluppo dell'area e il design soddisfino elevati livelli di responsabilità ambientale e di sviluppo sostenibile. I benefici relativi allo sviluppo comunitario di un quartiere certificato LEED sono: la riduzione dell'espansione urbana incontrollata, al fine di creare delle comunità più vivibili, incoraggiare una vita sana creando quartieri compatti, percorribili a piedi, ad uso misto con buoni collegamenti con le comunità vicine, in modo che siano favoriti gli spostamenti a piedi ed in bicicletta, proteggere le specie minacciate, selezionando i siti in modo da ridurre al minimo la frammentazione e la perdita degli habitat, diminuire la dipendenza dall'automobile, favorendo l'accesso al quartiere mediante trasporto pubblico.

LEED for Data Center

Si occupa di edifici progettati ed attrezzati per soddisfare le esigenze di attrezzature informatiche e utilizzate per la memorizzazione e

l'elaborazione dei dati.

LEED for Warehouses and Distribution Centers

È utilizzato per edifici adibiti a magazzino merci, prodotti finiti, materie prime o altri oggetti personali.

LEED for Hospitality

Si occupa di edifici dedicati ad alberghi, motel, pensioni o altre aziende nel settore dei servizi, che forniscono alloggio a breve o lungo termine.

13.5. LA STRUTTURA LEED

I criteri di valutazione sono raggruppati in sette categorie, che prevedono prerequisiti prescrittivi obbligatori ed un numero di performance ambientali, che assieme definiscono il punteggio finale dell'edificio.

Sustainable Sites

Questa sezione affronta gli aspetti ambientali legati al sito, entro il quale verrà costruito l'edificio e al rapporto di questo con l'intorno. Gli obiettivi sono limitare l'impatto generato dalle attività di costruzione, controllare il deflusso delle acque meteoriche, stimolare modalità e tecniche costruttive rispettose degli equilibri dell'ecosistema.

Water Efficiency

Questa sezione approccia le tematiche ambientali legate all'uso, alla gestione e allo smaltimento delle acque negli edifici, monitorando l'efficienza dei flussi d'acque e promuovendo la riduzione dei consumi idrici e il riutilizzo delle acque meteoriche.

Energy and Atmosphere

In questa sezione viene promosso il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, l'impiego di energia proveniente da fonti rinnovabili o alternative e il controllo delle prestazioni energetiche dell'edificio.

Materials and Resources

In questa area vengono prese in considerazione le tematiche ambientali correlate alla selezione dei materiali, alla riduzione dell'utilizzo di materiali vergini, allo smaltimento dei rifiuti e alla riduzione dell'impatto ambientale dovuto ai trasporti.

Indoor Environmental Quality

Questa sezione affronta le preoccupazioni ambientali relazionate alla qualità dell'ambiente interno, che riguardano la salubrità, la sicurezza e il confort, il consumo di energia, l'efficacia del cambio d'aria ed il controllo della contaminazione dell'aria.

Innovation

Questa sezione ha come obiettivo l'identificazione degli aspetti progettuali, che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e di applicazione delle pratiche di sostenibilità nella realizzazione di edifici.

Regional Priority

Tale area ha come obiettivo quello di incentivare i gruppi di progettazione a focalizzare l'attenzione su caratteristiche ambientali del tutto uniche e peculiari della località, in cui è situato il progetto.

13.6. I LIVELLI DI CERTIFICAZIONE

La somma dei punteggi dei crediti determina il livello di certificazione dell'edificio. Su 110 punti disponibili nel sistema di rating LEED, almeno 40 devono essere ottenuti per livello di certificazione base. I livelli di certificazione si suddividono in quattro categorie in funzione del punteggio ottenuto.



Figura 13.3. LEED, i livelli di certificazione

13.7. LEED FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATION

Per il CoB Madrid è stata scelta la certificazione LEED per le nuove costruzioni. Molti punteggi sono stati assegnati confrontando i requisiti richiesti con quanto progettato; altri punteggi invece sono riferiti ad accorgimenti, strumenti, o macchinari che l'edificio dovrebbe possedere per poterli ottenere.

13.7.1. Location and Transportation (LT)

LT Credit 1: LEED for Neighborhood Development Location

L'intento è quello di evitare lo sviluppo in siti inappropriati, ridurre le distanze percorse dai veicoli, migliorare la vivibilità dell'area e la salute, incoraggiando l'attività fisica quotidiana.

LT Credit 2: Sensitive Land Protection

L'intento è quello di ridurre l'impatto ambientale per mezzo dell'ubicazione dell'edificio.

LT Credit 3: High Priority Site

L'obiettivo è quello di incoraggiare l'ubicazione del progetto in aree preferenziali e promuovere il benessere della zona circostante.

LT Credit 4: Surrounding Density and Diverse Uses

Lo scopo è quello di preservare i terreni agricoli e l'habitat della fauna selvatica favorendo lo sviluppo in aree già urbanizzate, promuovere la pedonabilità, l'efficienza dei trasporti pubblici e migliorare la salute pubblica.

LT Credit 5: Access to Quality Transit

L'intento è quello di incoraggiare lo sviluppo in aree ben servite da mezzi pubblici, riducendo le emissioni di gas a effetto serra, l'inquinamento atmosferico e altri danni ambientali connessi all'uso di veicoli a motore.

LT Credit 6: Bicycle Facilities

L'obiettivo è quello di promuovere l'uso di biciclette, incoraggiando l'attività fisica, ricreativa e migliorare la salubrità dell'aria.

LT Credit 7: Reduced Parking Footprint

Lo scopo è quello di ridurre al minimo i danni ambientali associati alle aree di parcheggio, tra cui la dipendenza dall'automobile, l'occupazione del suolo e il deflusso delle acque piovane.

LT Credit 8: Green Vehicles

L'obiettivo è quello di ridurre l'inquinamento, promuovendo l'utilizzo di automobili a zero emissioni.

L'area di progetto è ben servita da mezzi pubblici, i parcheggi sono in numero contenuto e posizionati a livelli interrati; è prevista la realizzazione di una pista ciclabile che si allacci a quella esistente.

13.7.2. Sustainable Sites (SS)

SS Prereq 1: Construction Activity Pollution Prevention

La richiesta è quella di ridurre l'inquinamento causato dalle attività di cantiere, controllando l'erosione del suolo, il processo di sedimentazione delle acque e la produzione di polveri trasportate dall'aria.

SS Credit 1: Site Assessment

Lo scopo è quello di valutare le condizioni del sito prima dell'intervento e considerare le diverse soluzioni sostenibili.

SS Credit 2: Site Development – Protect or Restore Habitat

L'intento è quello di conservare le aree naturali esistenti, ripristinare le aree danneggiate per preservare l'habitat e per promuovere la biodiversità.

SS Credit 3: Open Space

Lo scopo è quello di creare spazi aperti che incoraggino l'interazione con l'ambiente, i rapporti sociali e l'attività fisica.

SS Credit 4: Rainwater Management

L'obiettivo è quello di ridurre gli sprechi di acqua e migliorarne la qualità, sfruttando le risorse presenti in sito.

SS Credit 5: Heat Island Reduction

L'intento è quello di ridurre al minimo gli effetti dannosi sul microclima e sull'ambiente naturale, riducendo le isole di calore (differenze di gradiente termico tra parti costruite e parti non costruite).

SS Credit 6: Light Pollution Reduction

Lo scopo è quello di limitare il trapasso di luce dall'edificio verso l'esterno, migliorare la visibilità notturna attraverso la riduzione della luce artificiale e limitare l'impatto ambientale rispetto agli ecosistemi notturni.

L'edificio multifunzionale CoB si presta ad essere un punto di riferimento per l'intero quartiere; l'intervento prevede la realizzazione di una piazza che incoraggia le interazioni sociali e l'attività fisica.

13.7.3. Water Efficiency (WE)

WE Prereq 1: Outdoor Water Use Reduction

La richiesta è quella di ridurre il consumo d'acqua esterno.

WE Prereq 2: Indoor Water Use Reduction

La richiesta è quella di ridurre il consumo d'acqua all'interno.

WE Prereq 3: Building–Level Water Metering

La richiesta è quella di controllare la gestione dell'acqua e identificare le opportunità di risparmio idrico monitorandone il consumo.

WE Credit 1: Outdoor Water Use Reduction

L'obiettivo è quello di ridurre il consumo d'acqua all'esterno.

WE Credit 2: Indoor Water Use Reduction

Lo scopo è quello di ridurre il consumo d'acqua all'interno.

WE Credit 3: Cooling Tower Water Use

L'obiettivo è quello di conservare l'acqua utilizzata nelle centrali di raffrescamento per il controllo di microbi e corrosione.

WE Credit 4: Water Metering

L'obiettivo è quello di controllare la gestione delle acque e identificare le opportunità di risparmio idrico monitorandone il consumo.

In fase di progettazione è stato previsto un serbatoio di raccolta delle acque meteoriche per usi esterni.

13.7.4. Energy and Atmosphere (EA)

EA Prereq 1: Fundamental Commissioning and Verification

La richiesta è quella di verificare che i sistemi energetici dell'edificio siano funzionanti, testati e rispettino i requisiti di design del progettista.

EA Prereq 2: Minimum Energy Performance

La richiesta è quella di stabilire il minimo livello di efficienza energetica per l'edificio in questione

EA Prereq 3: Building–Level Energy Metering

La richiesta è quella di supportare la gestione dell'energia e identificare le opportunità di un ulteriore risparmio energetico, monitorando il

consumo dell'edificio.

EA Prereq 4: Fundamental Refrigerant Management

La richiesta è quella di ridurre l'assottigliamento dello strato di ozono.

EA Credit 1: Enhanced Commissioning

Lo scopo è quello di iniziare il processo di commissione e revisione del progetto fin dalle prime fasi di progettazione, in modo di eseguire solo controlli al termine di essa.

EA Credit 2: Optimize Energy Performance

L'obiettivo è quello di raggiungere livelli di performance energetici al di sopra degli standard, per ridurre l'impatto economico e ambientale dell'edificio associato all'eccessivo uso di energia.

EA Credit 3: Advanced Energy Metering

L'intento è quello di controllare la gestione dell'energia e identificare nuove opportunità di risparmio energetico per il monitoraggio dell'edificio.

EA Credit 4: Demand Response

Lo scopo è quello di incentivare l'utilizzo di tecnologie e programmi per la generazione e distribuzione di energia più efficiente e ridurre le emissioni di gas serra.

EA Credit 5: Renewable Energy Production

L'obiettivo è quello di incoraggiare e produrre sempre maggiori quantità di energia, attraverso fonti rinnovabili in sito.

EA Credit 6: Enhanced Refrigerant Management

L'intento è quello di ridurre l'assottigliamento dello strato di ozono e minimizzare il Global Warming.

EA Credit 7: Green Power and Carbon Offsets

Lo scopo è quello di incoraggiare la riduzione delle emissioni di gas serra, attraverso la promozione di edifici a zero emissioni.

Il progetto prevede lo sfruttamento di risorse naturali, per la produzione di energia pulita, quali il fotovoltaico.

13.7.5. Materials and Resources (MR)

MR Prereq 1: Storage and Collection of Recyclables

La richiesta è quella di promuovere la riduzione dello spreco dei rifiuti generati dagli occupanti.

MR Prereq 2: Construction and Demolition Waste Management

La richiesta è quella di ridurre i rifiuti prodotti in fase di cantiere e incrementare il recupero, il riutilizzo, il riciclaggio dei materiali.

MR Credit 1: Building Life–Cycle Impact Reduction

Lo scopo è quello di incoraggiare il riutilizzo dei materiali e ottimizzare le prestazioni dei prodotti.

MR Credit 2: Building Product Disclosure and Optimization – Environmental Product Declarations

L'obiettivo è quello di incoraggiare l'uso di materiali che hanno un migliore impatto ecologico, ambientale e sociale, dal punto di vista del ciclo di vita.

MR Credit 3: Building Product Disclosure and Optimization – Sourcing of Raw Materials

L'intento è quello di incoraggiare l'uso di materiali che hanno un migliore impatto ecologico, ambientale e sociale, dal punto di vista della provenienza del prodotto.

MR Credit 4: Building Product Disclosure and Optimization – Material Ingredients

Lo scopo è quello di incoraggiare l'uso di materiali che hanno un migliore impatto ecologico, ambientale e sociale, dal punto di vista dei materiali utilizzati.

MR Credit 5: Construction and Demolition Waste Management

L'obiettivo è quello di deviare e dirottare rottami derivanti dalla costruzione e dalle eventuali demolizioni agli appositi inceneritori e discariche.

Nel corso della progettazione è stato ipotizzato l'utilizzo di materiali presenti in loco o facilmente reperibili.

13.7.6. Indoor Environmental Quality (EQ)

EQ Prereq 1: Minimum Indoor Air Quality Performance

La richiesta è quella di stabilire uno standard minimo di qualità dell'aria, al fine di migliorare il comfort degli utenti.

EQ Prereq 2: Environmental Tobacco Smoke Control

La richiesta è quella di minimizzare l'esposizione degli utenti e delle superfici interne al fumo passivo.

EQ Credit 1: Enhanced Indoor Air Quality Strategies

L'intento è quello di promuovere il comfort degli occupanti, il benessere e la produttività, migliorando la qualità dell'aria interna.

EQ Credit 2: Low-Emitting Materials

Lo scopo è quello di ridurre la quantità di inquinanti aerei, che siano maleodoranti, irritanti o dannosi nei confronti degli utenti.

EQ Credit 3: Construction Indoor Air Quality Management Plan

L'intento è quello di ridurre i problemi legati alla qualità dell'aria interna derivanti dalle possibili patologie costruttive in cantiere.

EQ Credit 4: Indoor Air Quality Assessment

L'obiettivo è quello di garantire una buona qualità dell'aria all'interno sia durante le fasi di costruzione, sia durante l'utilizzo dell'edificio.

EQ Credit 5: Thermal Comfort

L'obiettivo è quello di garantire un alto livello di controllo del comfort igrotermico da parte degli utenti, al fine di migliorare la produttività e il soddisfacimento degli stessi.

EQ Credit 6: Interior Lighting

Lo scopo è quello di garantire un alto livello di controllo dei dispositivi luminosi da parte degli utenti.

EQ Credit 7: Daylight

L'intento è quello di garantire un contatto visivo con l'esterno tramite l'utilizzo di luce naturale.

EQ Credit 8: Quality Views

L'obiettivo è quello di fornire agli occupanti dell'edificio una relazione con l'ambiente esterno, garantendo una vista di qualità.

EQ Credit 9: Acoustic Performance

Lo scopo è quello di prevedere una progettazione acustica efficace, per garantire il benessere, la produttività e la comunicazione degli occupanti.

In fase di progettazione è stato effettuato uno studio approfondito degli spazi interni per garantire il benessere visivo, ambientale e acustico attraverso l'analisi di ombreggiamento, ricambi d'aria e tecnologie costruttive.

13.7.7. Innovation (IN)

IN Credit 1: Innovation

Lo scopo è quello di incoraggiare una progettazione innovativa che garantisca prestazioni elevate.

IN Credit 2:

L'obiettivo è quello di incoraggiare l'integrazione tra le diverse squadre operative, in modo da ottimizzare il processo di certificazione, come richiesto dal progetto LEED.

Il CoB Madrid è stato progettato prestando particolare attenzione all'innovazione tecnologica, in modo da ottenere buoni risultati dal punto di vista prestazionale.

13.7.8. Regional Priority (RP)

RP Credit: Regional Priority – Specific Credit

L'intento è quello di incentivare il conseguimento dei crediti LEED, dal punto di vista ambientale, sociale e del benessere.

Sia prima che durante le fasi progettuali è stato tenuto in considerazione il benessere dell'ambiente e dell'uomo.

13.8. CONCLUSIONI

Dopo aver analizzato ogni singola sezione del LEED NC i punteggi conseguiti dall'edificio CoB sono:

CATEGORIA	PUNTEGGIO
Location and Transportation	13/16
Sustainable Sites	8/10
Water Efficiency	10/11
Energy and Atmosphere	23/33
Materials and Resources	12/13
Indoor Environmental Quality	16/16
Innovation	4/6
Regional Priority	3/4

Tabella 13.1. LEED, punteggi edificio CoB Madrid

Poiché il progetto CoB Madrid otterrebbe un punteggio pari a 89/110 è possibile affermare che l'edificio potrebbe aspirare alla classe Platinum.



Figura 13.4. LEED, classe Platinum



LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation

Project Checklist

COB Madrid

Y	?	N			
89		2	Credi 1	Integrative Process	1

Location and Transportation						Possible Points:	16
13			Credit 1	LEED for Neighborhood Development Location		16	
1			Credit 2	Sensitive Land Protection		1	
1			Credit 3	High Priority Site		2	
4			Credit 4	Surrounding Density and Diverse Uses		5	
4			Credit 5	Access to Quality Transit		5	
1			Credit 6	Bicycle Facilities		1	
1			Credit 7	Reduced Parking Footprint		1	
1			Credit 8	Green Vehicles		1	

Sustainable Sites						Possible Points:	10
Y			Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention		Required	
1			Credit 1	Site Assessment		1	
2			Credit 2	Site Development--Protect or Restore Habitat		2	
1			Credit 3	Open Space		1	
2			Credit 4	Rainwater Management		3	
1			Credit 5	Heat Island Reduction		2	
1			Credit 6	Light Pollution Reduction		1	

Water Efficiency						Possible Points:	11
Y			Prereq 1	Outdoor Water Use Reduction		Required	
Y			Prereq 2	Indoor Water Use Reduction		Required	
Y			Prereq 3	Building-Level Water Metering		Required	
2			Credit 1	Outdoor Water Use Reduction		2	
5			Credit 2	Indoor Water Use Reduction		6	
2			Credit 3	Cooling Tower Water Use		2	
1			Credit 4	Water Metering		1	

Energy and Atmosphere						Possible Points:	33
Y			Prereq 1	Fundamental Commissioning and Verification		Required	
Y			Prereq 2	Minimum Energy Performance		Required	
Y			Prereq 3	Building-Level Energy Metering		Required	
Y			Prereq 4	Fundamental Refrigerant Management		Required	
6			Credit 1	Enhanced Commissioning		6	
10			Credit 2	Optimize Energy Performance		18	
1			Credit 3	Advanced Energy Metering		1	
2			Credit 4	Demand Response		2	
2			Credit 5	Renewable Energy Production		3	
1			Credit 6	Enhanced Refrigerant Management		1	
1			Credit 7	Green Power and Carbon Offsets		2	

			Materials and Resources	Possible Points:	13
Y			Prereq 1 Storage and Collection of Recyclables		Required
Y			Prereq 2 Construction and Demolition Waste Management Planning		Required
5			Credit 1 Building Life-Cycle Impact Reduction		5
1			Credit 2 Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations		2
2			Credit 3 Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials		2
2			Credit 4 Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients		2
2			Credit 5 Construction and Demolition Waste Management		2
			Indoor Environmental Quality	Possible Points:	16
Y			Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance		Required
Y			Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke Control		Required
2			Credit 1 Enhanced Indoor Air Quality Strategies		2
3			Credit 2 Low-Emitting Materials		3
1			Credit 3 Construction Indoor Air Quality Management Plan		1
2			Credit 4 Indoor Air Quality Assessment		2
1			Credit 5 Thermal Comfort		1
2			Credit 6 Interior Lighting		2
3			Credit 7 Daylight		3
1			Credit 8 Quality Views		1
1			Credit 9 Acoustic Performance		1
			Innovation	Possible Points:	6
4			Credit 1 Innovation		5
		1	Credit 2 LEED Accredited Professional		1
			Regional Priority	Possible Points:	4
1			Credit 1 Regional Priority: Specific Credit		1
1			Credit 2 Regional Priority: Specific Credit		1
1			Credit 3 Regional Priority: Specific Credit		1
		1	Credit 4 Regional Priority: Specific Credit		1
89			Total	Possible Points:	110
Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110					

Figura 13.5. La certificazione LEED per l'edificio CoB Madrid





Figura 13.6. CoWorking Building Madrid



BIBLIOGRAFIA

FONTI A STAMPA:

B. Stafford Smith, A. Coull, (1991), "Tall Building Structures: Analysis and Design", John Wiley and Sons

C. Scawthorn, (1992), "Fire safety in tall buildings. Council on tall buildings and urban habitat, Committee 8A", McGraw-Hill

G. Toniolo, M. Di Prisco, (2000), "Tecnica delle costruzioni: cemento armato. Calcolo agli stati limite", Zanichelli

W. Grassi, G. Scatizzi, (2001), "Moderne soluzioni impiantistiche per il risparmio energetico", Maggioli Editore

Eric Howeler, (2003), "Grattacieli", Editore Rizzoli Skira

J. Zils, J. Viise, (2003), "An Introduction to High-Rise Design", Structure Magazine

A. Alvarez Garreta, (2004), "Grattacieli", Editore Gribaudo

Corbo, (2004), "Manuale di prevenzione incendi nell'edilizia e nell'industria", Il Sole 24ore

M. M. Ali, Kyoung Sun Moon, (2007), "Structural developments in tall buildings: current trends and future prospects", Architectural Science Review

P. G. Gambarova, D. Coronelli, P. Bamonte, (2007), "Linee guida per la progettazione delle piastre in C.A.", Peri, Patron Editore

Aicap, (2008), "Progettazione sismica di edifici in calcestruzzo armato. Guida all'uso dell'Eurocodice 2"

M. Imperadori, A. Senatore, (2008), "Schematic Design", Il Sole 24ore

D. Jones, T. Sundsted, T. Bacigalupo, (2009), "I'm outta here. How coworking is making the office obsolete", MBA Press

Le Guide Mondadori, (2009), "Madrid"

S. K. Weiler, K. Scholz-Barth, (2009), "Green Roof Systems: A guide to the planning, design and construction of building over structure", John Wiley & Sons Inc.

Touring Editore, (2009), "Madrid_Palacio Real e Plaza Mayor Parque del Retiro e il Prado Avila, Segovia, Toledo"

B. Carles, (2011), "New Facades", Links international

Gomez, Paloma, (2011), "Madrid 100% Arquitectura", Ea! Fundacion Arquitectura COAM

L. Rubini, (2011), "Il nuovo edificio green. Soluzioni per il benessere abitativo e l'efficienza energetica", Hoepli Milano

Lonely Planet, (2011), "Madrid_Guida Città", EDT

A. Terranova e G. Spirito, (2012), "Nuovi Giganti", Edizioni White Star
Manuale, "Casseforme Impalcature Ingegneria", (2013), Peri

RIVISTE E ARTICOLI DI GIORNALE:

G. Di Caro, (2009), Coworking. "Si può lavorare insieme (e meglio) condividendo lo spazio, la connessione internet e i nuovi saperi", D. Repubblica

E. Ferrari, (2011), "L'ufficio diventa low cost. Il coworking arriva in Italia", La Repubblica

M. Brasca, (2011), "Ampliamento Ospedale San Luca", Arketipo 53

I. Barera, (2012), "E' l'ora del coworking: spazi in comune", Il Corriere della Sera

M. Martorana, (2012), "Coworking: raddoppiano ogni anno gli spazi lavoro condivisi", Il Corriere della Sera

G. Valtolina, (2013), "L'ufficio condiviso per lavorare meglio. Si riducono le spese, aumentano le relazioni", Il Corriere della Sera

RIFERIMENTI NORMATIVI:

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo (2005)

Decreto Ministeriale: Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (2008)

Codigo Tecnico de la Edificacion (2013)

DOCUMENTI INTERNET:

www.archdaily.com

www.archinfo.it

www.architizer.com
www.arquideas.net
www.clivewilkinson.com
www.cobiax.it
www.designboom.com
www.deskmag.com
www.domusweb.it
www.flexiblespace.com
www.fosterandpartners.com
www.gbcitalia.org
www.kone.it
www.madrid.org
www.madrid.impacthub.net
www.mimoa.eu
www.parkassociati.com
www.studiometrico.com
www.talentgarden.it
www.toolboxoffice.it
www.torre-sacyr.com
www.torredecristal.com
www.torreespacio.com
www.usgbc.org
www.workatjelly.com
www.workingspace.es
www.zintek.it

ALTRE FONTI:

T. Poli, (2008), lezione Architettura e integrazione edilizia. La qualità funzionale-spaziale

T. Poli, (2008), lezione Architettura e ingegneria del controllo della luce naturale

M. Imperadori, (2011), lezione Innovazione verso l'alto



INDICE FIGURE, TABELLE E GRAFICI

CAPITOLO 1

Figura 1.1.	Muraglia musulmana nel 1562	8
Figura 1.2.	Goya "La fucilazione del 3 maggio"	9
Figura 1.3.	Francisco Franco	10
Figura 1.4.	La Comunidad de Madrid	12
Figura 1.5.	Parque del Buen Retiro	14
Figura 1.6.	Puerta de Europa	17
Figura 1.7.	El Croquis	18
Figura 1.8.	Sede internazionale JC Decaux	18
Figura 1.9.	Biblioteca pubblica di Usera	19
Figura 1.10.	Ampliamento museo Thyssen–Bornemisza	19
Figura 1.11.	Sede della camera di commercio	20
Figura 1.12.	Housing in the Pau of Carabanchel	20
Figura 1.13.	Eco boulevard di Vallecas	21
Figura 1.14.	BMW Madrid	21
Figura 1.15.	Housing presso Calle Clavel	22
Figura 1.16.	Edificio Mirador	22
Figura 1.17.	Edificio residenziale Villaverde	23
Figura 1.18.	Hotel Puerta America	23
Figura 1.19.	Teatro Lavapies	24
Figura 1.20.	Ampliamento del museo Reina Sofia	24
Figura 1.21.	Ampliamento della facoltà di farmacia	25
Figura 1.22.	Condominio José Pérez	25
Figura 1.23.	Panorama building	26
Figura 1.24.	Ampliamento dell'aeroporto Barajas	26
Figura 1.25.	146 social housing	27
Figura 1.26.	Kiosk	27
Figura 1.27.	Madrid public housing	28
Figura 1.28.	Centro per malati di Alzheimer	28
Figura 1.29.	Plaza de la luna	29
Figura 1.30.	Monumento alla stazione di Atocha	29
Figura 1.31.	Carabanchel social housing	30
Figura 1.32.	Ampliamento del museo del Prado	30
Figura 1.33.	Cuatro Torre Business Area (CTBA)	31
Figura 1.34.	Three extended houses	32
Figura 1.35.	170 social houses	32
Figura 1.36.	Centro de salud Las Rejas	33
Figura 1.37.	4 torri Parla	33
Figura 1.38.	Caixa Forum	34

Figura 1.39.	Pradolongo social housing	34
Figura 1.40.	12 torri a Vallecas	35
Figura 1.41.	Carabanchel housing	35
Figura 1.42.	Istituto nazionale di statistica	36
Figura 1.43.	35 appartamenti a Madrid	36
Figura 1.44.	Caja Magica	37

Grafico 1.1.	Evoluzione demografica della città di Madrid	13
Grafico 1.2.	Media delle temperature massime mensili	15
Grafico 1.3.	Media delle temperature minime mensili	16
Grafico 1.4.	Media dell'umidità mensile	16
Grafico 1.5.	Media giornaliera delle ore di sole	16
Grafico 1.6.	Precipitazioni medie mensili	17

CAPITOLO 2

Figura 2.1.	Coworking Building Madrid 2011	41
Figura 2.2.	Inquadramento lotto di progetto	44

CAPITOLO 3

Figura 3.1.	CoWorking space	50
Figura 3.2.	Talent Garden, Brescia	52
Figura 3.3.	Macquarie Group, C. Wilkinson, Sydney	54
Figura 3.4.	Fonte www.deskwanted.wordpress.com	55
Figura 3.5.	The 2nd Global CoWorking Survey	57
Figura 3.6.	HUB Madrid	59
Figura 3.7.	CoWorking Space Madrid	59
Figura 3.8.	Schema Toolbox, Torino	60
Figura 3.9.	Reception Toolbox, Torino	62
Figura 3.10.	Toolbox, Torino	62

CAPITOLO 4

Figura 4.1.	Rockefeller Center in costruzione	68
Figura 4.2.	Chicago Tribune	71
Figura 4.3.	Complesso Cuatro Torres	75
Figura 4.4.	Torre Caja Madrid	76
Figura 4.5.	Torre PWC	77

Figura 4.6.	Torre de Cristal	78
Figura 4.7.	Torre Espacio	79
Figura 4.8.	Torre Espana	80
Figura 4.9.	Torre Picasso	81
Figura 4.10.	Torre de Madrid	82
Figura 4.11.	Torre Europa	83
Figura 4.12.	Puerta Europa	85
Figura 4.13.	Banco de Bilbao	86

CAPITOLO 6

Figura 6.1.	Focus CoB	109
Figura 6.2.	Strategie	110
Figura 6.3.	Idea generatrice	111
Figura 6.4.	Concept	113
Figura 6.5.	Modellino di studio	114
Figura 6.6.	Vista prospettica torre	115
Figura 6.7.	Salewa SPA Headquarters	116
Figura 6.8.	Ospedale san Luca	116
Figura 6.9.	Giant Interactive Group Headquarters	117
Figura 6.10.	Google Headquarters	117
Figura 6.11.	WS Park Dental	118
Figura 6.12.	Beach Road	118
Figura 6.13.	Continental Tower Block	119
Figura 6.14.	The Green Square	119
Figura 6.15.	Bastard Store	120
Figura 6.16.	Ecopolis Plaza	120
Figura 6.17.	Brascan Century Plaza	121

CAPITOLO 7

Figura 7.1.	Vista della torre dalla piazza	125
Figura 7.2.	Visita Bastard Store, Milano	130
Figura 7.3.	La piazza	131
Figura 7.4.	Vista del tetto giardino dalla torre	133
Figura 7.5.	Piano interrato -2	137
Figura 7.6.	Piano interrato -1	138
Figura 7.7.	Sala spettacoli	139
Figura 7.8.	Sala spettacoli +1	140
Figura 7.9.	Foyer	141

Figura 7.10.	Ristorante	142
Figura 7.11.	Bar/Gelateria	143
Figura 7.12.	Skatepark	144
Figura 7.13.	Render skatepark	145
Figura 7.14.	Scuola materna	146
Figura 7.15.	Palestra	147
Figura 7.16.	Libreria	148
Figura 7.17.	Hall torre e ingressi ai tre piani	149
Figura 7.18.	Distributivo torre	150
Figura 7.19.	Hall P. 0	151
Figura 7.20.	Hall P. +1	152
Figura 7.21.	Hall P. +2	153
Figura 7.22.	Render hall	154
Figura 7.23.	Appartamenti	155
Figura 7.24.	Render appartamenti, zona giorno	156
Figura 7.25.	Render appartamenti, zona notte	157
Figura 7.26.	Copertura	158
Figura 7.27.	Accessibilità uffici	161
Figura 7.28.	Accessibilità appartamento 1	162
Figura 7.29.	Accessibilità appartamento 2	163
Figura 7.30.	Antincendio P -2	168
Figura 7.31.	Antincendio P -1	169
Figura 7.32.	Antincendio P 0	170
Figura 7.33.	Antincendio P +1	171
Figura 7.34.	Antincendio P +2	172
Figura 7.35.	Antincendio piano tipo torre	173
Figura 7.36.	KONE Quick Traffic	180
Figura 7.37.	KONE Planulator	181
Figura 7.38.	KONE Quick Energy	182
Figura 7.39.	Render interno, area relax	189
Figura 7.40.	Area relax	190
Figura 7.41.	Area relax, soppalco	191
Figura 7.42.	Open Space, My Desk	192
Figura 7.43.	Render interno, My Desk	193
Figura 7.44.	Open Space, Flex Desk	194
Figura 7.45.	Render interno, Flex Desk	195
Figura 7.46.	Private Space, Team	196
Figura 7.47.	Render interno, Team	197
Figura 7.48.	Render interno, Phone Box	198
Figura 7.49.	Render interno, Meeting Box	199
Tabella 7.1.	KONE MiniSpace	179

CAPITOLO 8

Figura 8.1.	Illuminamento My Desk, 21 marzo	205
Figura 8.2.	Illuminamento My Desk, 21 giugno	206
Figura 8.3.	Illuminamento My Desk, 21 dicembre	207
Figura 8.4.	Illuminamento Flex Desk, 21 marzo	208
Figura 8.5.	Illuminamento Flex Desk, 21 giugno	209
Figura 8.6.	Illuminamento Flex Desk, 21 dicembre	210
Figura 8.7.	Illuminamento Team, 21 marzo	211
Figura 8.8.	Illuminamento Team, 21 giugno	212
Figura 8.9.	Illuminamento Team, 21 dicembre	213
Figura 8.10.	Il fattore di luce diurna	214
Figura 8.11.	FLD Appartamenti	216
Figura 8.12.	FLD My Desk	217
Figura 8.13.	FLD Flex Desk	218
Figura 8.14.	FLD Team	219
Figura 8.15.	Condizione critica senza oscuramento	221
Figura 8.16.	Condizione critica con oscuramento	221
Figura 8.17.	Render notturno	223
Tabella 8.1.	Range di illuminamento	204
Tabella 8.2.	Range di FLD	215

CAPITOLO 9

Figura 9.1.	Le azioni sugli edifici alti	228
Figura 9.2.	Strutture a telaio rigido	230
Figura 9.3.	Strutture con controventi reticolari	231
Figura 9.4.	Strutture a pareti di taglio	232
Figura 9.5.	Strutture a nucleo	233
Figura 9.6.	Strutture accoppiate parete–telaio	234
Figura 9.7.	Strutture a mensola	235
Figura 9.8.	Strutture tubolari	236
Figura 9.9.	Schema strutturale	242
Figura 9.10.	Pianta strutturale, piano critico	243
Figura 9.11.	Velocità del vento	246
Figura 9.12.	Azione del sisma	252
Figura 9.13.	Area influenza pilastro	254
Figura 9.14.	Cobiax	261
Figura 9.15.	Dimensioni sistema Cobiax	262
Figura 9.16.	Comportamento flessionale	264

Figura 9.17.	Comportamento a taglio e punzonamento	265
Figura 9.18.	Calibrazione mesh	266
Figura 9.19.	Punti di verifica	267
Figura 9.20.	Momenti flettenti piano tipo	269
Figura 9.21.	Spostamenti piano tipo	271
Figura 9.22.	Sezioni della piastra in direzione x e y, scala 1:10	272
Figura 9.23.	Rottura a punzonamento	273
Figura 9.24.	Reazioni vincolari dei pilastri	273
Figura 9.25.	Nucleo di controvento	275
Figura 9.26.	Schema di calcolo architrave	283
Tabella 9.1.	Calcestruzzo classe C90/150	244
Tabella 9.2.	Acciaio tipo B450C	244
Tabella 9.3.	Carichi permanenti	245
Tabella 9.4.	Carichi variabili	245
Tabella 9.5.	Parametri per il calcolo del vento	247
Tabella 9.6.	Vento in direzione Sud	248
Tabella 9.7.	Vento in direzione Sud-Ovest	249
Tabella 9.8.	Vento in direzione Ovest	250
Tabella 9.9.	Valore caratteristico del carico di neve	251
Tabella 9.10.	Coefficienti di calcolo	253
Tabella 9.11.	Carichi SLU	253
Tabella 9.12.	Carichi SLE	253
Tabella 9.13.	Azioni agenti sul pilastro	254
Tabella 9.14.	Predimensionamento area cls	255
Tabella 9.15.	Peso proprio dei pilastri	256
Tabella 9.16.	Dimensionamento area cls	257
Tabella 9.17.	Dimensionamento armature	258
Tabella 9.18.	Verifica allo SLU	259
Tabella 9.19.	Verifica allo SLE	260
Tabella 9.20.	Caratteristiche Cobiax Eco-Line	263
Tabella 9.21.	Calibrazione mesh	266
Tabella 9.22.	Momenti di calcolo lembo inferiore	270
Tabella 9.23.	Momenti di calcolo lembo superiore	270
Tabella 9.24.	Dimensionamento armatura lembo inferiore	270
Tabella 9.25.	Dimensionamento armatura lembo superiore	271
Tabella 9.26.	Pesi piano impalcato	276
Tabella 9.27.	Azioni del vento	277
Tabella 9.28.	Azioni assiali sulle pareti	277
Tabella 9.29.	Sollecitazioni nel nucleo per vento – SLE	278
Tabella 9.30.	Sollecitazioni nel nucleo per vento +0,5% pesi – SLU	279

Tabella 9.31.	Sollecitazioni tangenziali nelle pareti del nucleo	282
Tabella 9.32.	Azioni di calcolo sull'architrave	284
Tabella 9.33.	Verifiche architrave	285

Grafico 9.1.	Diagramma di flusso	268
--------------	---------------------	-----

CAPITOLO 10

Figura 10.1.	Propagazione del suono	293
Figura 10.2.	Funzionamento vetro doppia camera	297
Figura 10.3.	Partizione verticale	298
Figura 10.4	Partizione verticale – bagno	299
Figura 10.5	Partizione verticale – vano scala	300
Figura 10.6	Partizione orizzontale – vano scala	301
Figura 10.7	Partizione orizzontale – uffici	302
Figura 10.8	Partizione orizzontale – appartamenti	303
Figura 10.9	Chiusura verticale 1	304
Figura 10.10	Prestazioni chiusura verticale – torre	305
Figura 10.11	Chiusura verticale 2 (terrazza)	306
Figura 10.12	Prestazioni chiusura verticale – blocco servizi	307
Figura 10.13	Chiusura orizzontale – su spazi aperti	308
Figura 10.14	Prestazioni chiusura orizzontale – su spazi aperti	309
Figura 10.15	Chiusura orizzontale – terrazza	310
Figura 10.16	Prestazioni chiusura orizzontale – terrazza	311
Figura 10.17	Chiusura orizzontale – tetto giardino	312
Figura 10.18	Prestazioni chiusura orizzontale – tetto giardino	313
Figura 10.19	Chiusura orizzontale – copertura blocco servizi	314
Figura 10.20	Prestazioni chiusura orizzontale – copertura servizi	315
Figura 10.21	Chiusura orizzontale – copertura torre	316
Figura 10.22	Chiusura orizzontale – contro terra	317
Figura 10.23	Chiusura verticale – contro terra	318
Figura 10.24	Serramento esterno	319
Figura 10.25	Sezione, navigatore nodi	321
Figura 10.26	Nodo 1	322
Figura 10.27	Nodo 2	323
Figura 10.28	Nodo 3	324
Figura 10.29	Nodo 4	325
Figura 10.30	Particolare rivestimento facciata	326
Figura 10.31	Ingresso alla piazza CoB Madrid	327

Tabella 10.1.	Prestazioni isolamento termico	291
Tabella 10.2.	Prestazioni isolamento acustico	296
Tabella 10.3.	Prestazioni serramento edificio CoB Madrid	297

CAPITOLO 11

Figura 11.1.	Fabbisogno energetico	332
Figura 11.2	Schematic design, situazione invernale	338
Figura 11.3	Schematic design, situazione estiva	340
Figura 11.4	Diagramma psicrometrico, situazione invernale	344
Figura 11.5	Diagramma psicrometrico, situazione estiva	345
Figura 11.6	Funzionamento Flexible Space	346
Figura 11.7	Flexible Space, CoB Madrid	347
Figura 11.8	Componenti Flexible Space	348
Figura 11.9	Funzionamento impianto fotovoltaico	349
Figura 11.10	Schema impiantistico, recupero acque meteoriche	352
Figura 11.11	Schema impiantistico, torre	353
Tabella 11.1	Calcolo fabbisogno estivo ed invernale	334
Tabella 11.2	Calcolo portata d'aria	335
Tabella 11.3	Calcolo consumi elettrici	336
Tabella 11.4	Quadro riassuntivo	336

CAPITOLO 12

Figura 12.1.	Schema costruttivo torre	370
Figura 12.2.	Fotoinserimento	371

CAPITOLO 13

Figura 13.1.	La certificazione LEED	376
Figura 13.2.	LEED, le categorie	377
Figura 13.3.	LEED, i livelli di certificazione	381
Figura 13.4.	LEED, classe Platinum	389
Figura 13.5.	La certificazione LEED per l'edificio CoB Madrid	391
Figura 13.6.	CoWorking Building Madrid	393
Tabella 13.1	LEED, punteggi edificio CoB Madrid	389



INDICE TAVOLE BOOK A3

Tavola 1.	Concorso e inquadramento geografico
Tavola 2.	Confronto tra edifici alti in Madrid
Tavola 3.	Evoluzione dell'occupazione del suolo
Tavola 4.	Inquadramento urbanistico
Tavola 5.	Trasporti e parcheggi
Tavola 6.	Servizi
Tavola 7.	Analisi dei parchi
Tavola 8.	Destinazioni d'uso
Tavola 9.	Rilievo fotografico
Tavola 10.	Ombreggiamento
Tavola 11.	Planivolumetrico
Tavola 12.	Proposta pista ciclabile
Tavola 13.	Distributivo
Tavola 14.	Sezione A-A'
Tavola 15.	Sezione B-B'
Tavola 16.	Sezione C-C'
Tavola 17.	Sezione D-D' ; E-E'
Tavola 18.	Prospetto Sud
Tavola 19.	Prospetto Ovest
Tavola 20.	Prospetto Est
Tavola 21.	Progetto strutturale
Tavola 22.	Sezione torre
Tavola 23.	Dettaglio costruttivo _ Nodo 1
Tavola 24.	Dettaglio costruttivo _ Nodo 2
Tavola 25.	Dettaglio costruttivo _ Nodo 3
Tavola 26.	Dettaglio costruttivo _ Nodo 4
Tavola 27.	Particolare rivestimento facciata
Tavola 28.	Schematic design _ situazione invernale
Tavola 29.	Schematic design _ situazione estiva
Tavola 30.	Analisi contesto urbano e localizzazione del cantiere
Tavola 31.	Planimetria degli scavi
Tavola 32.	Costruibilità edificio CoB Madrid
Tavola 33.	Schema costruttivo torre



RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo innanzitutto il nostro relatore, prof Marco Imperadori, che con la sua esperienza, competenza ed energia ci ha stimolato a dare sempre il massimo; i preziosi consigli e le pungenti provocazioni hanno sicuramente portato al salto di qualità del nostro lavoro.

Grazie al prof Matteo Colombo, sempre disponibile e cordiale, che ci ha guidato passo per passo nello studio strutturale con molta professionalità e chiarezza.

Un caloroso ringraziamento va ad una persona che ha sempre creduto in noi ed è stato costantemente presente durante questo lungo e faticoso percorso, il prof Roberto Francieri. Le sue parole confortanti nei momenti difficili e la sua dirompente allegria hanno reso il tutto più facile e piacevole.

Ringraziamo il prof Matteo Brasca per averci dispensato, sin dalle prime fasi progettuali, importanti spunti, idee e suggerimenti.

Grazie infinite a Isa, molto gentile e carina, per averci risolto parecchi "dubbi strutturali", pur avendo sempre poco tempo a sua disposizione.

Grazie a Mau, per il suo prezioso aiuto con Artlantis e per gli ottimi suggerimenti che hanno reso i nostri render migliori.

Ringraziamo Marco, giovane esperto in campo ergotecnico, che con la sua grinta e passione per la materia ci ha dispensato molti consigli.

Un riconoscimento doveroso va alle persone che, pur non conoscendoci personalmente, ci hanno dedicato del tempo prezioso per aiutarci in diversi ambiti: grazie all'ingegnere Claudio Donghi della KONE S.p.A., grazie a Claudio Bernardini, uno dei fondatori del Bastard Store di Milano e grazie a Benedetta Bertani, il nostro supporto a Madrid.

Infine grazie a Fede, Ste, Michi e Debh, grandi amici con cui abbiamo condiviso parecchie ore di lavoro e di divertimento.

Martina & Alessandra



Grazie di cuore alla mia famiglia e a Nini, i miei punti di riferimento e la mia forza, per aver sempre creduto in me in modo incondizionato. Il vostro sostegno e incoraggiamento nei momenti di sconforto, la serenità e la sicurezza che sempre mi infondete hanno permesso di raggiungere questo sudato traguardo.

Ringrazio i miei amici che si sono costantemente interessati allo stato del lavoro e, allo stesso tempo, si sono impegnati a farmi rilassare e svagare.

Grazie a Ale, amica e compagna di tesi, per aver condiviso questa lunga esperienza tra gioie e fatiche, soddisfazioni e delusioni. Il nostro feeling sia nelle decisioni sia nelle idee sono stati sicuramente il punto di forza che ci ha portato ad un risultato davvero soddisfacente.

Martina

Ringrazio innanzitutto la mia famiglia, per avermi sostenuto e incoraggiato in questi anni e per avermi sempre ricordato di non cedere davanti alle difficoltà. Il vostro supporto anche nei momenti di sconforto mi ha finalmente permesso di raggiungere questo importante traguardo.

Grazie ai miei amici, vicini e lontani, che si sono impegnati a farmi svagare in questi anni, e soprattutto che mi hanno sopportato nei momenti di sconforto.

Grazie Marty, amica e compagna di tesi, con cui ho passato un'infinità di tempo in questi ultimi anni. Grazie per questo faticoso e lungo percorso che, tra momenti di felicità e sofferenze, ci ha portato a soddisfazioni meritate.

Alessandra

