

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Tecnologia Digitali per l'Edilizia ed il Territorio



TESI DI LAUREA

**PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO PER ALLOGGI
RESIDENZIALI CON SERRE BIOCLIMATICHE A PADOVA**

ANALISI DEGLI ASPETTI COMPOSITIVI, NORMATIVI E COSTRUTTIVI

Relatore: Chiar.mo PROF. MASSIMO MUCCI

Correlatore: Chiar.mo PROF. ANGELO BERTOLAZZI

Laureando: LAGO ANDREA

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

*A nonna Bianca, custode silenziosa di
ogni mio traguardo, per l'amore immenso
che mi ha lasciato e che porto con me in
questo giorno speciale*

INDICE

INTRODUZIONE	3
PROGETTO ARCHITETTONICO.....	5
1.1 Tema di Progetto	6
1.2 Analisi della zona	6
1.3 Analisi Urbanistica.....	8
1.4 Consultazione della mappa catastale	10
1.5 Inserimento dell'edificio nel lotto.....	11
1.5.1 Soluzione progettuale 1.....	12
1.5.2 Soluzione progettuale 2.....	15
1.6 Distribuzione degli spazi interni.....	18
1.7 La serra bioclimatica.....	22
PROGETTO TECNOLOGICO	24
2.1 Sistema costruttivo in latero-cemento con telaio in C.A.....	24
2.2 Sistema costruttivo con Blocco Cassero in legno-cemento.....	27
2.2.1 Blocco Cassero Isotex proprietà.....	29
CONFRONTO TRA I DUE SISTEMI COSTRUTTIVI.....	33
3.1 Analisi di cantiere e processo costruttivo.....	33
3.2 Durabilità e manutenzione.....	36
3.3 Comportamento strutturale.....	38
3.4 Sostenibilità e bioedilizia.....	41
3.5 Dettagli Costruttivi a confronto.....	43
3.5.1 Nodo fondazione e solaio piano terra.....	43
3.5.2 Nodo parete esterna e solaio interpiano.....	46
3.5.3 Nodo parete esterna e solaio di copertura.....	49

3.6 Analisi dell'impatto delle tecnologie sul progetto.....	52
CONCLUSIONI.....	53
Bibliografia.....	55
Ringraziamenti.....	57
Tavole di progetto.....	

INTRODUZIONE

La presente tesi è finalizzata all'illustrazione del progetto di un nuovo edificio residenziale plurifamiliare da realizzarsi su un lotto assegnato in via Chiesanuova a Padova.

Nella prima parte del presente elaborato verranno descritti i principali passaggi del processo di progettazione di un nuovo edificio, sviluppati nel rispetto della normativa vigente e dei parametri urbanistici di riferimento. Si partirà dall'analisi delle caratteristiche dell'area di intervento, per poi procedere con la verifica della conformità agli strumenti urbanistici comunali. Successivamente verrà affrontata la fase progettuale, che comprenderà la definizione dell'involucro edilizio e dell'organizzazione degli spazi interni, fino ad arrivare alla redazione degli elaborati grafici finali.

La seconda parte della tesi invece è dedicata al confronto tra due differenti tipologie costruttive applicabili all'edificio in esame: una di carattere tradizionale e una più innovativa e tecnologicamente avanzata. Attraverso questa analisi comparativa verranno evidenziati i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna soluzione, al fine di fornire un quadro complessivo e giungere a una valutazione critica finale.

Le competenze necessarie allo sviluppo del presente progetto sono state approfondite nel corso del tirocinio professionalizzante svolto presso lo studio tecnico del Geom. Gianvito Canaia, esperienza che ha consentito di acquisire una conoscenza diretta dell'intero iter progettuale, sia per edifici esistenti sia per interventi di nuova costruzione come in questo caso.

Per lo sviluppo della tesi sono stati utilizzati strumenti di disegno tradizionale e digitale, tra cui software CAD 2D¹ per le tavole tecniche, software di modellazione 3D² per il modello tridimensionale e un applicativo di intelligenza artificiale³ per la fase di renderizzazione delle viste prospettiche.

¹ Software CAD 2D= Autocad

² Software di modellazione 3D = Revit

³ Applicativo di Intelligenza Artificiale = Gendo IA

CAPITOLO I

PROGETTO ARCHITETTONICO

1.1 Tema di progetto

Il tema da sviluppare per questa tesi riguarda la progettazione di un edificio residenziale plurifamiliare in via Chiesanuova a Padova con approfondimento di soluzioni compositive e costruttive innovative e orientate alla sostenibilità.

L'edificio dovrà essere composto da appartamenti di medie dimensioni (50/70 mq) distribuiti su più piani, completi di garage o di eventuali posti auto esterni. Si vorrà inoltre realizzare questo edificio in modo che sia sostenibile, quindi ad alte prestazioni energetiche e sperimentando l'uso delle serre bioclimatiche.

1.2 Analisi della zona

Il primo passo fondamentale per poter procedere con la progettazione nel dettaglio consiste nello svolgimento di un'analisi preliminare dell'area di intervento, finalizzata a comprendere le potenzialità edificatorie del lotto, nonché l'eventuale presenza di vincoli urbanistici, ambientali o normativi. Questa fase iniziale risulta essenziale per orientare correttamente le scelte progettuali successive.

A tal fine, si è proceduto innanzitutto all'analisi del contesto territoriale attraverso l'utilizzo di un'ortofoto del lotto, estrapolata da Google Maps, così da ottenere una prima visione d'insieme della zona. Questo ha permesso di individuare le principali caratteristiche dell'intorno, valutando la presenza di servizi, infrastrutture e tipologie edilizie circostanti.

Dall'osservazione emerge che il lotto oggetto di intervento si presenta come un'area libera, attualmente priva di edificazioni, e quindi completamente disponibile alla nuova progettazione.

Per quanto riguarda il contesto immediato, si rileva che a Nord il lotto confina con una scuola dell'infanzia, sul lato Est è presente via Chiesanuova, che rappresenta l'unica via di accesso al lotto e costituisce pertanto un elemento fondamentale per la definizione degli ingressi carrabili e pedonali. A Sud e a Ovest si sviluppa invece un tessuto prevalentemente residenziale, caratterizzato da edifici pluripiano, che contribuisce a definire il contesto urbano di riferimento e fornisce indicazioni utili per l'inserimento del nuovo edificio sotto il profilo volumetrico e tipologico (vedi figura 1).

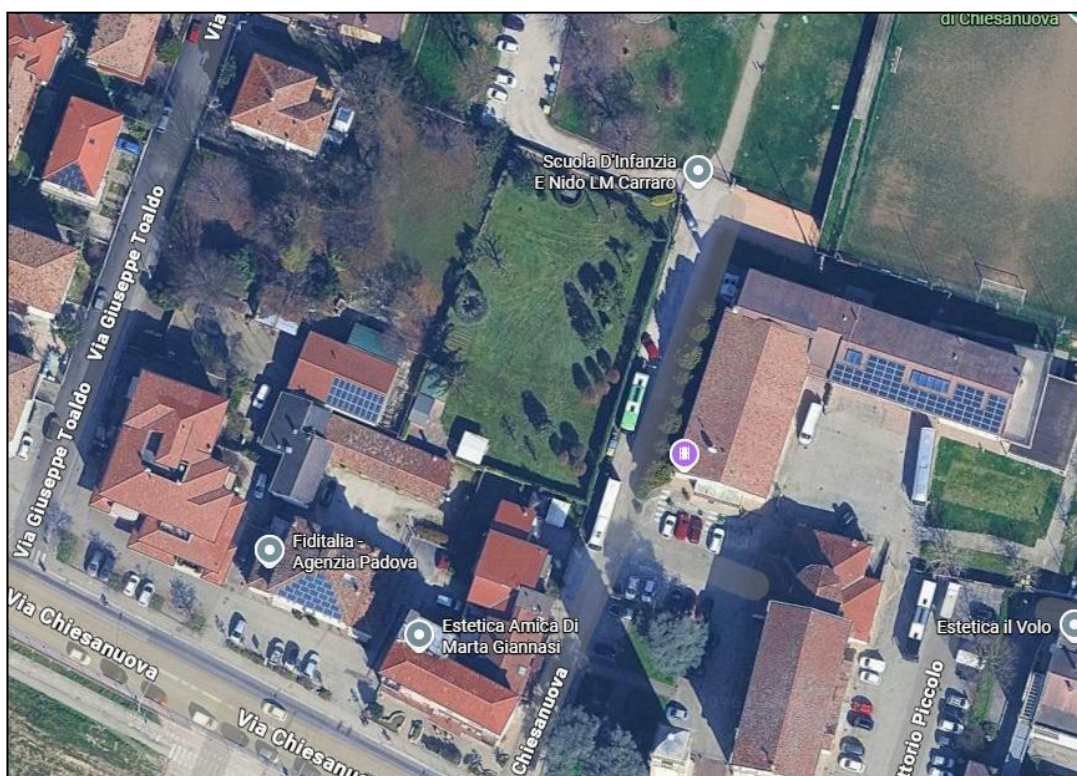


Figura 1: Ortofoto del lotto in oggetto

Ampliando l'analisi a una scala più generale, si può osservare come il lotto sia inserito all'interno di un contesto urbano consolidato, caratterizzato dalla presenza di numerosi servizi e attività. Lungo la stessa via si trovano infatti esercizi commerciali di vario genere, uffici postali, un cinema, edifici di culto e

un'ampia area destinata a parcheggi pubblici. Questa dotazione di servizi contribuisce a definire un contesto particolarmente dinamico e funzionale, rendendo l'area ben servita e facilmente fruibile.

Tale condizione rappresenta senza dubbio un valore aggiunto per il futuro edificio, in quanto garantisce un'elevata accessibilità ai principali servizi e una buona qualità urbana complessiva.

Un ulteriore elemento di rilievo è rappresentato dalla presenza, lungo via Chiesanuova, di linee di trasporto pubblico, tra cui tram e autobus. Questi sistemi assicurano un collegamento diretto e rapido con il centro della città di Padova, incrementando ulteriormente il livello di accessibilità dell'area e riducendo la dipendenza dal trasporto privato.

1.3 Analisi Urbanistiche

Una volta individuata e analizzata l'area di intervento e il contesto circostante, è possibile procedere con la consultazione degli strumenti urbanistici comunali, disponibili sul sito del Comune di Padova. In particolare, sono stati presi in esame il PAT (Piano di Assetto del Territorio) e il PI (Piano degli Interventi), che definiscono rispettivamente le linee strategiche di sviluppo del territorio e le modalità operative di intervento.

Dall'analisi del Piano degli Interventi emerge che il lotto oggetto di studio ricade all'interno della zona territoriale omogenea B7, classificata come area residenziale di completamento inedificata, caratterizzata dalla presenza di lotti di medie dimensioni (*vedi figura 2*).

Successivamente, si è proceduto con l'analisi delle Norme Tecniche Operative associate al PI, dalle quali è possibile ricavare i principali parametri urbanistici ed edilizi che regolano l'edificazione in tale ambito.

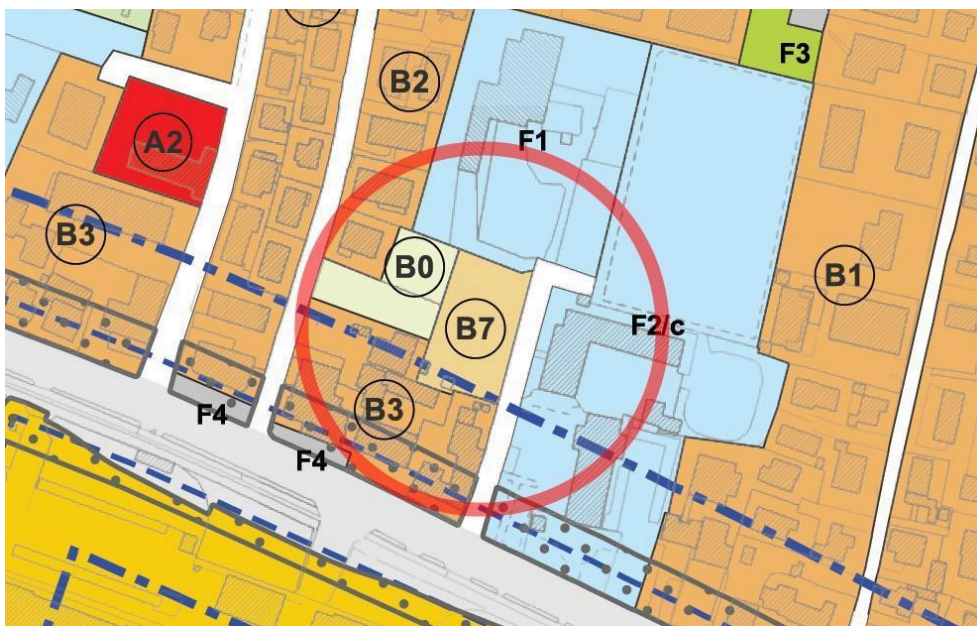


Figura 2: ⁴ Estratto PI (cerchio rosso per identificazione del lotto)

In particolare, per la zona B7 sono previsti i seguenti limiti:

- indice territoriale $\leq 0,5$ mc/mq;
- possibilità di usufruire di una premialità volumetrica fino a un massimo del 20% dell'indice territoriale;
- altezza massima dell'edificio $\leq 12,00$ m;
- indice di copertura $\leq 30\%$ della superficie fondiaria;
- distanza minima dai confini e dalle strade ≥ 5 m, mentre la distanza tra edifici deve essere ≥ 10 m;
- altezza minima interna dei locali abitabili pari a 2,70 m, mentre per le autorimesse è richiesta un'altezza minima di 2,40 m.

Quindi nel mio caso avendo un lotto di 1660 mq posso stabilire che:

- Volume massimo realizzabile $(1660 \text{ mq} \times 0,5 \text{ mc/mq}) + 20\%$ (premialità) = **1008 mc**
- Indice di copertura deve essere inferiore al 30%, quindi $1660 \times 30\% =$ **498 mq**

⁴ Comune di Padova, Piano degli Interventi, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 6 del 13 febbraio 2023 e successive varianti; progetto dello Studio Stefano Boeri Architetti.

1.4 Consultazione della mappa catastale

A completamento dell'analisi preliminare, si è proceduto con l'estrazione della mappa catastale del lotto, strumento fondamentale per l'identificazione precisa dell'area oggetto di intervento sotto il profilo amministrativo e giuridico. Dalla consultazione della cartografia catastale emerge che il lotto appartiene al Foglio 390 ed è individuato dai mappali 868 e da una porzione del mappale 604 (vedi figura 3).

L'analisi catastale consente non solo di localizzare con esattezza il terreno, ma anche di verificarne la conformazione, i confini e l'eventuale presenza di frazionamenti.

Attraverso la mappa catastale è inoltre possibile individuare i lotti confinanti e verificare la corrispondenza tra lo stato di fatto e i dati ufficiali, aspetto fondamentale per evitare incongruenze nelle successive fasi progettuali e autorizzative. Questa verifica risulta particolarmente importante anche in relazione al rispetto delle distanze dai confini e agli allineamenti edilizi imposti dalla normativa urbanistica.



Figura 3: estratto mappa catastale

1.5 Inserimento dell'edificio nel lotto

Una volta individuati tutti i parametri urbanistici ed edilizi da rispettare, è possibile procedere con l'elaborazione di alcune soluzioni progettuali a livello planimetrico. In questa fase, particolare attenzione viene posta al rispetto delle distanze dai confini, dalle strade e dagli eventuali fabbricati limitrofi, così come definito dalle Norme Tecniche Operative. A tal proposito, nella planimetria la linea tratteggiata rappresenta il limite entro il quale è consentita l'edificazione, definendo quindi l'area effettivamente edificabile del lotto.

All'interno di questo perimetro si sviluppano le possibili configurazioni del nuovo edificio, tenendo conto non solo dei vincoli normativi, ma anche di aspetti funzionali, distributivi e compositivi. La disposizione in pianta viene studiata in modo da garantire un corretto rapporto tra spazi costruiti e spazi liberi, prevedendo eventualmente aree destinate a verde, percorsi pedonali e accessi carrabili.

Un elemento fondamentale nella definizione della soluzione planimetrica è rappresentato dall'orientamento dell'edificio. Nel caso specifico, è stato scelto un orientamento Nord-Sud, in quanto consente di ottimizzare l'irraggiamento solare durante l'intero arco dell'anno. Questa scelta permette infatti di sfruttare al meglio l'esposizione a Sud per gli ambienti principali, garantendo un adeguato apporto di luce naturale e calore nel periodo invernale, e al contempo di limitare il surriscaldamento estivo mediante opportuni accorgimenti progettuali, quali schermature solari o aggetti.

Sulla base delle considerazioni effettuate, di seguito sono presentate diverse ipotesi progettuali sviluppate nel rispetto dei parametri urbanistici.

1.5.1 Soluzione progettuale 1

La soluzione progettuale 1 prevede l'inserimento del nuovo fabbricato nella porzione nord del lotto, all'interno del perimetro edificabile individuato dalla linea tratteggiata, nel pieno rispetto dei vincoli urbanistici e delle distanze minime dai confini e dai fabbricati limitrofi.

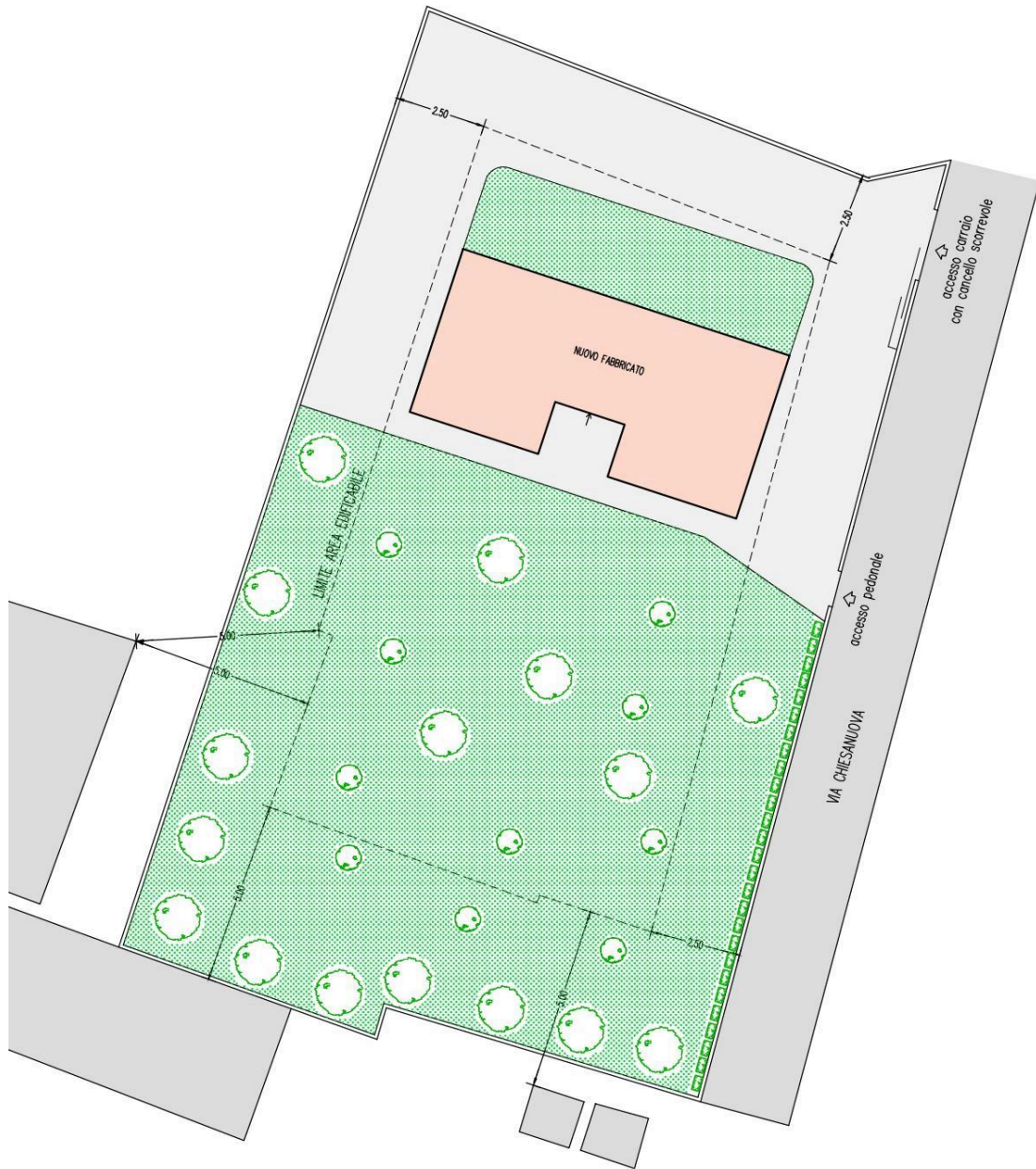
L'edificio è collocato in posizione arretrata rispetto a via Chiesanuova, principale accesso all'area, garantendo così una chiara separazione tra spazio pubblico e spazio privato. La configurazione del fabbricato risulta articolata su tre livelli, dove al piano terra saranno collocati i garage ed al piano primo e secondo verranno ricavati 4 appartamenti.

L'accesso al lotto avviene dal lato est, direttamente dalla strada, dove sono previsti un accesso carrabile e un accesso pedonale distinti, così da garantire una corretta gestione dei flussi e una maggiore sicurezza nell'utilizzo degli spazi. Tale organizzazione consente inoltre una chiara separazione tra percorsi veicolari e pedonali.

La parte sud del lotto è destinata prevalentemente a verde privato ad uso del condominio, con inserimento di alberi e siepi. Questa ampia area verde svolge anche una funzione di filtro rispetto ai fabbricati residenziali presenti ai lati sud ed Ovest del lotto.

Nel complesso, la soluzione si caratterizza per una chiara organizzazione funzionale degli spazi, con l'area edificata concentrata nella porzione settentrionale, le zone di accesso e manovra lungo il fronte est e le aree verdi distribuite principalmente a sud.

SOLUZIONE 1



Aspetti positivi

La soluzione proposta presenta diversi elementi favorevoli dal punto di vista progettuale e funzionale. Innanzitutto, la collocazione del fabbricato nella parte nord del lotto consente di ottenere un'ottima esposizione solare per le aree esterne e per gli ambienti principali, in particolare quelli rivolti a sud.

La presenza di un'ampia superficie destinata a verde privato rappresenta un ulteriore punto di forza, in quanto migliora la qualità abitativa, favorisce il comfort microclimatico e contribuisce all'inserimento armonico dell'intervento nel contesto circostante.

Aspetti critici

Tra gli aspetti meno favorevoli della soluzione proposta si evidenzia innanzitutto la notevole concentrazione dell'area a verde nella sola porzione sud del lotto. Questa scelta, pur garantendo un ampio spazio permeabile, determina una distribuzione poco equilibrata delle funzioni esterne e una limitata integrazione tra spazi edificati e aree verdi.

Un ulteriore elemento critico riguarda la forma planimetrica dell'edificio, caratterizzata da una certa articolazione che, se da un lato contribuisce alla qualità compositiva, dall'altro può comportare una maggiore complessità costruttiva e una conseguente incidenza sui costi di realizzazione.

Si evidenzia inoltre che la collocazione dell'edificio nella parte nord del lotto, sebbene corretta dal punto di vista dell'orientamento, riduce la possibilità di una relazione diretta e immediata tra gli spazi interni e le aree esterne verdi, che risultano maggiormente distaccate dal corpo di fabbrica principale.

Sulla base delle considerazioni effettuate, di seguito viene presentata una prima proposta progettuale a livello planimetrico (Soluzione 2), sviluppata nel rispetto dei parametri urbanistici e delle scelte progettuali precedentemente descritte.

1.5.2 Soluzione progettuale 2

La Soluzione 2 prevede l'inserimento del nuovo fabbricato in posizione pressoché centrale all'interno del lotto, definito da un perimetro irregolare e con affaccio diretto su Via Chiesa Nuova. L'accesso all'area è organizzato in modo funzionale attraverso due ingressi distinti: uno pedonale e uno carrabile, quest'ultimo collegato alla viabilità interna.

Sul lato nord-ovest è collocata un'area dedicata ai parcheggi coperti, costituita da sei posti auto disposti in sequenza e serviti da uno spazio di manovra comune. Il fabbricato è circondato da superfici di pertinenza pavimentate che garantiscono accessibilità e continuità tra interno ed esterno.

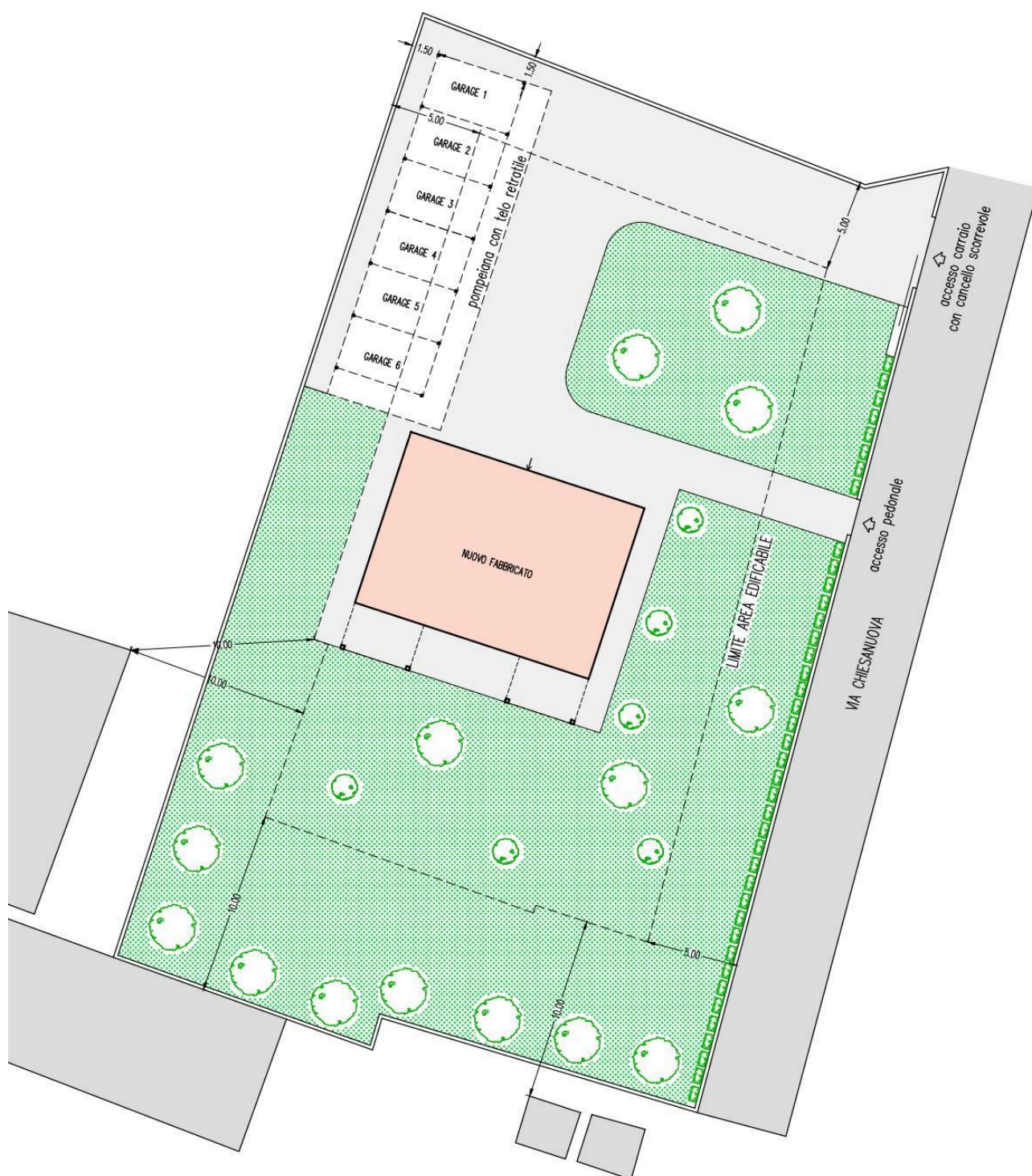
Una parte rilevante del lotto è destinata a verde privato, caratterizzato dalla presenza diffusa di alberature, distribuite sia lungo il perimetro sia nelle aree libere, contribuendo alla qualità paesaggistica complessiva. .

Aspetti positivi

La soluzione si distingue per una distribuzione equilibrata degli spazi, resa possibile dalla collocazione centrale dell'edificio, che favorisce una buona esposizione e fruibilità delle aree esterne. La separazione tra accesso pedonale e carrabile migliora la sicurezza e l'organizzazione dei flussi. La presenza dei posti auto, concentrati in un'unica area, consente di mantenere libero il resto del lotto da interferenze veicolari.

Inoltre, l'ampia dotazione di verde contribuisce al miglioramento del comfort ambientale, garantendo ombreggiamento, permeabilità del suolo e qualità estetica.

SOLUZIONE 2



Aspetti critici

Alcuni aspetti risultano migliorabili. La concentrazione dei garage può determinare una limitata fluidità nelle manovre, soprattutto nelle ore di maggiore utilizzo.

Dal confronto tra le due ipotesi progettuali emerge una preferenza della committenza per la Soluzione 2, che è stata pertanto sviluppata nel dettaglio (Figura 4), in virtù della sua maggiore efficacia sotto il profilo distributivo, funzionale e dell'integrazione con gli spazi esterni.

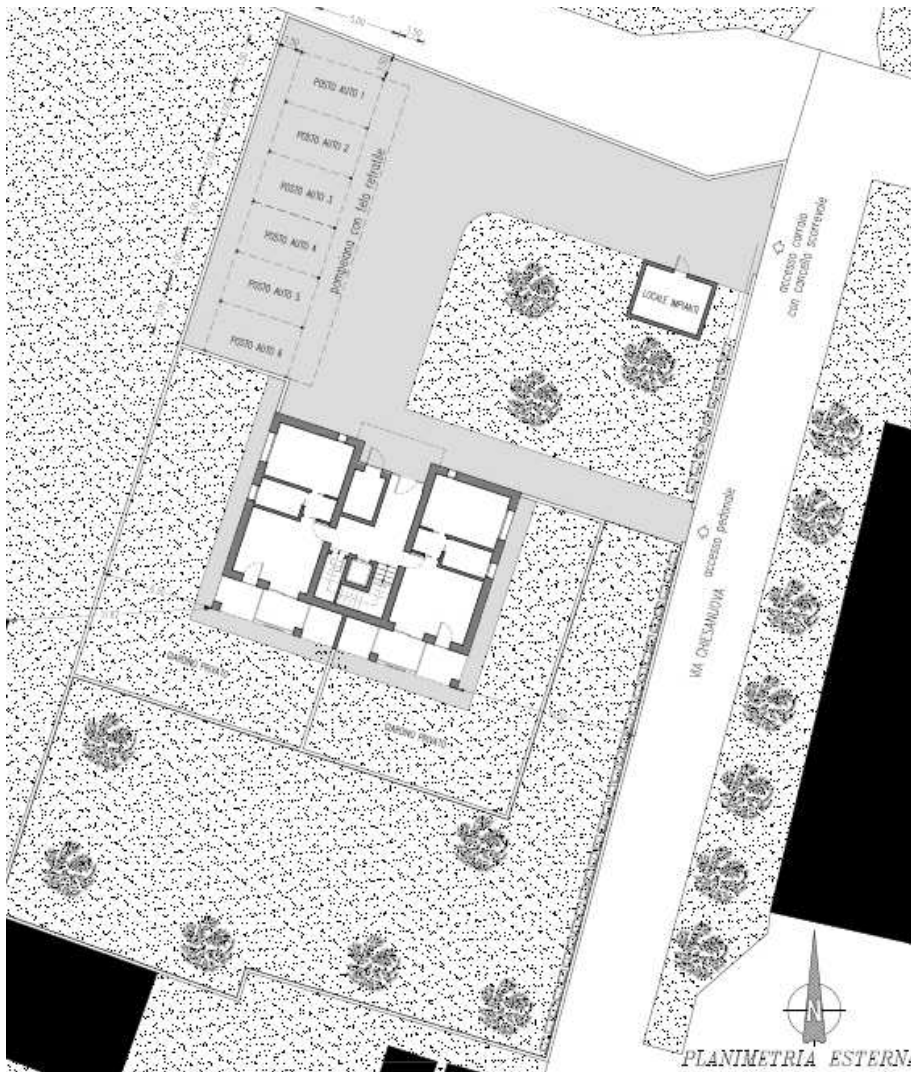


Figura 4: Planimetria di progetto non in scala

Per la soluzione definitiva, in più di quanto è già stato detto nella soluzione 2, si è pensato di ricavare un locale tecnico separato, questa idea nasce dall'esigenza di garantire un'organizzazione efficiente, sicura e duratura degli impianti centralizzati dell'edificio.

La presenza di sistemi come la pompa di calore, i serbatoi di accumulo per l'acqua calda sanitaria, i gruppi di distribuzione e le apparecchiature elettriche richiedono infatti spazi adeguati sia per l'installazione sia per le operazioni di manutenzione. Un ambiente a sé consente di migliorare l'accessibilità agli impianti, eliminare il rumore che possono causare sulle unità abitative queste apparecchiature e aumentare la sicurezza in caso di incendi, limitando interferenze con gli spazi residenziali. Inoltre si è deciso di posizionarlo nelle vicinanze dell'accesso carraio per permettere un accesso diretto e comodo ai manutentori in caso di necessità.

1.6 Distribuzione degli spazi interni

Il fabbricato in oggetto presenta un impianto distributivo compatto, organizzato attorno a un nucleo centrale di collegamento verticale.

La distribuzione degli spazi è stata pensata in modo da ottenere un edificio in primo luogo funzionale e in grado di ottimizzare le superfici a disposizione.

Il fabbricato è costituito da più piani fuori terra, nei quali le unità abitative si sviluppano secondo uno schema distributivo pressoché identico, fatta eccezione per il piano terra, che si caratterizza per una maggiore relazione con gli spazi esterni di pertinenza (tramite i giardini privati).

Qui di seguito viene descritta in dettaglio la distribuzione interna del piano terra (*Figura 5*), per poi evidenziare le analogie con i livelli superiori.

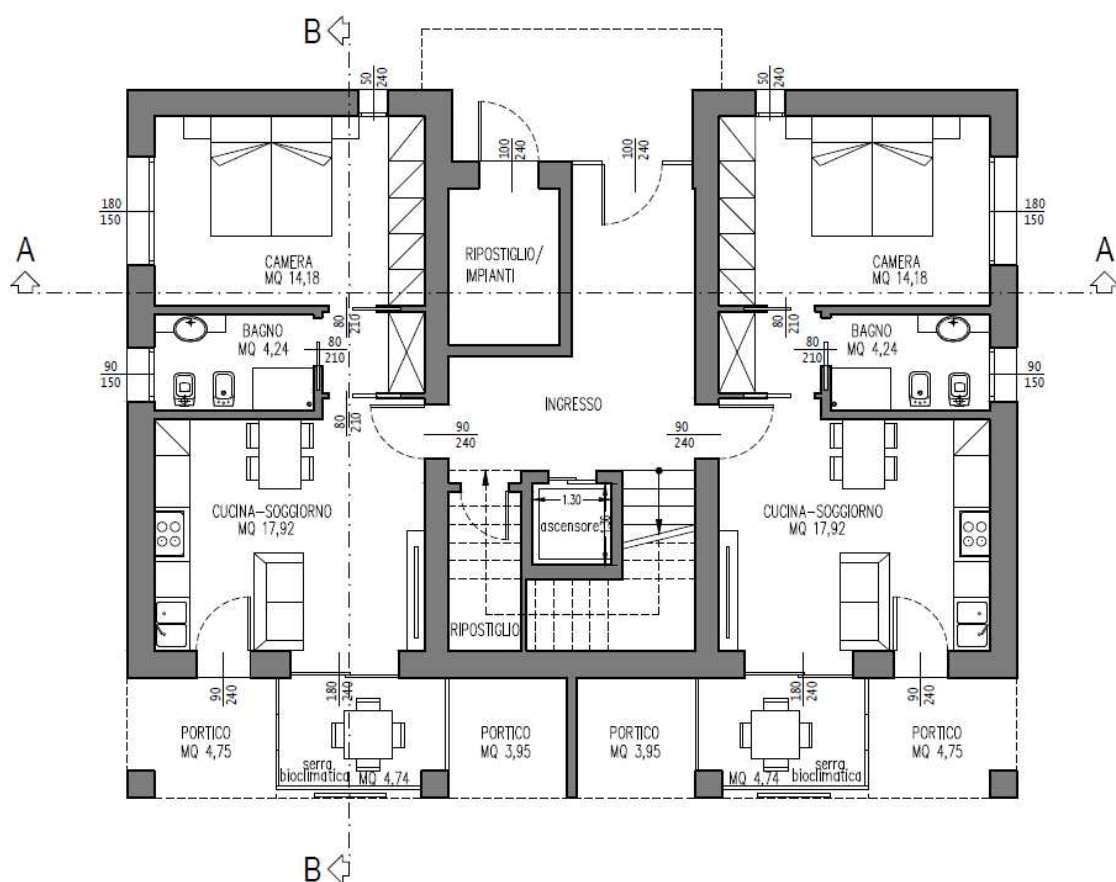


Figura 5: Estratto della pianta del piano terra non in scala

Lo schema distributivo del piano terra è caratterizzato da un ingresso principale collocato sul lato nord del fabbricato, che conduce a un atrio d'ingresso comune. In tale spazio distributivo si trova il vano scala e l'ascensore, elementi necessari per il collegamento verticale ai piani superiori, oltre agli accessi delle due unità abitative presenti nel piano.

Tra gli spazi comuni sono inoltre presenti due locali ripostiglio, uno di essi dotato di accesso diretto dall'esterno mentre l'altro posizionato sul sottoscala ha accesso tramite l'atrio di ingresso; entrambi sono destinati al servizio comune e alla gestione funzionale dell'edificio.

Ciascun appartamento presenta un'organizzazione funzionale ben definita, con una chiara separazione tra zona giorno e zona notte. L'accesso all'unità avviene direttamente nella zona giorno, un ambiente open space cucina-soggiorno, con affaccio verso l'esterno su un portico. Quest'ultimo funge da spazio filtro tra interno ed esterno ed è arricchito dalla presenza di una serra bioclimatica, punto di forza del presente progetto in quanto contribuisce al miglioramento delle prestazioni energetiche e del comfort ambientale.

Inoltre, ciascuna unità al piano terra è dotata di un'area esterna di pertinenza esclusiva, configurata come giardino privato, direttamente connessa alla zona giorno. Questo spazio si sviluppa in continuità con il portico e la serra bioclimatica, rappresentando una naturale estensione all'aperto dell'ambiente interno e ampliando le possibilità d'uso dell'abitazione.

I giardini risultano opportunamente delimitati da una recinzione composta da zoccolo in calcestruzzo e sovrastante ringhiera metallica, al fine di garantire la privacy tra le diverse unità abitative, pur mantenendo una relazione con il contesto esterno.

Proseguendo verso l'interno, un breve disimpegno conduce alla zona notte, composta da una camera matrimoniale e da un bagno.

Gli ambienti di servizio (bagno e cucina) sono allineati verticalmente tra i vari livelli, ottimizzando la distribuzione degli impianti e degli scarichi.

Ai piani primo e secondo lo schema distributivo riprende in maniera pressoché invariata l'impostazione del piano terra, mantenendo il nucleo centrale costituito da vano scala e ascensore e la distribuzione simmetrica delle due unità abitative (*Figura 6*).

La principale differenza rispetto al piano terra riguarda il rapporto con gli spazi esterni. I giardini privati vengono sostituiti da logge, anch'esse direttamente accessibili dalla zona giorno e poste in continuità con la serra bioclimatica.

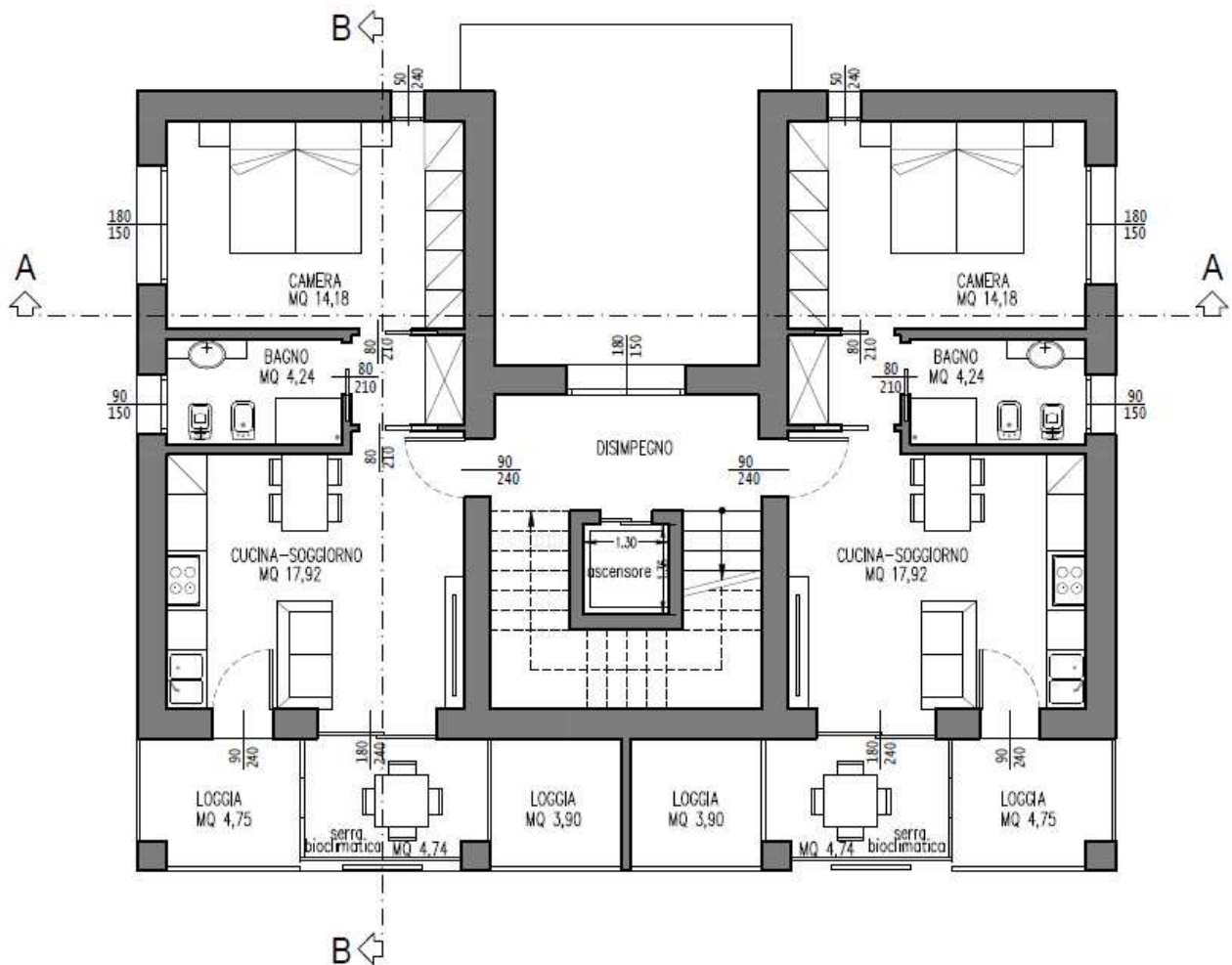


Figura 6: Estratto della pianta del piano primo/secondo non in scala

1.7 La serra bioclimatica

La serra bioclimatica rappresenta l'elemento centrale del progetto, configurandosi come dispositivo architettonico di collegamento tra lo spazio interno ed esterno.

Essa è rappresentata come un volume vetrato posizionato in punti strategici dell'edificio, concepito per ottimizzare i guadagni solari passivi e contribuire alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale. Per garantire una temperatura confortevole anche nel periodo estivo si è pensato di inserire delle schermature solari orientabili in base alle esigenze e alla posizione della luce solare (*Figura 7*).

Attraverso le superfici trasparenti, la radiazione solare penetra all'interno dello spazio serra e viene trasformata in energia termica.

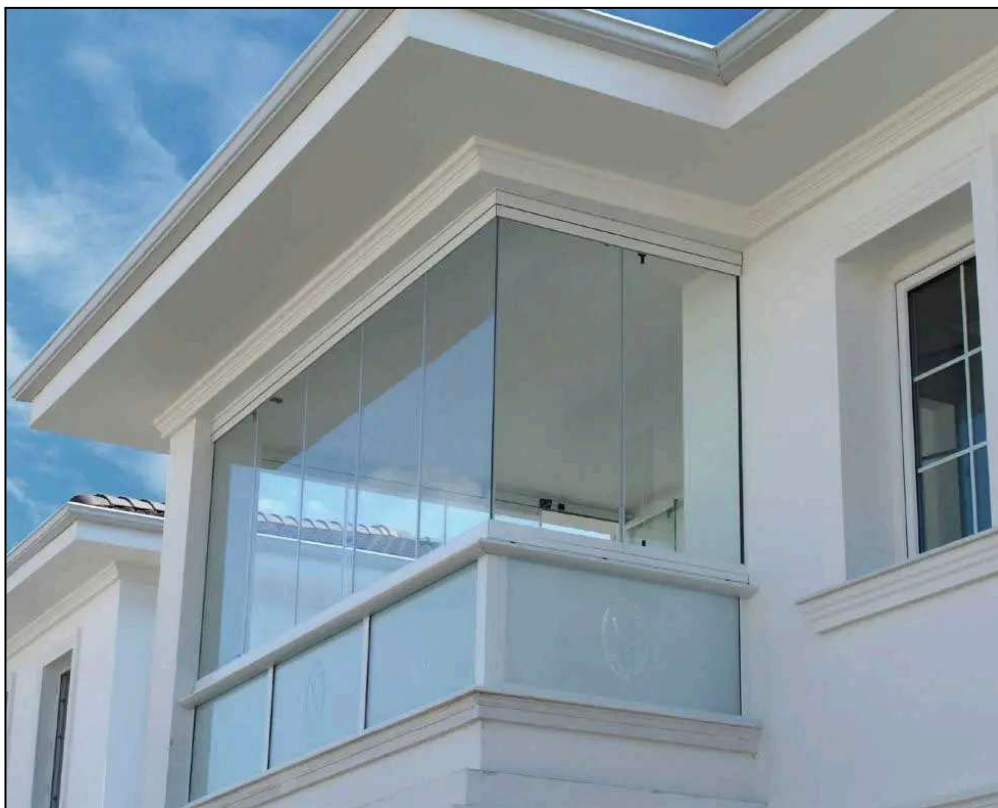


Figura 7: Esempio Serra bioclimatica, (Fonte: www.blogbisacchi.it/verande-per-balcone)

Le disposizioni di riferimento per quanto riguarda le serre bioclimatiche vengono messe in evidenza dal *Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 89 del 29 novembre 2011 della Legge Regionale del Veneto n.14 del 2009*⁵, che disciplina le condizioni per il riconoscimento della serra bioclimatica ai fini urbanistici. In particolare, viene stabilito che tali spazi non vengano considerati nel calcolo della volumetria edilizia, purché siano rispettati precisi requisiti dimensionali, tra cui il limite del 20% della superficie dell'unità immobiliare.

Nel caso di un intervento di nuova costruzione, come quello in oggetto, tale disposizione non implica un'esclusione automatica della serra dal dimensionamento urbanistico complessivo, ma definisce un quadro di condizioni per le quali lo spazio può essere visto come elemento bioclimatico e non come volume edilizio. La serra, infatti, deve mantenere una funzione prevalentemente energetica e climatica, evitando di configurarsi come semplice ampliamento abitabile.

⁵ Legge Regionale 8 luglio 2009, n. 14 "Intervento regionale a sostegno del settore edilizio e per favorire l'utilizzo dell'edilizia sostenibile" (Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto, n. 89 del 29 novembre 2011).

CAPITOLO II

PROGETTO TECNOLOGICO

2.1 Sistema costruttivo in latero-cemento con telaio in C.A.

Nel primo caso è stato scelto il sistema costruttivo tradizionale, ossia realizzato con murature portanti in laterizio e telaio in calcestruzzo che svolgono contemporaneamente funzione portante e di tamponamento (*Figura 8*).



Figura 8: Muratura in laterizio e telaio in C.A

(Fonte: www.poroton.it/news/1325/strutture-miste-muratura-portante)

Le fondazioni dell'edificio sono realizzate mediante plinti in calcestruzzo armato, opportunamente dimensionati in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno e dei carichi trasmessi, poggianti su uno strato di magrone. Essi sono collegati tra loro da travi di collegamento, al fine di migliorare il comportamento della struttura e garantire una maggiore rigidità dell'insieme.

Al di sopra del sistema di fondazione è stato realizzato un solaio controterra dotato di vespaio aerato, ottenuto mediante l'impiego di elementi modulari in plastica, noti come "igloo" (*Figura 9*). Tali elementi sono stati posizionati al fine di garantire una buona ventilazione sottostante l'abitazione e impedire la risalita di umidità.



Figura 9: Esempio "Igloo"

(Fonte: www.flashfond.it/casseri-a-perdere/tipologie/cassero-a-perdere-vespai-aerati-igloo/)

I solai interpiano e il solaio di copertura sono realizzati in latero-cemento (*Figura 10*), una soluzione che combina travetti in calcestruzzo armato con elementi di alleggerimento in laterizio (pignatte).



Figura 10: Solaio in latero-cemento

(Fonte: <https://t2d.it/news/cose-un-solaio-in-laterocemento-tipologie-e-caratteristiche/>)

I pavimenti sono realizzati in gres porcellanato, materiale scelto per la sua elevata resistenza all'usura, facilità di manutenzione e varietà estetica.

Le finestre sono realizzate in legno-alluminio, una soluzione che combina le qualità estetiche e isolanti del legno con la resistenza e la durabilità dell'alluminio. Il lato interno in legno contribuisce al comfort abitativo e all'aspetto estetico degli ambienti, mentre il rivestimento esterno in alluminio garantisce una maggiore protezione dagli agenti atmosferici, riducendo al minimo le operazioni di manutenzione.

Le porte interne sono realizzate in legno listellare, con colore tenue e sono a scomparsa in modo da ottimizzare la superficie calpestabile e non avere l'anta che crea disturbi il passaggio.

Le superfici murarie interne sono rifinite con intonaci tradizionali a base di malta, successivamente rasati e tinteggiati. Analogamente, le facciate esterne sono trattate con intonaco civile e successiva finitura a tinta tenue, scelta progettuale che consente un inserimento armonioso dell'edificio nel contesto urbano e paesaggistico. Le tonalità chiare favoriscono inoltre una migliore riflessione della radiazione solare, contribuendo al contenimento del surriscaldamento estivo.

2.2 Sistema costruttivo con Blocco Cassero in legno-cemento

Nel secondo caso è stato scelto un sistema costruttivo innovativo basato sull'impiego di blocchi cassero in legno cemento tipo Isotex ⁶, che consentono la realizzazione di pareti portanti in calcestruzzo armato con isolamento termico integrato (*Figura 11*).



Figura 11: Muratura con Blocco cassero Isotex

(Fonte: www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2024/02/catalogo-prodotti-isotex-italiano.pdf)

Le fondazioni dell'edificio, così come nel metodo tradizionale, sono realizzate mediante plinti in calcestruzzo armato, opportunamente dimensionati in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno e dei carichi trasmessi, poggianti su uno strato di magrone. Essi sono collegati tra loro da travi di collegamento, al fine di migliorare il comportamento della struttura e garantire una maggiore rigidità dell'insieme.

Al di sopra del sistema di fondazione è stato realizzato un solaio controterra dotato di vespaio aerato, ottenuto mediante l'impiego di elementi modulari in plastica, noti come "igloo". Tali elementi sono stati posizionati al fine di garantire una buona ventilazione sottostante l'abitazione.

⁶ Isotex S.r.l., Catalogo Prodotti Sistema Costruttivo Isotex.
www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2024/02/catalogo-prodotti-isotex-italiano.pdf

La struttura in elevazione, è costituita da pareti realizzate mediante blocchi cassero Isotex in legno cemento. Tali elementi, assemblati a secco, vengono successivamente riempiti con calcestruzzo armato, andando a formare una struttura portante continua. Il sistema consente di integrare in un unico elemento funzione strutturale, isolamento termico e isolamento acustico, migliorando le prestazioni energetiche complessive dell'edificio e riducendo i ponti termici.

I solai interpiano e il solaio di copertura sono realizzati anch'essi con blocchi cassero Isotex (Figura 12).



Figura 12: Esempio solaio con Blocco cassero Isotex

(Fonte: www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2024/02/catalogo-prodotti-isotex-italiano.pdf)

Per quanto riguarda le finiture interne ed esterne si sono mantenute invariate quelle del caso tradizionale descritto precedentemente.

Gli impianti, sia nel caso tradizionale che in questo innovativo è possibile realizzarli tramite le tracce sulle murature, con addirittura un beneficio in questo metodo con i blocchi cassero perché offre un alloggio più solido per tubazioni e cassette.

2.2.1 Blocco cassero Isotex proprietà

Il blocco cassero Isotex rappresenta un sistema costruttivo innovativo impiegato nella realizzazione di edifici ad alta efficienza energetica. Si tratta di un elemento prefabbricato in legno-cemento mineralizzato che funge contemporaneamente da cassetta a perdere, isolamento termico e supporto per la struttura portante in calcestruzzo armato. Nel seguente progetto si è scelto di utilizzare il Blocco Cassero Isotex HDIII 44/20 (*Figura 13*).



Figura 13: Blocco cassero Isotex HDIII 44/20

Questo sistema consente di integrare in un unico componente funzioni che tradizionalmente sono affidate a più strati costruttivi distinti, come la muratura portante, l'isolamento e il rivestimento.

Il materiale di base è costituito da legno di abete di recupero sminuzzato e mineralizzato, legato con cemento a ridotte emissioni di CO₂. Il processo di mineralizzazione rende il legno inattaccabile da agenti biologici, resistente al fuoco e stabile nel tempo. All'interno del blocco è presente una cavità centrale destinata al getto di calcestruzzo armato, mentre sul lato interno o esterno viene inserito un pannello isolante, generalmente in polistirene espanso, che migliora le prestazioni termiche complessive della parete.

Dal punto di vista costruttivo, i blocchi vengono posati a secco, senza l'utilizzo di malta, e successivamente armati con barre di acciaio secondo il progetto strutturale. Una volta completata la posa, si procede al getto del calcestruzzo all'interno delle cavità.

Le prestazioni termiche del sistema sono particolarmente elevate, grazie alla continuità dell'isolamento e all'assenza di ponti termici significativi. I valori di trasmittanza possono raggiungere livelli molto bassi, rendendo il sistema idoneo alla realizzazione di edifici a energia quasi zero (NZEB). Inoltre, la presenza di massa dovuta al calcestruzzo garantisce un'elevata inerzia termica, migliorando il comportamento estivo dell'edificio e contribuendo al comfort abitativo.

Dal punto di vista acustico, le pareti realizzate con blocchi cassero Isotex offrono buoni livelli di isolamento, grazie alla combinazione di massa e struttura stratificata.

Anche la resistenza al fuoco è un punto di forza del sistema, che può raggiungere classi elevate di resistenza, rendendolo adatto anche ad edifici pubblici o con requisiti di sicurezza stringenti (*Figura 14*). Questa tipologia di blocco offre rassicurazioni in caso di incendio, sia che provenga dall'interno che dall'esterno dell'edificio per garantire la massima qualità e sicurezza degli edifici: REI120 per pareti in blocco e REI240 per solai (senza intonaci).



Figura 14: Resistenza al fuoco Blocco cassero Isotex

Per quanto riguarda invece la resistenza del fuoco si è notato tramite un test fondamentale a seguito del violento incendio di Londra (2017) e dei più recenti di Milano (*Figura 15*) e Valencia che la struttura ISOTEX non emana gas tossici.



Figura 15: Incendio Torre del Moro Milano 2021

Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal comportamento antisismico. La struttura in calcestruzzo armato continuo garantisce una buona risposta alle sollecitazioni sismiche, con una distribuzione uniforme dei carichi e un comportamento scatolare dell'edificio. Questo rende il sistema adatto all'utilizzo in zone a rischio sismico.

Dal punto di vista della sostenibilità, il sistema Isotex utilizza materiali naturali e riciclabili e può contribuire al raggiungimento di certificazioni ambientali. Tutta la gamma di prodotti ISOTEX viene realizzata seguendo i principi della sostenibilità e dell'economia circolare.

La prefabbricazione e la semplicità di posa permettono inoltre di ridurre i tempi di costruzione e gli sprechi in cantiere, migliorando l'efficienza complessiva del processo edilizio.

Nel caso specifico per questo progetto essendo stato scelto il blocco cassero HDIII 44/20 si possono notare le caratteristiche specifiche nella scheda tecnica ⁷ qua di seguito (Figura 16).



Figura 16: Scheda tecnica blocco HDIII 44/20

⁷ Isotex S.r.l., Scheda tecnica del blocco Isotex HDIII 44/20

<https://www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2025/09/scheda-tecnica-del-blocco-isotex-hd-iii-44-20-gr.pdf>

CAPITOLO III

CONFRONTO TRA I DUE SISTEMI COSTRUTTIVI

In questo capitolo si affronta la comparazione tra una struttura realizzata con il metodo tradizionale, rispetto ad una realizzata con il sistema innovativo individuando vantaggi e svantaggi. Il confronto è stato svolto prendendo in esame quattro aspetti: il processo realizzativo in cantiere; la durabilità e manutenzione; il comportamento strutturale; la sostenibilità e la bioedilizia.

3.1 Analisi di cantiere e processo costruttivo

Il sistema costruttivo a telaio in C.A. tradizionale

Questo sistema è realizzato con un telaio di pilastri in calcestruzzo armato e da una muratura in laterizio di tamponamento a cui viene applicato un cappotto esterno con funzione isolante. Per far sì che tutte queste fasi del cantiere si svolgano in modo ottimale c'è bisogno di un'attenta coordinazione e supervisione da parte del direttore lavori su tutte le figure professionali, questo per garantire un'opera finale ottimale.

La fase iniziale consiste nella realizzazione del telaio strutturale, dove vengono posizionati e fissati dei casseri e delle armature metalliche per far da contenimento al successivo getto di calcestruzzo che formerà i pilastri. Una volta gettato e atteso il tempo di maturazione necessario allora si potrà procedere con la rimozione dei casseri.

Successivamente, dopo aver eseguito il tracciamento per stabilire la posizione delle pareti, sia i muri perimetrali che le tamponature interne verranno realizzate in laterizio con l'impiego di malta cementizia.

Tutto ciò comporta un livello di attenzione superiore nell'esecuzione dei giunti e un'attesa maggiore per permettere la maturazione della malta e del calcestruzzo.

Una volta terminata anche la fase di realizzazione delle pareti di muratura e dei solai si può procedere con l'esecuzione delle tracce, dove verranno posizionati successivamente gli impianti. Questa lavorazione, oltre che a richiedere abbastanza tempo crea un indebolimento localizzato della parete, da tenere in considerazione in fase di progettazione.

Poi si procede con l'intonacatura di fondo del muro, interna ed esterna, stendendo uno strato di intonaco grezzo; nel lato esterno serve per andare a preparare la base per applicare il cappotto.

Il sistema a cappotto prevede l'incollaggio di pannelli isolanti (nel nostro caso con EPS grafite), seguito dalla tassellatura meccanica, che è necessaria per permettere all'isolante di resistere agli agenti atmosferici (principalmente il vento) e alle differenze termiche. Successivamente si realizza una rasatura armata mediante l'applicazione di una rete in fibra di vetro immersa in apposito strato di rasante. Questa operazione richiede molto tempo e contemporaneamente delle condizioni meteo favorevoli, un elevato numero di lavoratori e un ponteggio nel caso di altezze superiori ai 2 metri. È inoltre importante evidenziare come tutte queste condizioni implicano innanzitutto un livello di organizzazione elevato, ma anche un notevole costo economico per il cantiere.

Infine, si procede con la tinteggiatura delle pareti, eseguita solo dopo la completa asciugatura degli strati sottostanti.

Il sistema Isotex

Questo sistema costruttivo è stato pensato per ottimizzare i tempi e integrare più fasi operative in meno lavorazioni. In particolare, esso ci dà la possibilità di accorpate in un'unica operazione sia le funzioni strutturali che quelle di isolamento termico; questo permette una riduzione dei tempi di lavorazione, delle interferenze tra maestranze e riduce il livello di complessità del cantiere.

La fase iniziale consiste nella posa a secco dei blocchi cassero, che non richiedono l'impiego di malta. Questi elementi, essendo realizzati con maggior precisione dimensionale e da un sistema di incastri, permette di velocizzare i tempi di elevazione delle pareti e non serve attendere nessun tempo di maturazione.

Una volta terminata anche questa fase, nella parte vuota interna ai blocchi vengono posizionate le armature metalliche e poi si esegue il getto nello spazio interno rimanente. Il blocco in legno-cemento svolge la funzione di cassero a perdere, eliminando la necessità delle operazioni di disarmo e contribuendo alla semplificazione del processo costruttivo.

Un altro elemento distintivo del sistema è rappresentato dall'isolante, realizzato in questo caso in EPS additivato con grafite, il quale è già incorporato nel blocco, rendendo superflue le successive lavorazioni di posa del cappotto, quali incollaggio e tassellatura, tipiche dei sistemi tradizionali (che richiederebbero tempi molto lunghi).

Per quanto riguarda la realizzazione degli impianti, le tracce possono essere facilmente eseguite nello strato di legno-cemento, senza compromettere il nucleo strutturale in calcestruzzo.

Infine, si procede con l'intonacatura e la successiva tinteggiatura delle pareti una volta che si è asciugato lo strato di intonaco.

3.2 Durabilità e manutenzione

Un aspetto spesso sottovalutato ma di fondamentale importanza nella valutazione complessiva di un sistema costruttivo riguarda la durabilità nel tempo e i relativi costi di manutenzione lungo il ciclo di vita dell'edificio. Infatti, un fabbricato ben progettato e realizzato garantisce un maggior tempo di utilizzo e un ridotto numero di interventi di manutenzione.

Il sistema costruttivo a telaio in C.A. tradizionale

La finitura esterna risulta generalmente più esposta a sollecitazioni e ad agenti atmosferici. In particolare, il rivestimento superficiale può essere soggetto a danneggiamenti causati da eventi atmosferici intensi, quali grandinate, oppure da urti accidentali e fenomeni di degrado localizzato.

La manutenzione di un edificio realizzato con metodo tradizionale riguarda per lo più il sistema a cappotto, il quale per mantenere le proprie qualità estetiche e funzionali ha bisogno di essere ritinteggiato all'incirca ogni 10/15 anni, con a volte interventi di ripristino dello strato di rasante.

Un ulteriore aspetto riguarda la sensibilità ai fenomeni di degrado superficiale, quali la formazione di alghe, muffe e annerimenti, particolarmente frequenti in facciate esposte a nord o in ambienti umidi (*Figura 17*). Per risolvere questo problema è necessario lavare spesso le pareti o applicarci degli appositi prodotti antimuffa. Questo comporta notevole manutenzione e nel lungo periodo anche dei costi significativi.



Figura 17: Degrado del sistema a cappotto

(Fonte: <https://espertocasaclima.com/2023/10/27/cappotto-il-problema-delle-facciate-che-diventano-verdi/>)

Il sistema Isotex

Presenta caratteristiche di maggiore robustezza e durabilità della facciata. La presenza di uno strato esterno in legno-cemento mineralizzato conferisce alla superficie una resistenza meccanica elevata, paragonabile a quella di una muratura piena, rendendola meno suscettibile a danneggiamenti dovuti a urti, agenti atmosferici o azioni biologiche (muffe e alghe).

Dal punto di vista della manutenzione, la natura mineralizzata del supporto e la maggiore stabilità del sistema consentono di ridurre sensibilmente la frequenza degli interventi nel tempo. Le finiture applicate su tale supporto presentano infatti una migliore adesione e una maggiore durabilità, con conseguente allungamento dei cicli manutentivi rispetto ai sistemi tradizionali. Ciò si traduce in una riduzione dei costi complessivi di gestione e in una maggiore affidabilità dell'involucro edilizio nel lungo periodo.

3.3 Comportamento strutturale

L'analisi del comportamento strutturale e sismico rappresenta un aspetto centrale nella valutazione dei sistemi costruttivi, in quanto incide direttamente sulla sicurezza dell'edificio e sulla sua capacità di resistere alle azioni dinamiche provocate da eventi sismici.

Il sistema costruttivo a telaio in C.A. tradizionale

Nelle strutture a telaio, l'ossatura portante (travi e pilastri) assorbe tutti i carichi e le forze sismiche concentrandoli nei nodi strutturali. I tamponamenti sono pareti non strutturali che servono solo a chiudere l'edificio, ma durante un terremoto possono interagire con il telaio modificandone la rigidezza. Durante un evento sismico, le deformazioni si concentrano prevalentemente nel telaio strutturale, mentre i tamponamenti possono subire danni anche significativi, quali fessurazioni o distacchi (*Figura 18*), rappresentando una delle principali criticità in termini di sicurezza e costi di ripristino.

Per quanto riguarda i solai, l'impiego di solai in laterocemento comporta un peso sostanziale che va a gravare sugli elementi portanti come i pilastri, i cordoli, le fondazioni ecc...

Infine, oltre al contributo in termini di carico gravitazionale, i solai svolgono un ruolo fondamentale nella risposta sismica globale dell'edificio consentendo di distribuire uniformemente le forze orizzontali del terremoto tra tutti i pilastri e i telai portanti, proporzionalmente alla loro rigidezza. Tuttavia, se i collegamenti tra solaio, cordoli e pilastri non sono adeguatamente dimensionati, l'elevata massa sismica del laterocemento può generare forti sollecitazioni localizzate, amplificando il rischio di collassi parziali o l'innescare di meccanismi di danno localizzati proprio in corrispondenza dei nodi strutturali precedentemente descritti.



Figura 18: Degrado dal sisma su muri in laterizio

(Fonte: www.labtecdesign.com/meccanismo-ad-arco-con-degrado-di-resistenza-per-la-verifica-dellespulsione-fuori-piano-delle-tamponature/)

Il sistema costruttivo Isotex

Invece si basa su una concezione strutturale differente è assimilabile a un sistema a pareti portanti in calcestruzzo armato. Le pareti realizzate con blocchi cassetto, una volta gettato il calcestruzzo e inserite le armature, si comportano come elementi continui, conferendo all'edificio una configurazione scatolare caratterizzata da elevata rigidità.

Questo comportamento consente una distribuzione più uniforme delle azioni sismiche e una riduzione delle deformazioni locali. Di conseguenza, gli elementi non strutturali, quali tramezzi e tamponamenti interni, risultano meno soggetti a danneggiamenti durante un evento sismico, con benefici sia in termini di sicurezza sia di riduzione dei costi post-evento.

Un ulteriore elemento di vantaggio è rappresentato dalla cosiddetta armatura diffusa. A differenza dei sistemi tradizionali, nei quali l'armatura è concentrata in elementi puntuali come i pilastri, il sistema a cassero consente di distribuire le armature lungo l'intera parete, in funzione delle esigenze di calcolo strutturale. Questo permette una maggiore libertà nella progettazione architettonica, in particolare per quanto riguarda la disposizione e l'ampiezza delle aperture.

Per quanto riguarda i solai, l'impiego di casseri in legno-cemento consente una riduzione del peso rispetto ai tradizionali solai in laterocemento. Questo comporta una riduzione delle forze agenti sugli elementi portanti durante un sisma, con effetti positivi sulla risposta globale della struttura e sulle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni.

Sebbene il solo nucleo strutturale grezzo in laterocemento sia più leggero (360 kg/m^2 contro i 445 kg/m^2 dell'Isotex), il confronto a solaio finito ribalta i valori a favore della tecnologia in legno-cemento. Per eguagliare i medesimi requisiti acustici e termici, il solaio tradizionale richiede l'aggiunta di pesanti strati isolanti e massetti supplementari, raggiungendo un peso finito di circa 617 kg/m^2 . Al contrario, la soluzione Isotex, sfruttando l'isolamento nativo del blocco, ottimizza i carichi non strutturali fermando il bilancio complessivo a 566 kg/m^2 e riducendo così dell'8% la massa sismica totale gravante sull'edificio.

3.4 Sostenibilità e bioedilizia

La valutazione della sostenibilità ambientale dei sistemi costruttivi richiede un approccio basato sull'analisi del ciclo di vita, che considera l'impatto ambientale dei materiali e delle tecnologie adottate dalla fase di produzione fino allo smaltimento dei materiali di scarto dell'edificio una volta terminata la propria vita. In questo contesto, il confronto tra il sistema tradizionale con cappotto esterno e il sistema a blocchi cassero Isotex evidenzia differenze rilevanti in termini di origine dei materiali, conformità normativa e gestione del fine vita.

Il sistema costruttivo a telaio in C.A. tradizionale

Il laterizio, pur essendo un materiale naturale, richiede processi di cottura ad alte temperature con conseguente consumo energetico ed emissioni di CO₂ nell'atmosfera. A ciò si aggiungono i materiali isolanti del cappotto che richiedono smaltimento specifico.

Dal punto di vista normativo, il rispetto dei CAM⁸ (Criteri Ambientali Minimi), risulta più complesso, in quanto richiede una selezione più dettagliata dei materiali. Non tutti i sistemi a cappotto tradizionali soddisfano automaticamente tali requisiti, rendendo necessario un controllo puntuale delle certificazioni dei singoli componenti.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) per indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso acquisti pubblici sostenibili. La loro applicazione è obbligatoria per legge (Art. 57 del D.Lgs. 36/2023) in tutte le gare d'appalto pubbliche e si articola in specifiche tecniche di base e criteri premiali. L'obiettivo primario dei CAM è ridurre l'impatto ambientale delle attività istituzionali, promuovere l'economia circolare e favorire la diffusione di tecnologie e materiali innovativi a basso consumo di risorse.

⁸ Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 "Codice dei contratti pubblici", art. 57, comma 2 – Criteri Ambientali Minimi (CAM).

Per quanto riguarda la fase di fine vita, il sistema presenta criticità legate alla natura composita e fortemente aderente degli strati. L'isolante incollato al supporto in laterizio rende difficile la successiva separazione dei materiali, limitando le possibilità di riciclo e favorendo, nella maggior parte dei casi, il conferimento in discarica.

Il sistema Isotex

Si caratterizza per un approccio più sostenibile già a partire dalla composizione dei materiali. Il legno-cemento è infatti ottenuto utilizzando legno di recupero, proveniente principalmente da scarti di segheria, successivamente mineralizzato mediante miscelazione con cemento Portland. Questo consente di valorizzare prodotti che sarebbero stati gettati, riducendo l'impatto ambientale complessivo. Dal punto di vista delle certificazioni ambientali, il sistema risponde in maniera più diretta ai requisiti previsti dai CAM, grazie all'elevato contenuto di materiale riciclato e alla natura dei componenti impiegati.

Infine una volta terminata la vita della struttura, la natura monolitica e mineralizzata del sistema costituisce un ulteriore punto di forza. La parete, composta da materiali compatibili tra loro, può essere più facilmente trattata come inerte da demolizione, favorendo il recupero e il riciclo rispetto ai sistemi stratificati tradizionali. L'assenza di collanti chimici tra strati semplifica infatti le operazioni di separazione e gestione dei rifiuti.

3.5 Confronto tra le due tecnologie: dettagli costruttivi

Al fine di andare ad analizzare nello specifico i due sistemi costruttivi, si procederà con l'illustrazione e la spiegazione dei vari dettagli costruttivi.

3.5.1 Nodo fondazione e solaio piano terra

Sistema con telaio in C.A.

Il primo dettaglio che andremo a considerare è il nodo tra la fondazione a plinti, il solaio controterra, il muro perimetrale dell'edificio e la pavimentazione esterna (Figura 19).

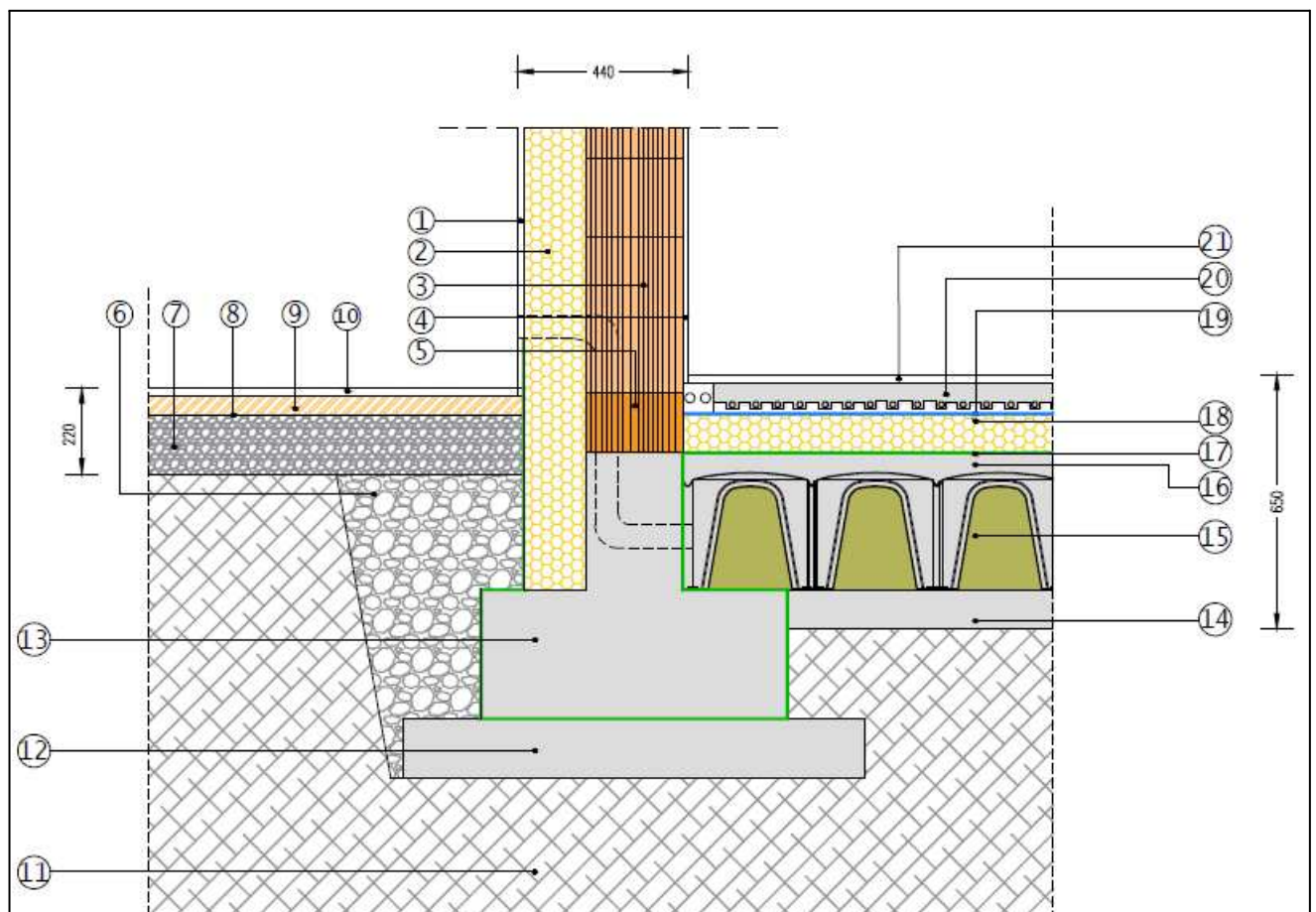


Figura 19: Sistema a telaio in C.A. nodo fondazione-parete perimetrale-solaio controterra-pavimentazione esterna

La fondazione è realizzata a trave rovescia, nello specifico è stato steso inizialmente uno strato di magrone dello spessore di 15 cm su cui poggia il plinto realizzato in calcestruzzo armato dell'altezza di 68 cm; attorno ad esso è stata posizionata una guaina impermeabilizzante per impedire all'acqua di risalire la fondazione in calcestruzzo e danneggiare la parete in laterizio.

Il solaio controterra è composto inizialmente da uno strato di magrone dello spessore di 10 cm su cui poggiano degli elementi modulari in plastica riciclata che prendono il nome di "Igloo" dall'altezza di circa 30 cm. Essi servono a mantenere una ventilazione costante sotto il solaio in modo da impedire la risalita di umidità e ridurre il rischio di accumulo di gas Radon. Sopra questi elementi modulari viene gettata una soletta in calcestruzzo per andare a formare una cappa dallo spessore di 5 cm.

Al di sopra di questa soletta in calcestruzzo troviamo una membrana impermeabilizzante, sempre per impedire la risalita di acqua, un pannello isolante in XPS dello spessore di 10 cm e una soprastante barriera vapore con la funzione di limitare la migrazione del vapore acqueo tra i vari strati del solaio, così da evitare che si formi la condensa interstiziale.

Successivamente viene gettato un massetto, dello spessore di 8 cm, dove al suo interno vengono inseriti i tubi per il riscaldamento a pavimento e i tubi per far passare l'acqua ad uso sanitario; nei perimetri delle stanze inoltre sono previste delle canalette per permettere il passaggio dell'impianto elettrico. Infine viene rifinito il tutto con l'incollaggio della pavimentazione in gres.

La parete verticale invece è realizzata con telaio in calcestruzzo, muratura di tamponamento in laterizio dello spessore di 25 cm e cappotto esterno dello spessore di 16 cm in EPS grafite; il tutto rifinito sia internamente che esternamente da uno strato di intonaco.

Si può notare che il primo corso di blocchi in laterizio, non è realizzata da blocchi tradizionali ma da blocchi in laterizio che integrano al loro interno un isolante termico, prendono il nome di Normablok che identifica una specifica linea di prodotti commerciali brevettati, i quali hanno una minor conducibilità termica, riducendo la formazione di ponti termici in corrispondenza dell'attacco a terra della muratura, delle dispersioni energetiche e del rischio di condense superficiali.

La pavimentazione esterna è di tipo drenante, realizzata con uno strato di ghiaione a ridosso del plinto di fondazione così da fare defluire l'acqua verso l'esterno, da un soprastante strato di ghiaino dalla pezzatura più fine rispetto a quello messo precedentemente ed infine viene steso uno strato di allettamento su cui verrà posata la pavimentazione drenante.

Sistema con blocco cassero in legno cemento (Figura 20).

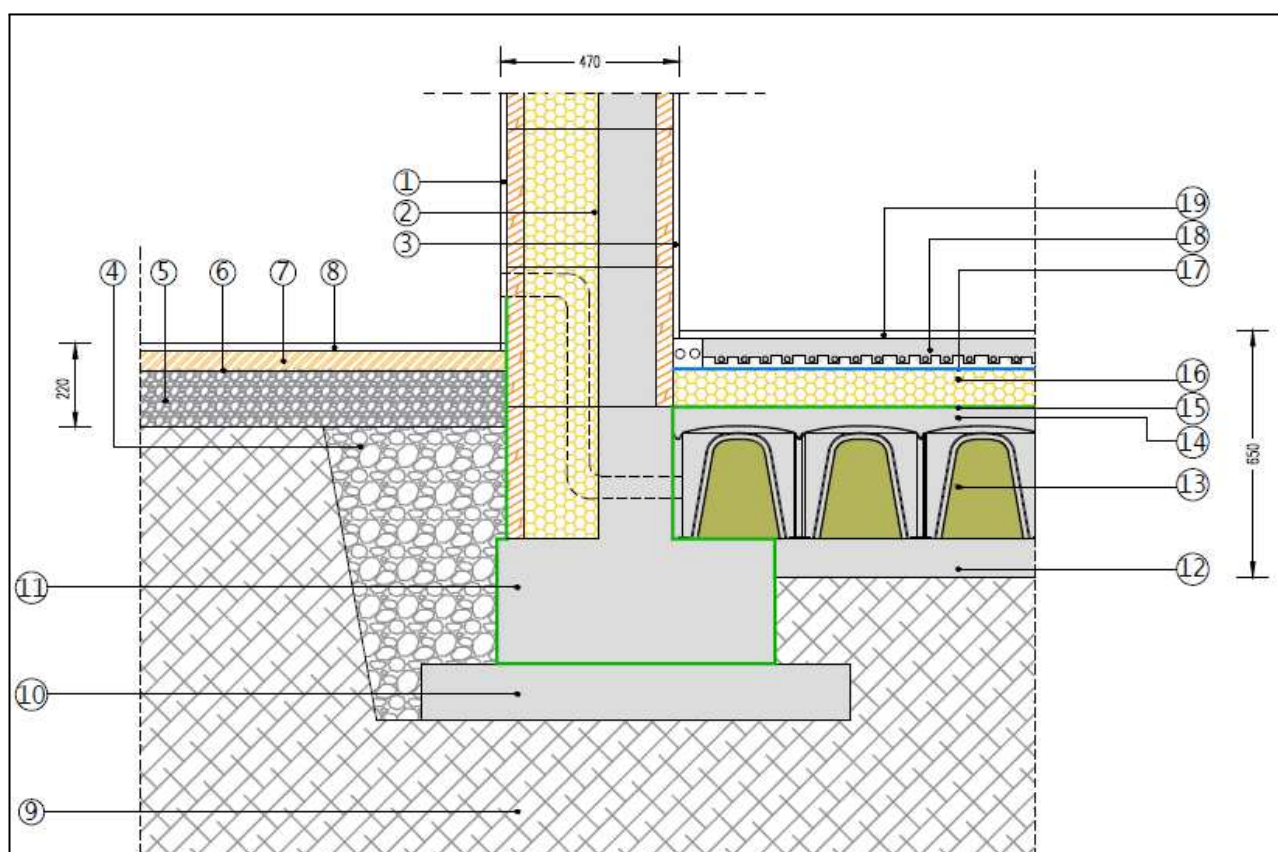


Figura 20: Sistema con blocco cassero in legno cemento, nodo fondazione-parete perimetrale-solaio controterra-pavimentazione esterna

Nel dettaglio illustrato in figura si può notare come rimangano invariate al nodo tradizionale le stratigrafie del solaio controterra, della pavimentazione esterna e della fondazione, l'unica eccezione è fatta dal muro perimetrale.

Il muro perimetrale è stato realizzato con Blocchi Cassero Isotex HDIII 44/20. Descrivendo la stratigrafia partendo dall'interno e andando verso l'esterno troviamo, uno strato di intonaco, il getto di calcestruzzo interno al blocco cassero dallo spessore di 15 cm, il pannello isolante dello spessore di 20 cm, anch'esso facente sempre parte del blocco cassero, ed infine uno strato di intonaco esterno.

3.5.2 Nodo parete esterna e solaio intermedio

Sistema con telaio in C.A.

Il terzo dettaglio costruttivo che prendiamo in esame è il nodo tra il muro perimetrale dell'edificio ed il solaio interpiano (*Figura 21*).

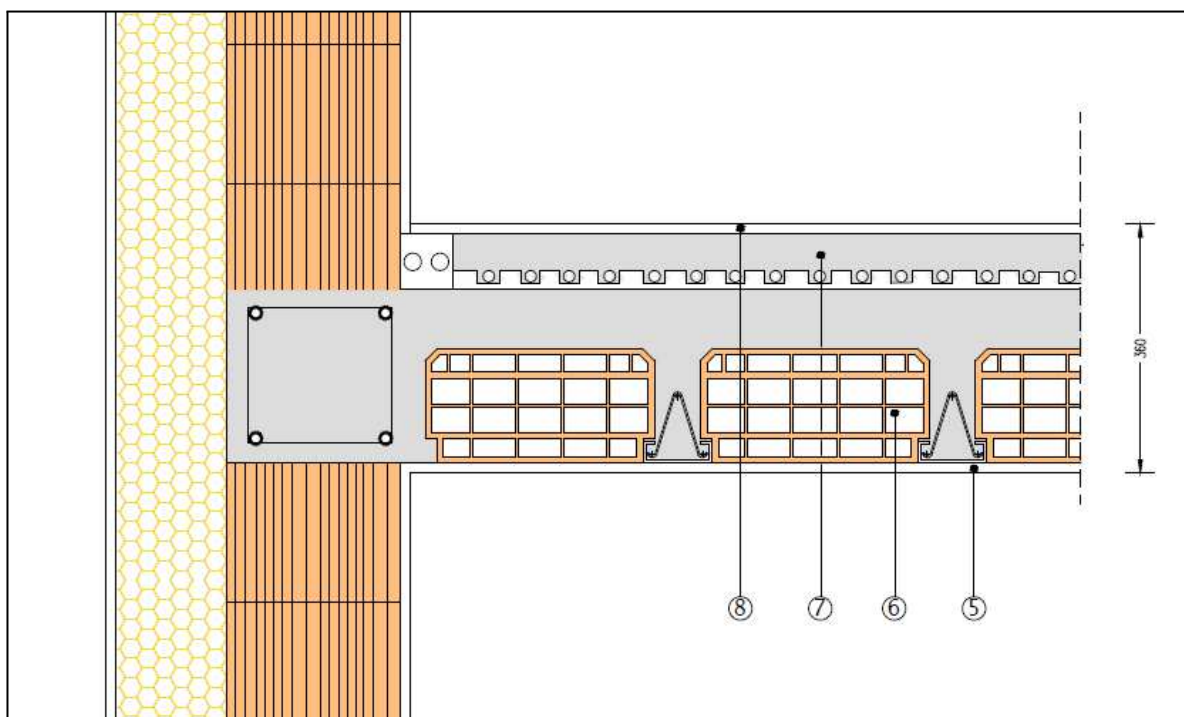


Figura 21: Sistema a telaio in C.A. nodo parete perimetrale-solaio interpiano

Il muro perimetrale ha la medesima stratigrafia del dettaglio costruttivo 1 descritto precedentemente.

Il solaio interpiano invece è realizzato in latero-cemento: partendo dal basso verso l'alto troviamo inizialmente uno strato di intonaco, poi il solaio strutturale dello spessore di 25 cm composto da pignatte e travetti prefabbricati, entrambi immersi in un getto di calcestruzzo, ed infine troviamo il massetto dello spessore di 8 cm in cui sono annegati i tubi per l'impianto idrico e la serpentina per il riscaldamento a pavimento e nella parte soprastante è incollata la pavimentazione in gres.

Per quanto riguarda il punto di incrocio tra muratura e solaio è previsto un cordolo in calcestruzzo armato con dei ferri di armatura che collegano le due parti strutturali. Al fine di non generare alcun ponte termico il cappotto esterno è stato realizzato senza interruzioni dovute al cordolo ma coprendolo interamente.

Sistema con blocco cassero in legno cemento (Figura 22).

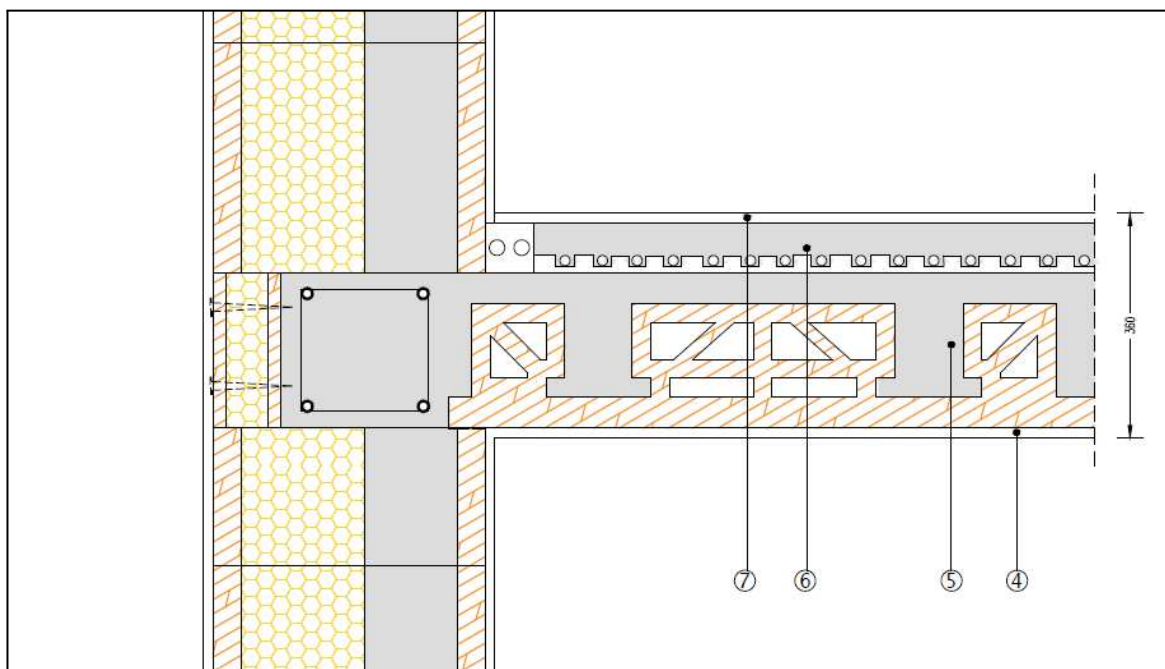


Figura 22: Sistema con blocco cassero in legno cemento nodo parete perimetrale-solaio interpiano

La parete perimetrale corrisponde esattamente a quella descritta nel dettaglio costruttivo 2.

Il solaio invece, è realizzato tramite blocchi cassero Isotex. L'analisi della sezione dal basso verso l'alto evidenzia, uno strato di intonaco, un pannello solaio Isotex, ossia un elemento in legno-cemento mineralizzato con funzione di cassero a perdere (Figura 23), sagomato per la formazione di travetti strutturali paralleli, una cappa collaborante in getto di completamento in calcestruzzo strutturale con rete elettrosaldata, una massetto per ospitare gli impianti e la serpentina per il riscaldamento a pavimento ed infine il pavimento in gres.



Figura 23: Esempio blocco cassero solaio

Anche in questo caso come nel dettaglio precedente, il nodo strutturale di collegamento avviene tramite il cordolo in calcestruzzo armato; per evitare il ponte termico si è deciso di tamponare il cordolo esternamente con del materiale isolante come il celenit.

3.5.3 Nodo parete esterna e solaio di copertura

Sistema con telaio in C.A.

Il quinto dettaglio costruttivo che prendiamo in esame è il nodo tra il muro perimetrale dell'edificio ed il solaio di copertura (*Figura 24*).

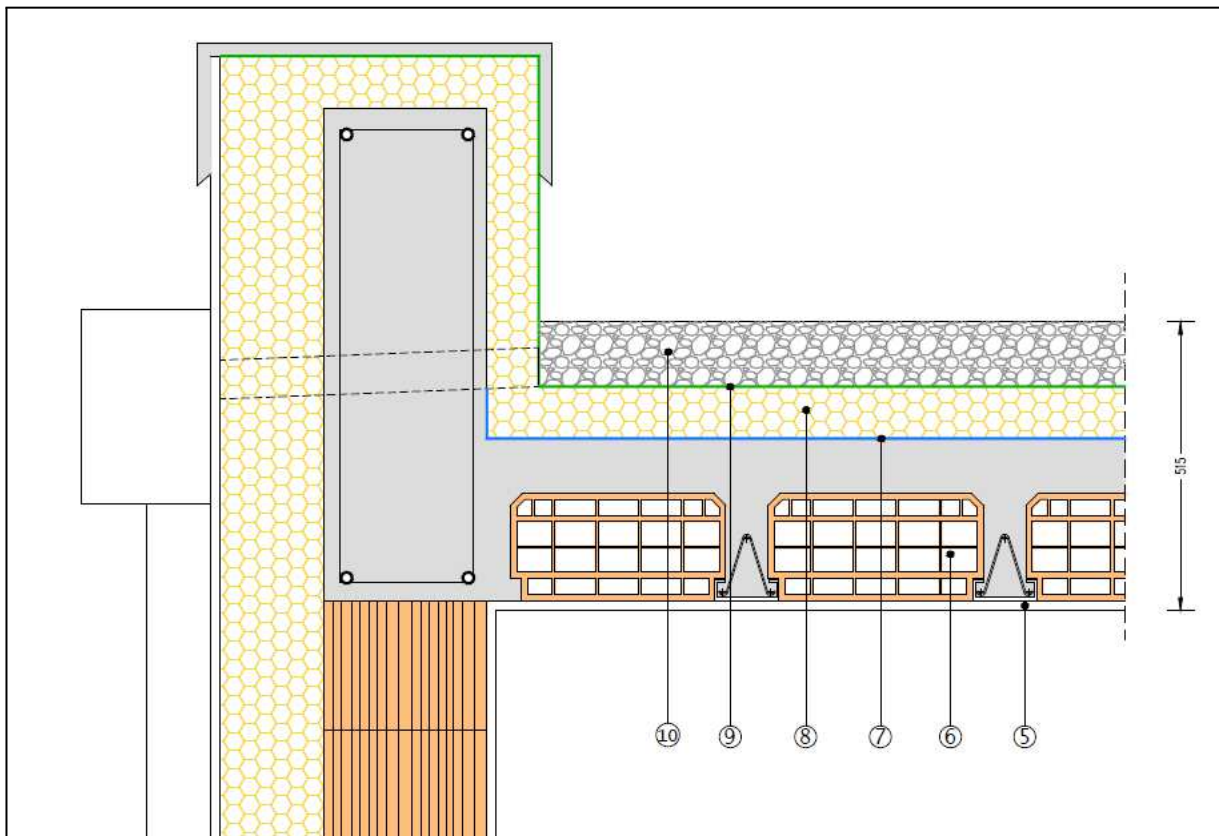


Figura 24: Sistema a telaio in C.A. nodo parete perimetrale-solaio copertura

Il solaio di copertura del tetto piano è realizzato con un solaio in latero-cemento. Analizzando la stratigrafia della copertura partendo dal basso verso l'alto troviamo uno strato di intonaco, un solaio in latero-cemento con pignatte e travetti, il getto di calcestruzzo che ricopre gli elementi precedenti e si collega con il cordolo posto sopra la parete perimetrale, una barriera vapore, un pannello isolante Poliiso SB dallo spessore di 8 cm, una guaina impermeabilizzante Novater SP FR Mineral ed uno strato di ghiaino dallo spessore di 10 cm.

Il Poliiso SB ⁹ è un pannello termico formato da schiuma Polyiso rigida, a celle chiuse, espansa fra due supporti: faccia superiore in velo vetro bitumato e faccia inferiore in velo vetro saturato mineralizzato.

La membrana Novater SP FR Mineral ¹⁰ è una membrana bitume-polimero elastoplastomerica ad altissime prestazioni. La sigla FR indica la presenza di speciali additivi ritardanti di fiamma nella mescola bituminosa.

Si è deciso di utilizzare il pannello isolante Poliiso SB e la guaina impermeabilizzante Novater in quanto in copertura verranno installati i pannelli fotovoltaici e in base alle nuove linee guida dei Vigili del Fuoco ¹¹ devono avere la certificazione di resistenza al fuoco Broof ; entrambi questi materiali sono dotati di certificazione Broof (t2). Questa classificazione attesta che l'azione combinata dell'isolante termico e del manto impermeabile impedisce la propagazione del fuoco sulla superficie del tetto e la penetrazione della fiamma negli strati sottostanti.

Per evitare il ponte termico in prossimità del cordolo e del muretto di contenimento si è deciso di far girare l'isolante attorno ad esso, sopra al quale è stata posizionata anche una scossalina per proteggere l'isolante dagli agenti atmosferici e per garantire la durata nel corso degli anni.

⁹ Ediltec S.r.l., Poliiso SB HD – Scheda tecnica

<https://italy.ediltec.com/it/prodotto/poliuretano-espanso/poliiso-sb-hd>

¹⁰ Soprema Italia S.r.l., Novater SP FR Mineral – Scheda tecnica

<https://www.soprema.it/it/product/novater-sp-fr-4-0-mm-mineral>

¹¹ Ministero dell'Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Nota DCPREV prot. n. 14030 del 1° settembre 2025 “Linee guida per l’installazione e la gestione in sicurezza di impianti fotovoltaici”.

<https://mauromalizia.it/wp-content/uploads/linea-guida-impianti-fotovoltaici-edizione-2025.pdf>

Sistema con blocco cassero in legno cemento

Il sesto dettaglio costruttivo riguarda il medesimo nodo, ma con la differenza che è stato realizzato nel metodo innovativo (*Figura 25*)

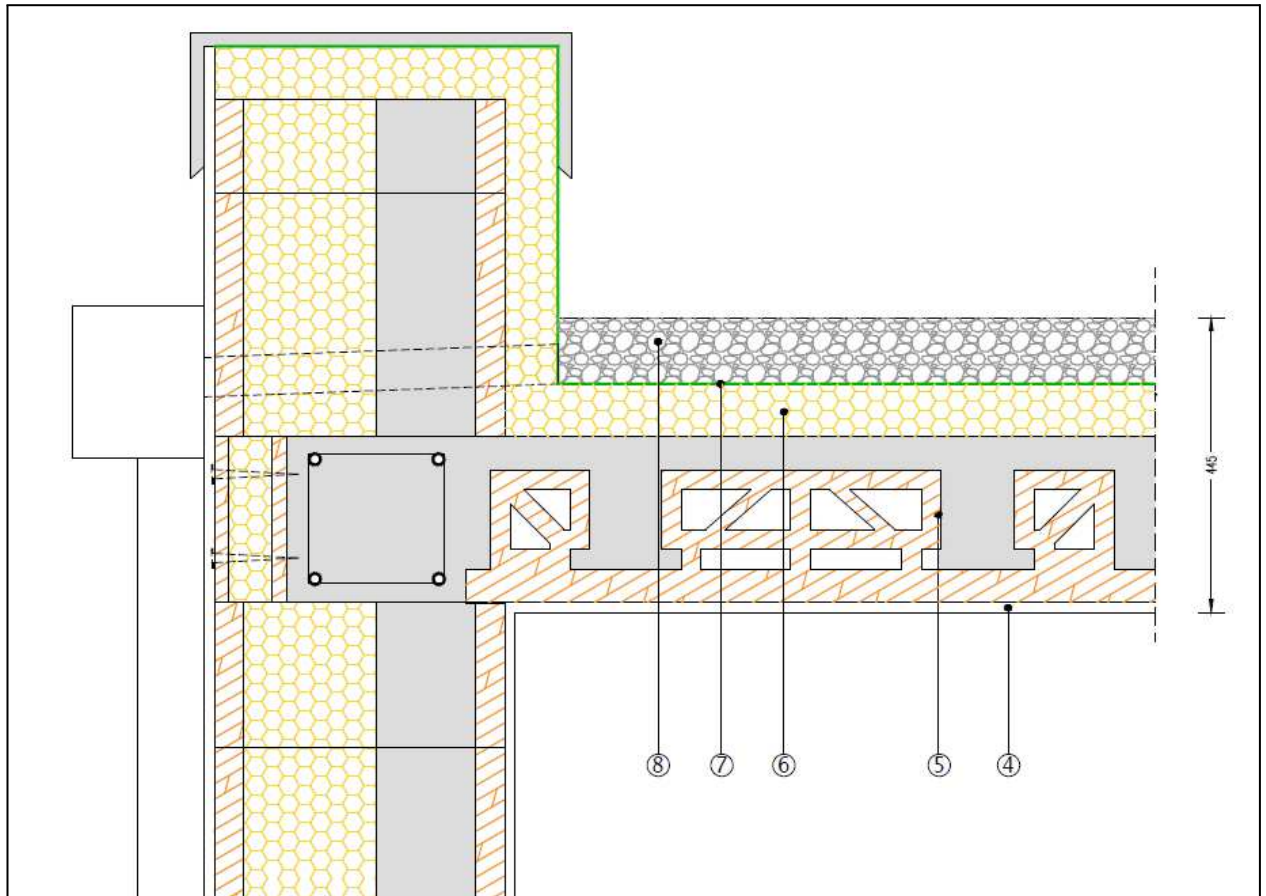


Figura 25: Sistema con blocco cassero in legno cemento nodo parete perimetrale-solaio copertura

Infine quest'ultimo dettaglio costruttivo realizzato nel metodo innovativo corrisponde al dettaglio 4 per quanto riguarda l'unione tra solaio e parete perimetrale Isotex, con l'eccezione che è stato rivestito il muretto di contenimento con uno strato di isolante con il fine di impedire un ponte termico.

3.6 Analisi dell'impatto delle tecnologie sul progetto

L'analisi comparativa applicata al progetto tecnologico evidenzia come la scelta tra le due tecnologie influenzi in modo significativo sia l'aspetto distributivo che quello strutturale dell'intero edificio.

Sotto il profilo termico e geometrico, a parità di prestazione isolante, il sistema Isotex consente di ridurre lo spessore totale della parete rispetto a una soluzione in laterocemento tradizionale. Quest'ultima, infatti, richiederebbe uno spessore maggiore per l'aggiunta del cappotto esterno necessario a compensare la conducibilità del laterizio e a correggere i ponti termici in corrispondenza dei pilastri. Il blocco cassero, invece, integra struttura e isolamento in un unico elemento, garantendo un'elevata efficienza energetica in una sezione più contenuta.

Tale riduzione si traduce direttamente in un incremento della superficie utile calpestabile interna a parità di ingombro planimetrico e in un'ottimizzazione del calcolo volumetrico urbanistico.

Dal punto di vista strutturale l'impiego dei blocchi in legno-cemento determina il passaggio da un telaio puntiforme in cemento armato (travi e pilastri) a una struttura scatolare a pareti portanti estese (setti continui). Questo favorisce la scomparsa di pilastri isolati o sporgenti negli angoli delle stanze, la distribuzione uniforme dei carichi lungo tutta la lunghezza del muro eliminando le concentrazioni di sforzo tipiche della base dei pilastri e una maggiore rigidità antisismica.

Coerentemente con queste considerazioni, le piante disegnate nel presente progetto prevedono l'adozione della tecnologia tradizionale in laterocemento con telaio in C.A. e isolamento a cappotto, configurando di conseguenza lo spessore dei muri perimetrali a 45 cm.

CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto come obiettivo la progettazione di un edificio residenziale composto da più unità abitative e l'analisi comparativa di due differenti sistemi costruttivi, ovvero il sistema tradizionale in laterocemento con telaio in C.A. e il sistema a blocchi cassero in legno-cemento Isotex.

Dall'analisi svolta è emerso come il sistema tradizionale rappresenti una soluzione ampiamente diffusa e consolidata nel settore edilizio, caratterizzata da una buona affidabilità e da una lunga esperienza applicativa. Tuttavia, tale sistema presenta una maggiore complessità dal punto di vista operativo, in quanto richiede la realizzazione di numerose lavorazioni distinte e l'intervento di diverse maestranze che si susseguono nelle varie fasi del cantiere. Questa frammentazione del processo costruttivo comporta inevitabilmente una maggiore esposizione al rischio di errori esecutivi, un incremento dei costi legati alle singole lavorazioni e una maggiore incidenza dei tempi complessivi di realizzazione.

Il sistema a blocchi cassero Isotex, invece, si configura come una soluzione tecnologicamente più integrata, in grado di accorpare in un unico elemento le funzioni strutturali, di isolamento termico e di protezione al fuoco. Tale caratteristica consente una semplificazione significativa delle fasi esecutive, con una riduzione dei tempi di cantiere e una minore dipendenza dalla specializzazione delle singole maestranze. La continuità dell'involucro e la riduzione delle lavorazioni in opera contribuiscono inoltre a limitare il rischio di errori esecutivi e a garantire una maggiore qualità complessiva del manufatto.

Dal punto di vista prestazionale, il sistema Isotex evidenzia vantaggi in termini di comportamento termo-igrometrico, grazie alla riduzione dei ponti termici, che si traduce in un maggiore comfort abitativo e in una riduzione dei consumi energetici.

Un altro aspetto molto importante per il risparmio energetico è data anche dalla presenza delle serre bioclimatiche le quali oltre a contribuire alla qualità spaziale degli ambienti, svolgono un ruolo importante dal punto di vista energetico e ambientale.

In conclusione, il confronto tra i due sistemi ha permesso di evidenziare come, pur nella validità del sistema tradizionale, le soluzioni costruttive integrate come Isotex offrano un approccio più efficiente e performante sotto molteplici punti di vista, risultando particolarmente adatte alle esigenze dell'edilizia contemporanea.

Si nota infatti come anche nel settore dell'edilizia l'evoluzione tecnologica stia compiendo progressi significativi, influenzando in maniera sempre più rilevante sia le modalità progettuali sia le soluzioni costruttive adottate. L'introduzione di sistemi integrati, materiali innovativi e strategie orientate alla sostenibilità ha infatti modificato profondamente l'approccio alla progettazione dell'involucro edilizio, che non è più considerato come un elemento puramente statico, ma come un sistema attivo in grado di interagire con l'ambiente esterno.

Bibliografia

Dassori E., Morbiducci R., *Costruire l'architettura. Tecniche e tecnologie per il progetto*, Tecniche Nuove, Milano, 2020.

Isotex S.r.l., Catalogo Prodotti Sistema Costruttivo Isotex
<https://www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2024/02/catalogo-prodotti-isotex-italiano.pdf>

Isotex S.r.l., Scheda tecnica del blocco Isotex HDIII 44/20
<https://www.blocchiisotex.com/wp-content/uploads/2025/09/scheda-tecnica-del-blocco-isotex-hdiii-44-20-gr.pdf>

Ediltec S.r.l., Poliiso SB HD – Scheda tecnica
<https://italy.ediltec.com/it/prodotto/poliuretano-espanso/poliiso-sb-hd>

Soprema Italia S.r.l., Novater SP FR Mineral – Scheda tecnica
<https://www.soprema.it/it/product/novater-sp-fr-4-0-mm-mineral>

Fonti legislative e normative

Legge regionale 8 luglio 2009, n. 14 “Intervento regionale a sostegno del settore edilizio e per favorire l'utilizzo dell'edilizia sostenibile” (Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto, n. 89 del 29 novembre 2011).

Comune di Padova, Piano degli Interventi, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 6 del 13 febbraio 2023 e successive varianti; progetto dello Studio Stefano Boeri Architetti.

Comune di Padova, Piano di Assetto del Territorio, approvato con deliberazione consiliare n. 51 del 7 aprile 2009, ratificato dalla Giunta Provinciale con deliberazione n. 142 del 4 settembre 2014; progetto guidato dagli urbanisti Federico Oliva e Piergiorgio Vitillo.

Comune di Padova, Regolamento edilizio, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 38 del 17 giugno 2024.

Comune di Padova, Norme Tecniche di Attuazione, elaborato redatto ai sensi del punto 2 del dispositivo della deliberazione della Giunta Regionale n. 962 del 18 febbraio 1983 e aggiornato sulla base delle successive varianti e modifiche approvate.

Ministero dell'Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Nota DCPREV prot. n. 14030 del 1° settembre 2025
“Linee guida per l'installazione e la gestione in sicurezza di impianti fotovoltaici”.

Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 “Codice dei contratti pubblici”, art. 57, comma 2 – Criteri Ambientali Minimi (CAM).

Sitografia

<https://www.comune.padova.it/amministrazione/documenti-e-dati/documento-attivita-politica/piano-degli-interventi-pi>

<https://www.comune.padova.it/amministrazione/documenti-e-dati/documento-attivita-politica/piano-di-assetto-del-territorio-pat>

<https://www.blocchiisotex.com/prodotti/blocco-cassero-hdiii-44-20-grafite/>

https://video.archiexpo.com/video_ae/videos/video-97879.mp4

https://www.archiproducts.com/it/prodotti/renson/frangisole-orientabile-scorrevole-in-legno-loggia_469944

<https://www.poroton.it/news/1325/strutture-miste-muratura-portante/>

<https://t2d.it/news/cose-un-solaio-in-laterocemento-tipologie-e-caratteristiche/>

<https://www.flashfond.it/casseri-a-perdere/tipologie/cassero-a-perdere-vespai-areati-igloo/>

<https://espertocasaclima.com/2023/10/27/cappotto-il-problema-delle-facciate-che-diventano-verdi/>

<https://www.labtecdesign.com/meccanismo-ad-arco-con-degrado-di-resistenza-per-la-verifica-dell'espulsione-fuori-piano-delle-tamponature/>

<https://www.blogbisacchi.it/verande-per-balcone/>

Ringraziamenti

Un grazie particolare va al professor Massimo Mucci e al professor Angelo Bertolazzi, per aver guidato questo lavoro di tesi con estrema professionalità, offrendo spunti preziosi e un supporto fondamentale per la mia crescita accademica.

Desidero inoltre ringraziare sentitamente il mio tutor aziendale, il Geometra Canaia Gianvito per avermi accolto con fiducia durante il percorso di stage, guidandomi con pazienza nel lavoro sul campo e permettendomi di tradurre in pratica le conoscenze acquisite.

Infine grazie a chiunque abbia speso anche solo una parola di incoraggiamento per me in questi anni.

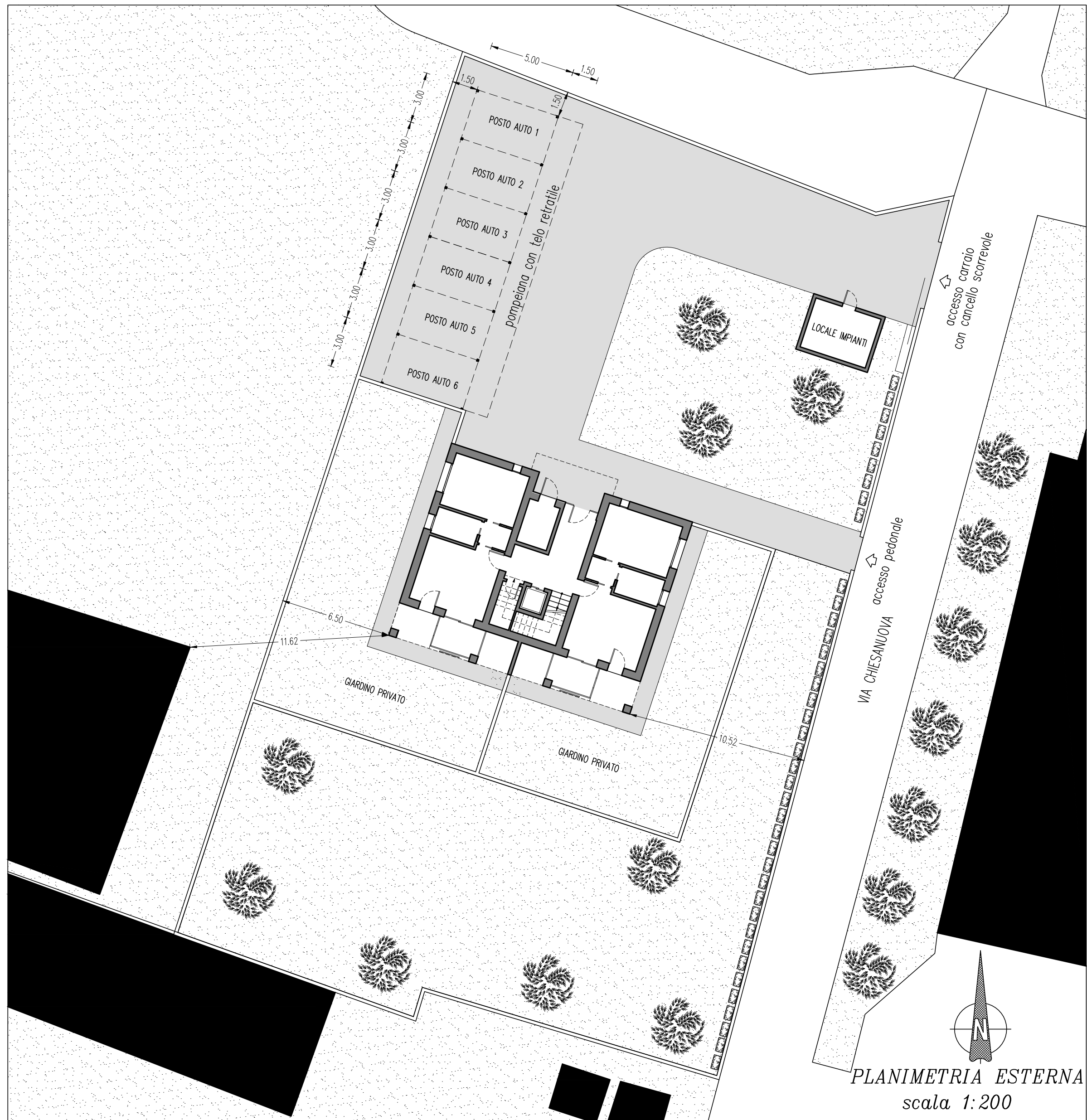
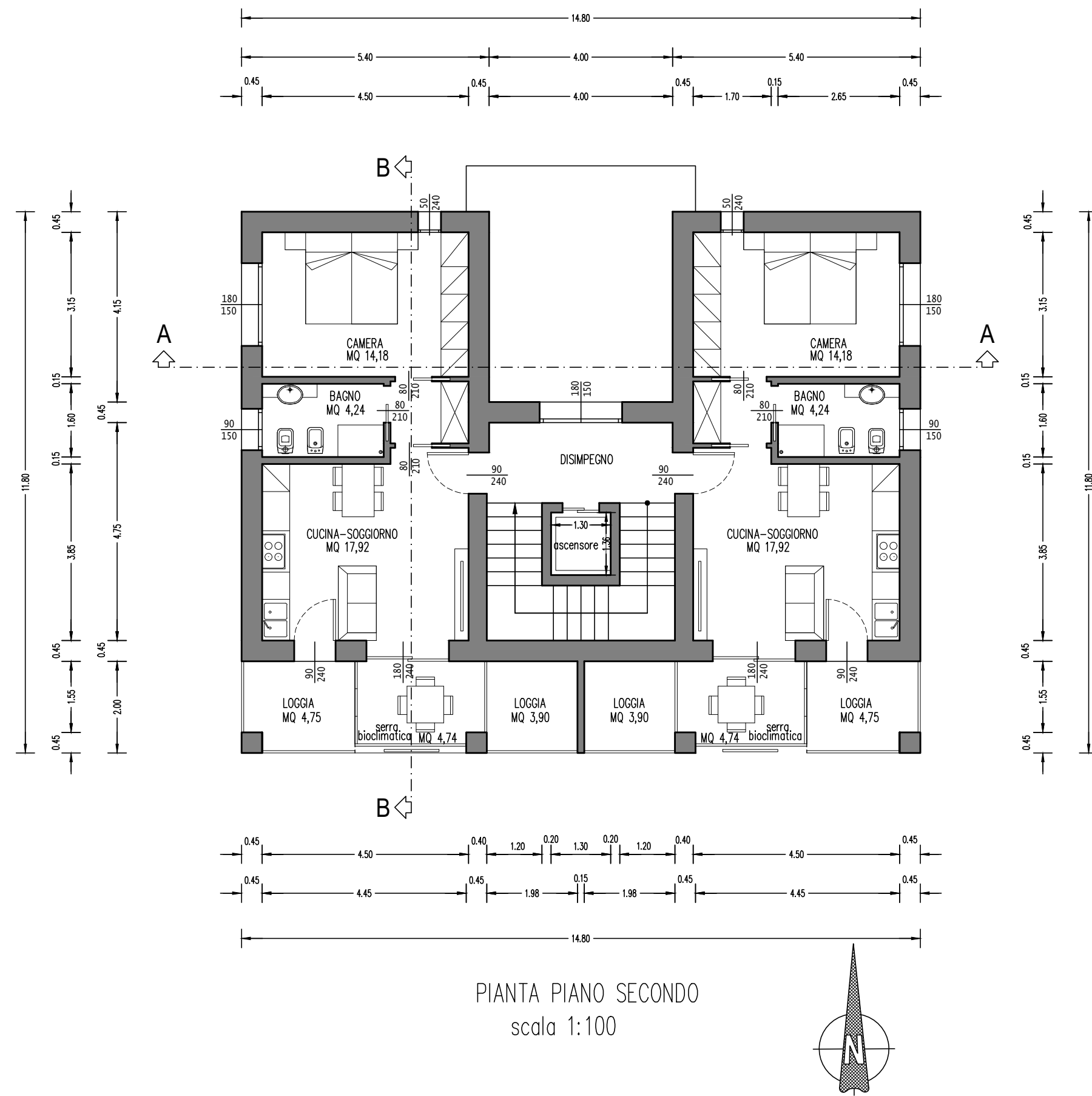
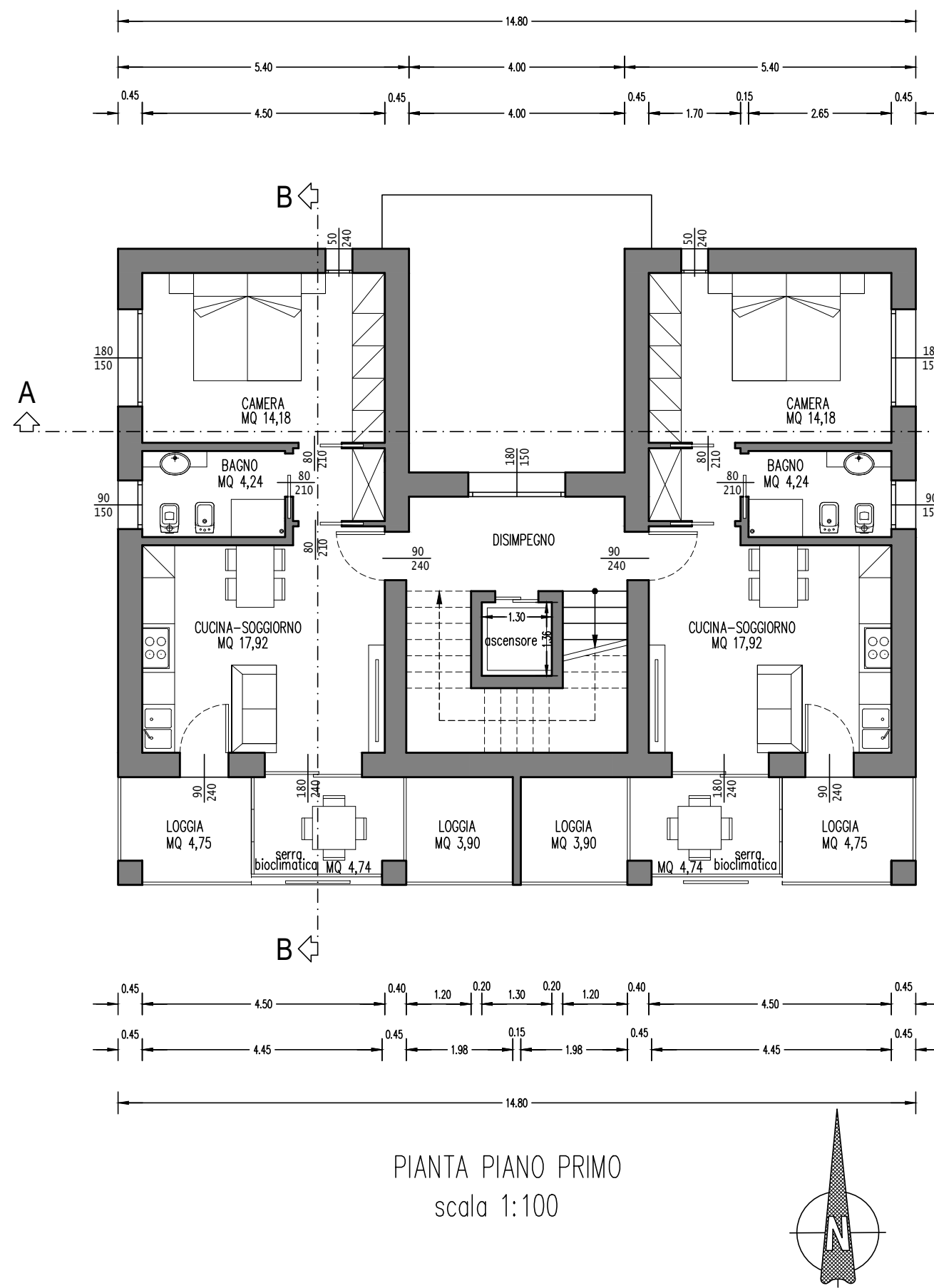
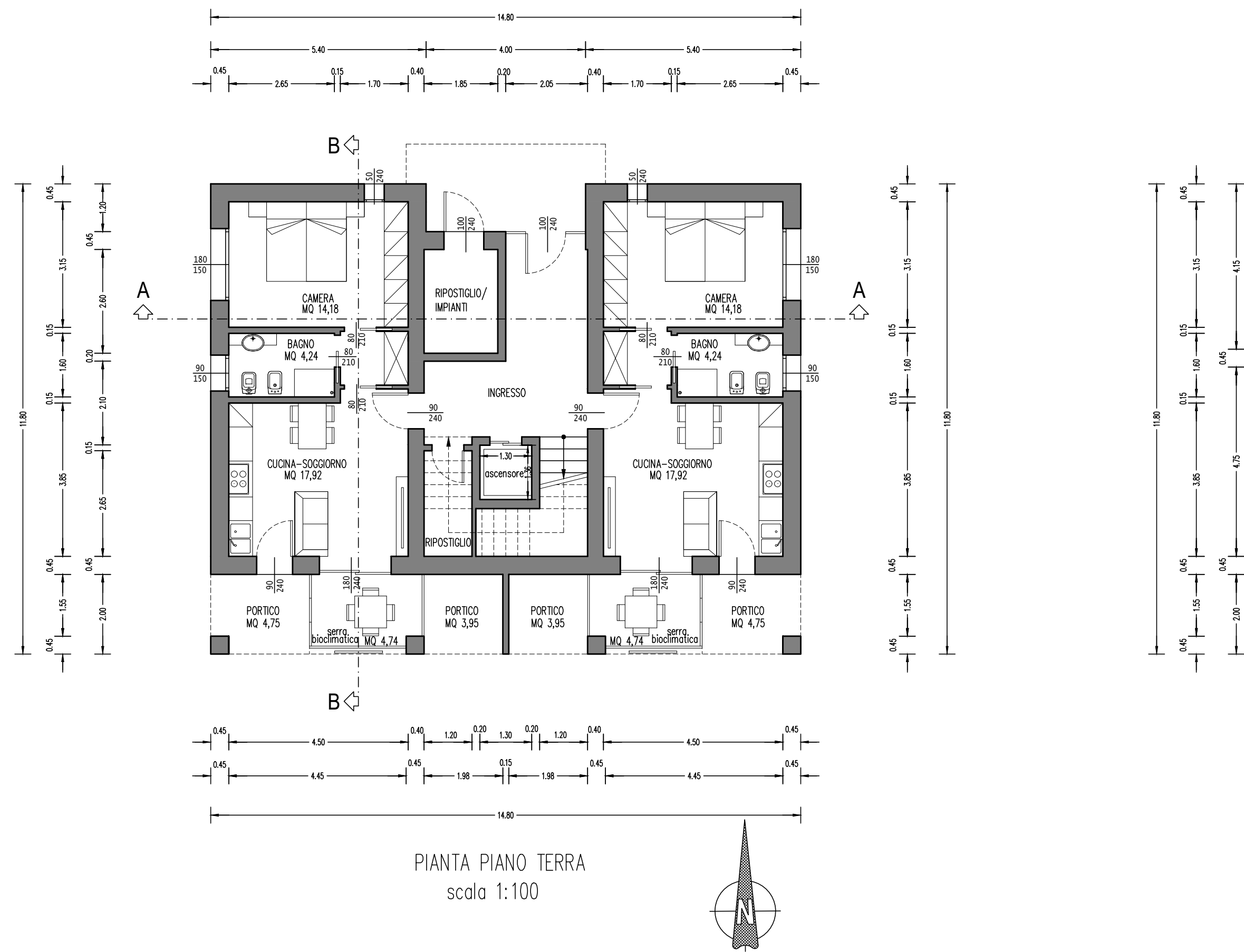
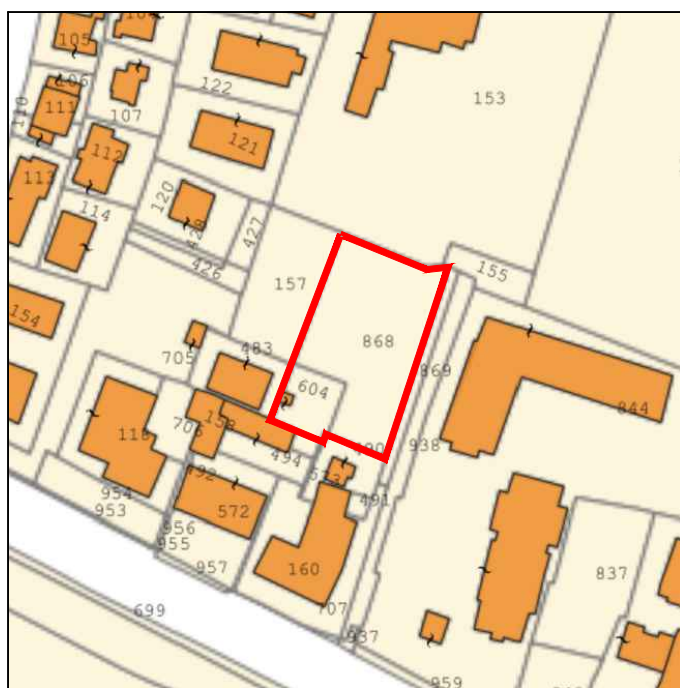


TABELLA DEI DATI METRICI						
Piano	Destinazione d'uso	Superf. utile Locali (mq)	S.III. (mq)	R.A.I. (mq)	H. Media Locali (m)	Volume utile Locali (mc)
Piano terra Appartamenti 1 e 2	SOGGIORNO-CUCINA	17.92	6.48	2.77	2.70	48.38
	DISIMPEGNO	2.30	---	---	2.70	6.21
	BAGNO	4.24	1.35	3.14	2.70	11.45
	CAMERA	14.18	3.90	3.64	2.70	38.29
	PORTICO	4.75	---	---	2.70	12.83
	SERRA BIOCLIMATICA	4.74	---	---	2.70	12.80
	PORTICO	3.95	---	---	2.70	10.67
SUB-TOTALE		52.08				140.63
Piano primo Appartamenti 3 e 4	SOGGIORNO-CUCINA	17.92	6.48	2.77	2.70	48.38
	DISIMPEGNO	2.30	---	---	2.70	6.21
	BAGNO	4.24	1.35	3.14	2.70	11.45
	CAMERA	14.18	3.90	3.64	2.70	38.29
	LOGGIA	4.75	---	---	2.70	12.83
	SERRA BIOCLIMATICA	4.90	---	---	2.70	13.23
	LOGGIA	3.90	---	---	2.70	10.53
SUB-TOTALE		52.19				140.92
Piano primo Appartamenti 5 e 6	SOGGIORNO-CUCINA	17.92	6.48	2.77	2.70	48.38
	DISIMPEGNO	2.30	---	---	2.70	6.21
	BAGNO	4.24	1.35	3.14	2.70	11.45
	CAMERA	14.18	3.90	3.64	2.70	38.29
	LOGGIA	4.75	---	---	2.70	12.83
	SERRA BIOCLIMATICA	4.90	---	---	2.70	13.23
	LOGGIA	3.90	---	---	2.70	10.53
SUB-TOTALE		52.19				140.92
TOTALE		308.97				834.27



ORTOFOTO AEREA scala 1:2000
— TERRENO OGGETTO DI INTERVENTO



ESTRATTO DI MAPPA scala 1:2000
— TERRENO OGGETTO DI INTERVENTO



ESTRATTO PI scala 1:2000
— TERRENO OGGETTO DI INTERVENTO

TAVOLA 1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Tecnologia Digitali per l'Edilizia ed il Territorio



TESI DI LAUREA

PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO PER ALLOGGI
RESIDENZIALI CON SERRE BIOCLIMATICHE A PADOVA
ANALISI DEGLI ASPETTI COMPOSITIVI, NORMATIVI E COSTRUTTIVI

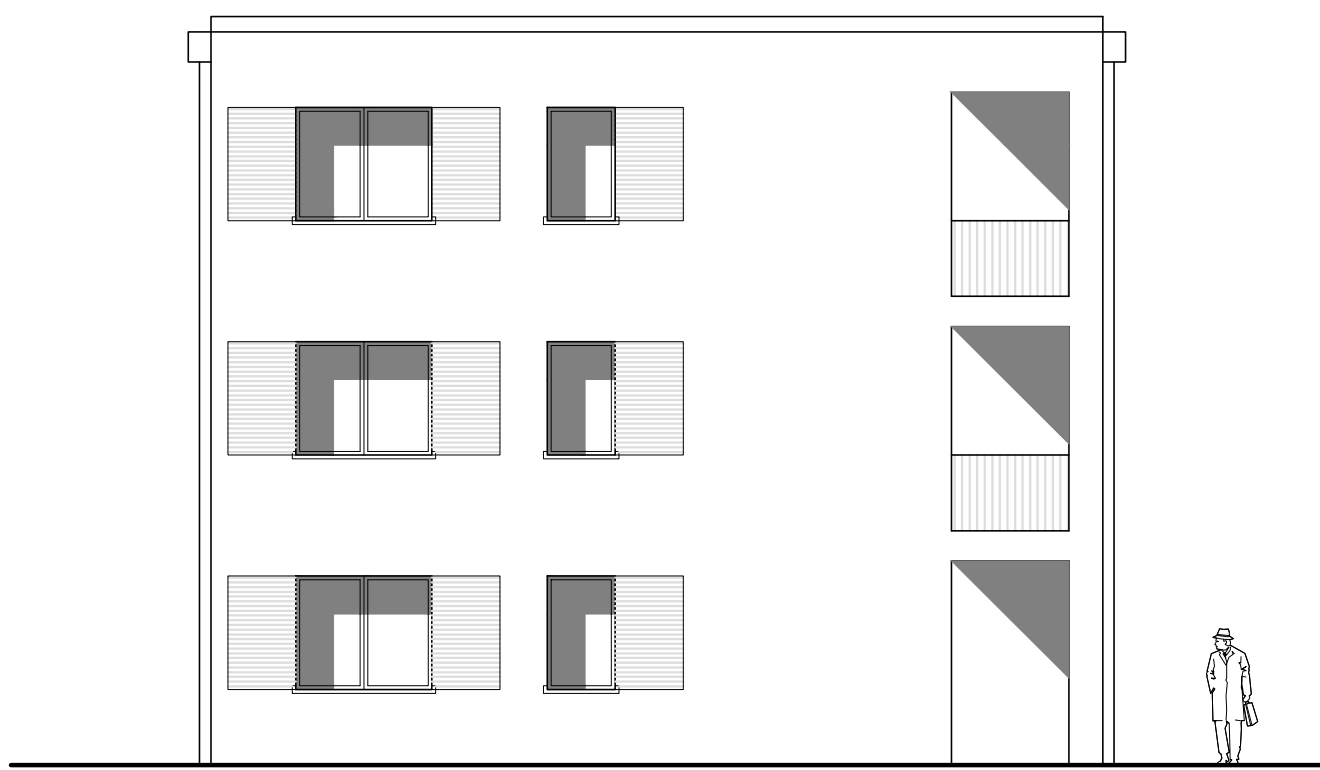
Relatore: Chiar.mo PROF. MASSIMO MUCCI
Correlatore: Chiar.mo PROF. ANGELO BERTOLAZZI

Laureando: LAGO ANDREA

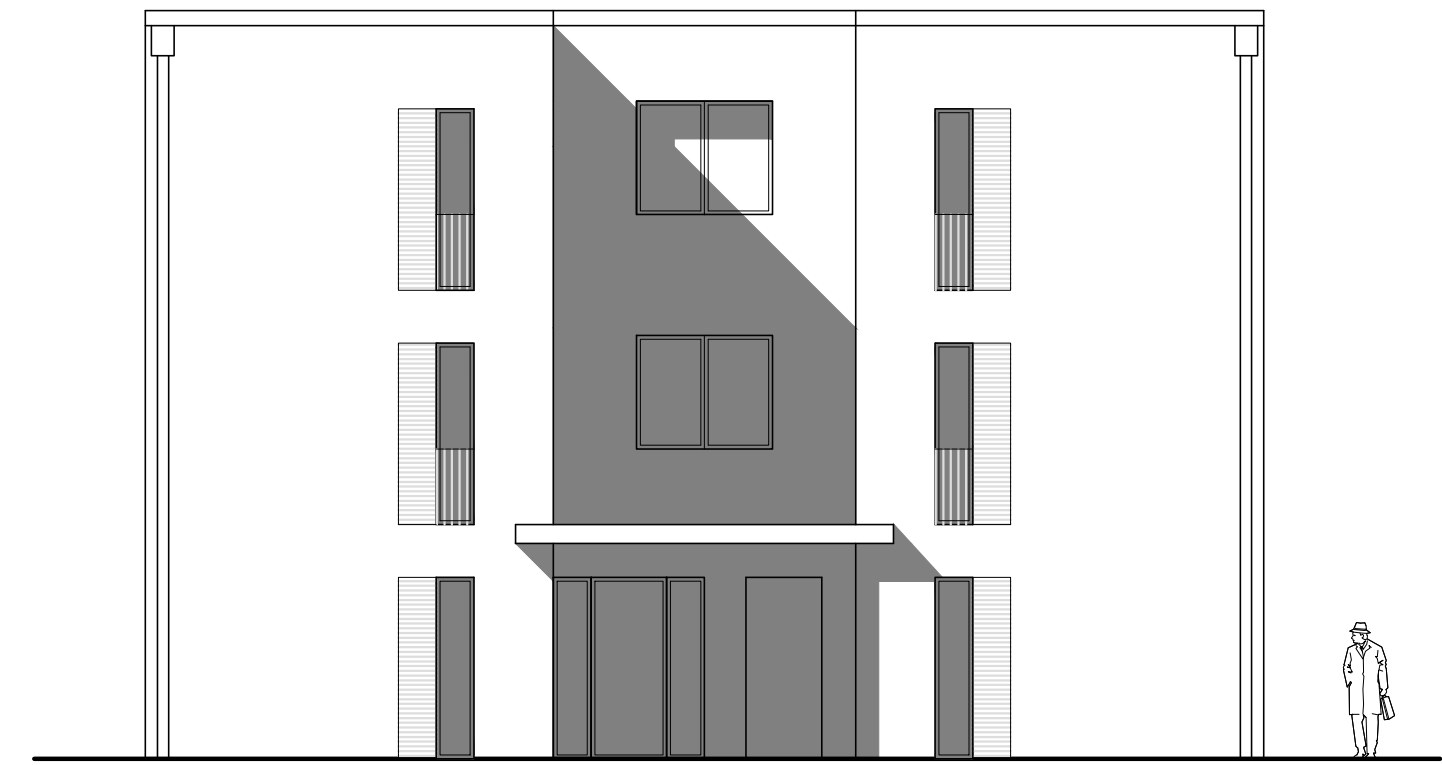
ANNO ACCADEMICO 2025-2026



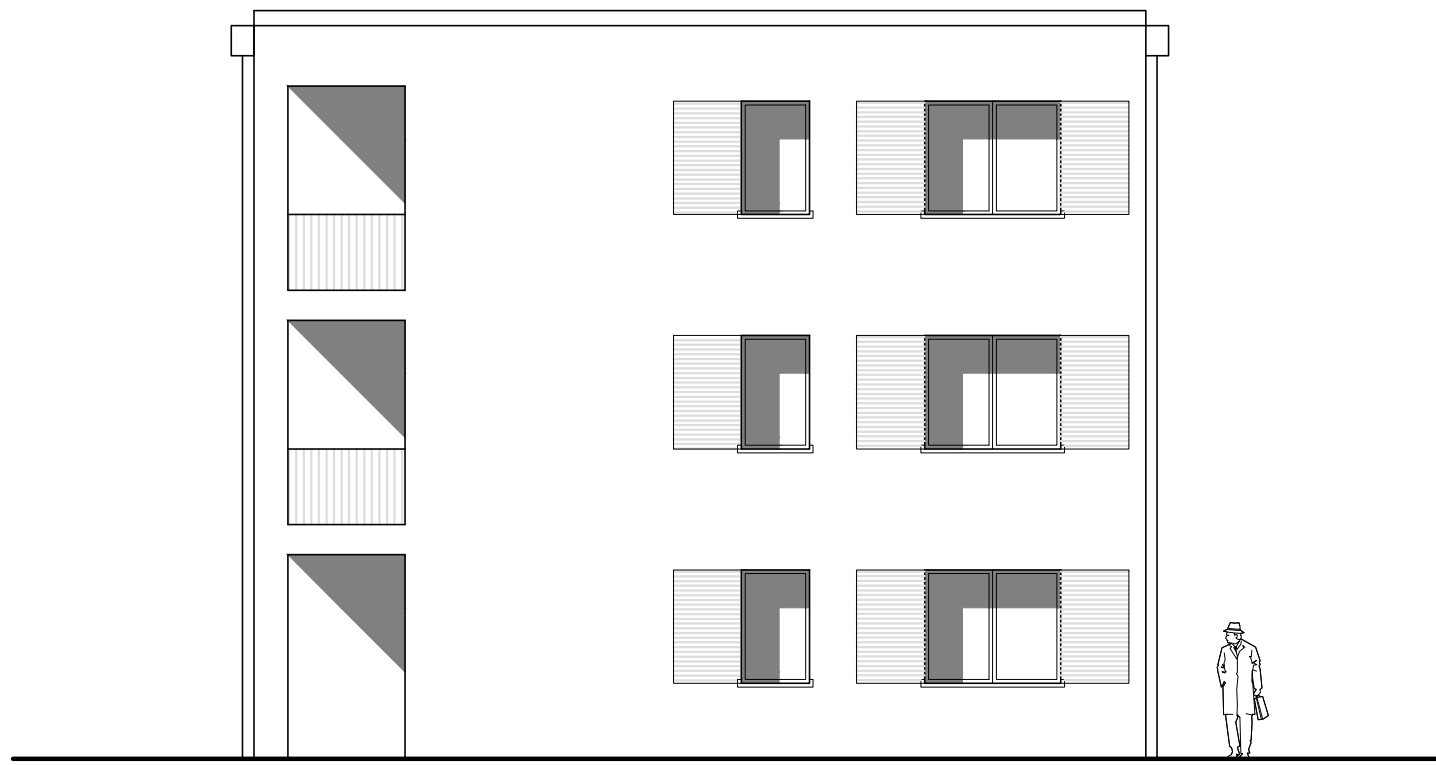
PROSPETTO SUD
scala 1:100



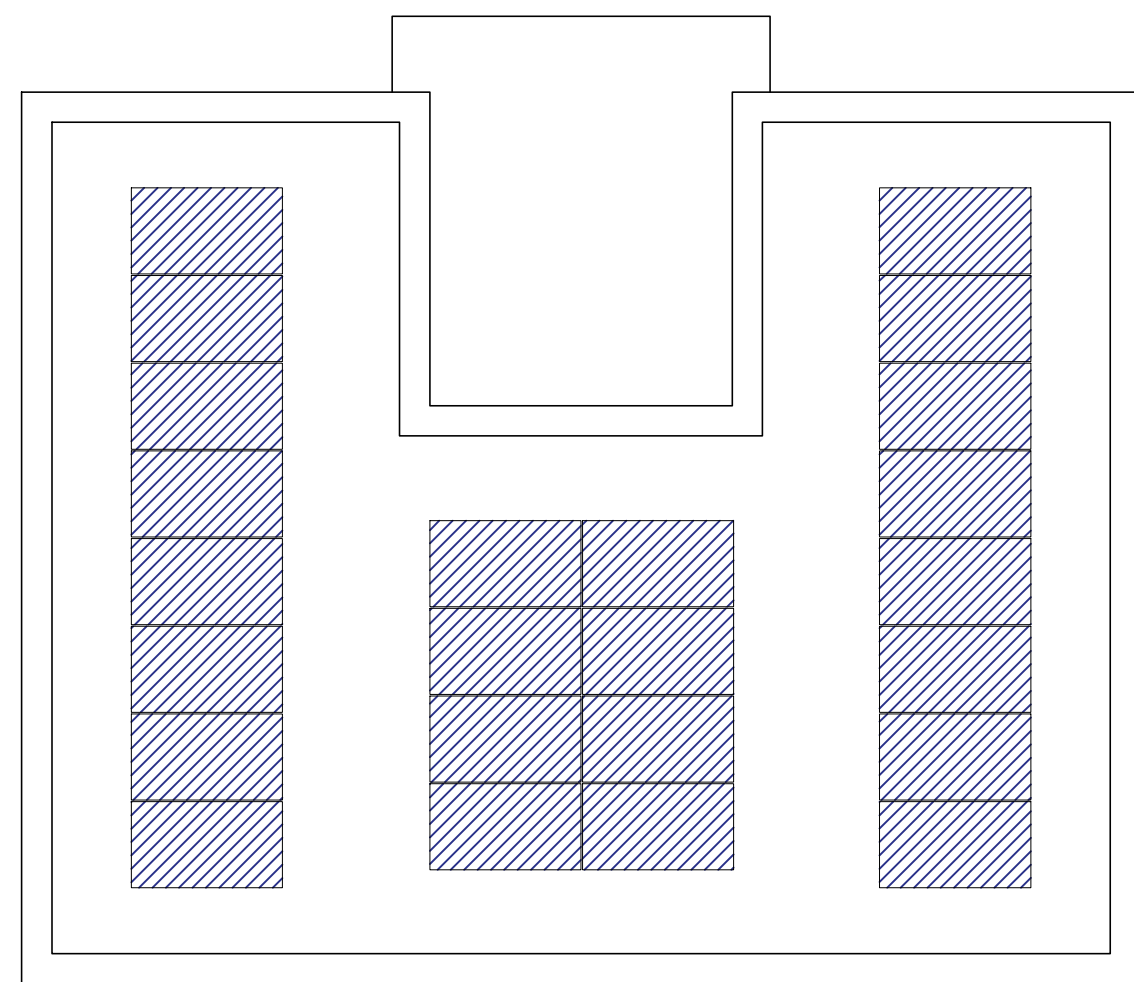
PROSPETTO OVEST
scala 1:100



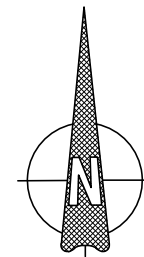
PROSPETTO NORD
scala 1:100



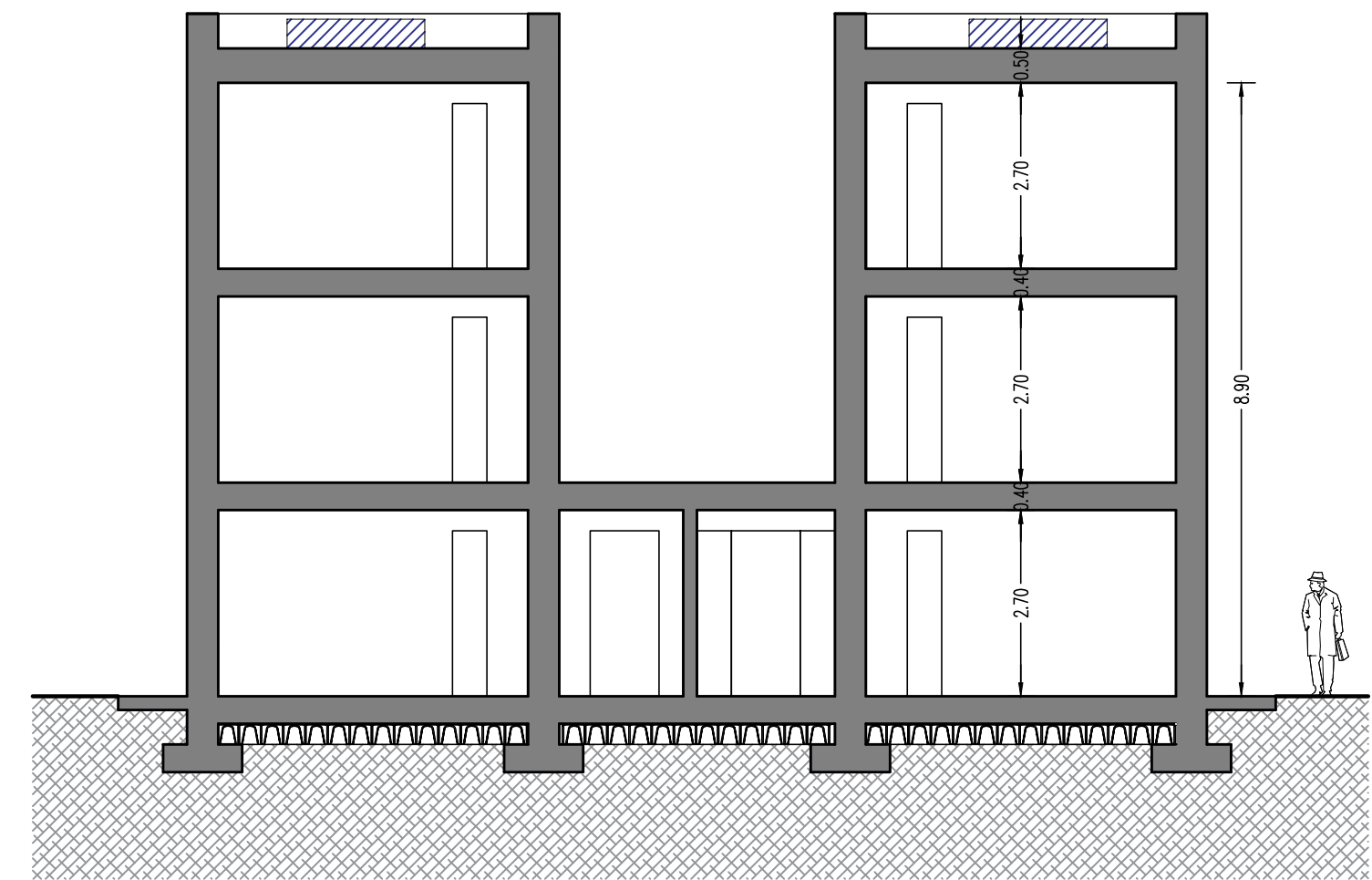
PROSPETTO EST
scala 1:100



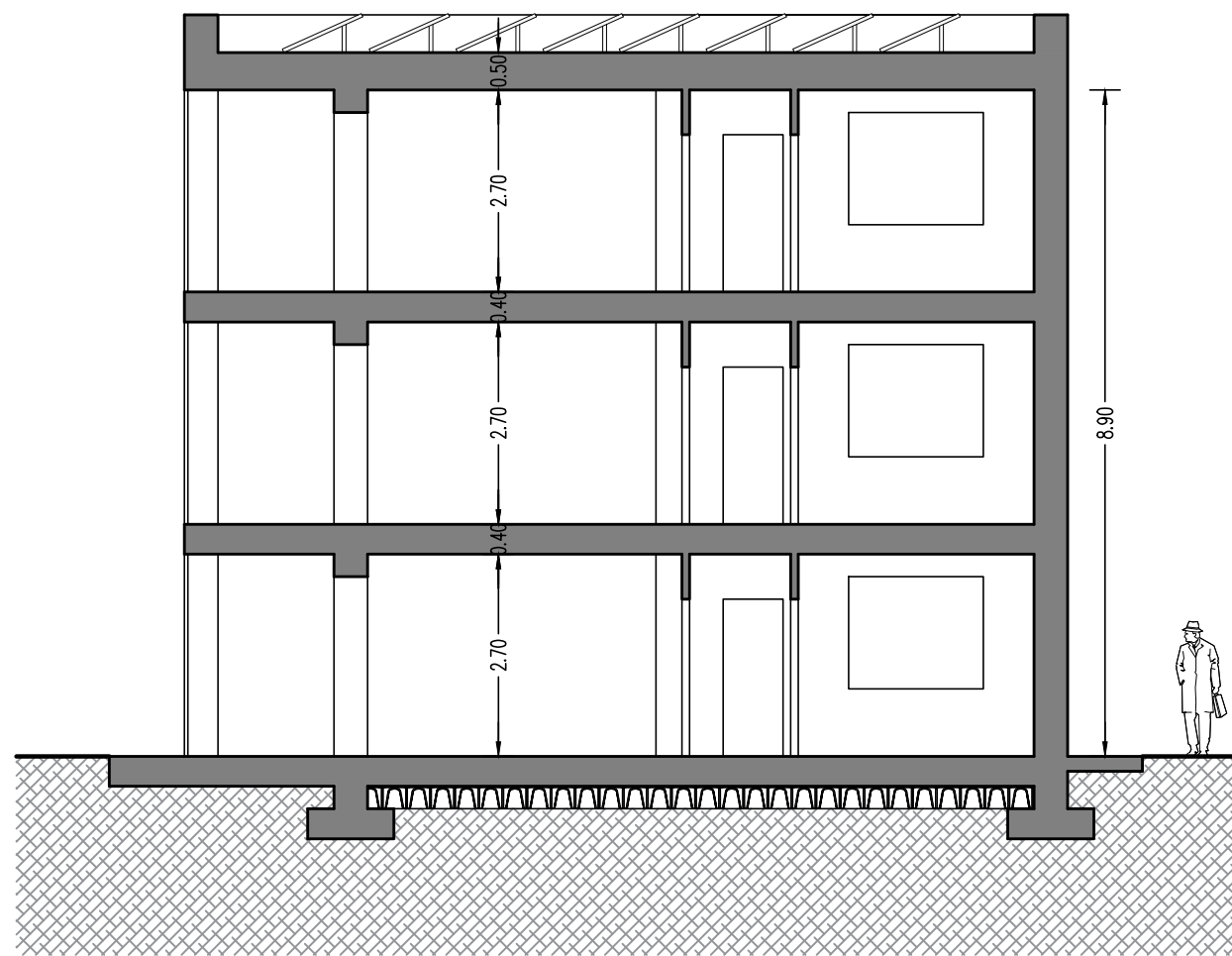
PIANTA COPERTURA
scala 1:100



pannelli fotovoltaici



SEZIONE A-A
scala 1:100



SEZIONE B-B
scala 1:100

TAVOLA 2

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Tecnologia Digitali per l'Edilizia ed il Territorio



TESI DI LAUREA

PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO PER ALLOGGI
RESIDENZIALI CON SERRE BIOCLIMATICHE A PADOVA
ANALISI DEGLI ASPETTI COMPOSITIVI, NORMATIVI E COSTRUTTIVI

Relatore: Chiar.mo PROF. MASSIMO MUCCI
Correlatore: Chiar.mo PROF. ANGELO BERTOLAZZI

Laureando: LAGO ANDREA

ANNO ACCADEMICO 2025-2026



VISTA DELL'EDIFICIO DAL GIARDINO PRIVATO A SUD-EST



VISTA DEL SOGGIORNO-CUCINA E DELLA SERRA BIOCLIMATICA



VISTA DELL'EDIFICIO DAL GIARDINO PRIVATO A SUD-OVEST



VISTA DELL'EDIFICIO DAL VIALETTO D'INGRESSO A NORD-EST

TAVOLA 3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Tecnologia Digitali per l'Edilizia ed il Territorio



TESI DI LAUREA

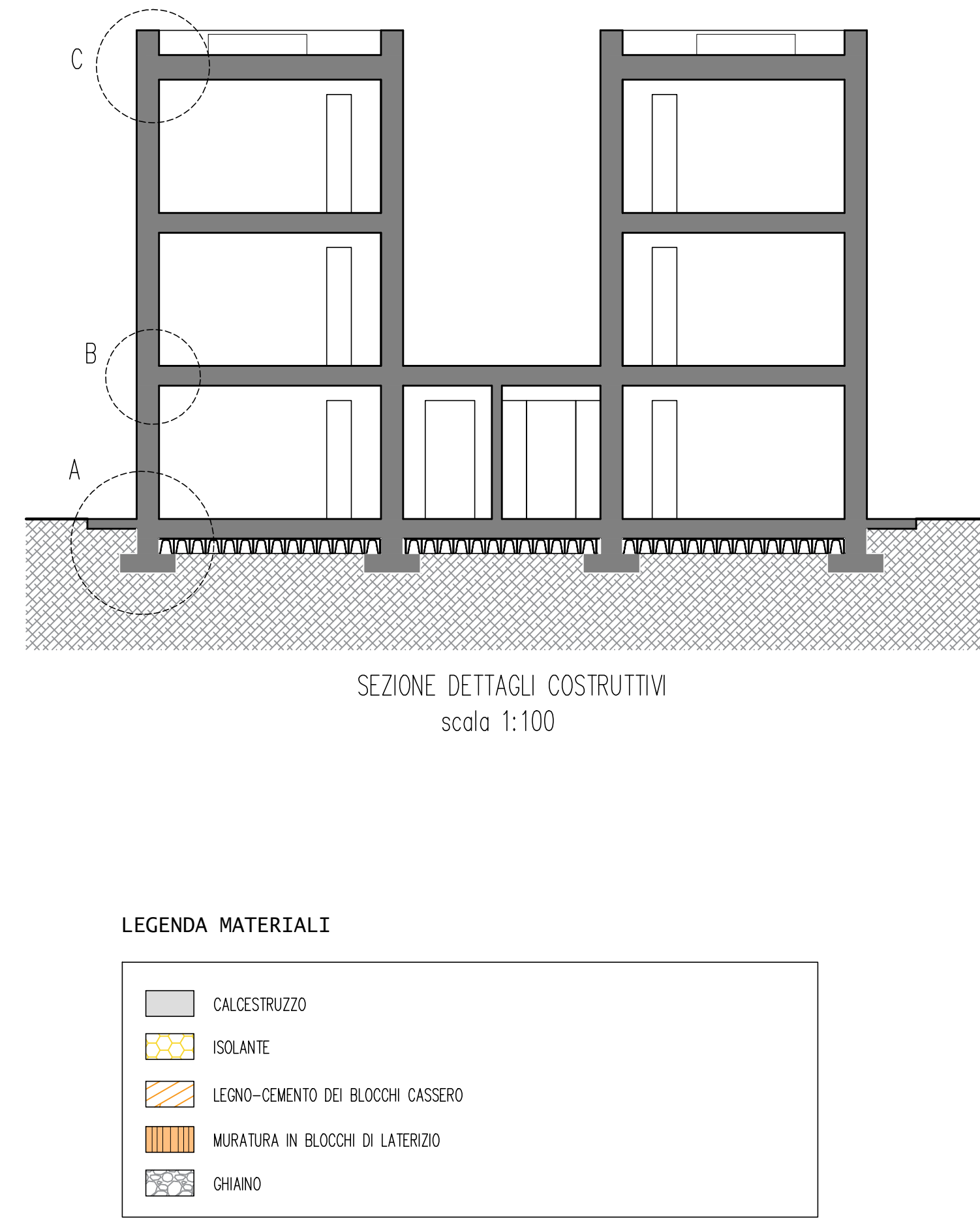
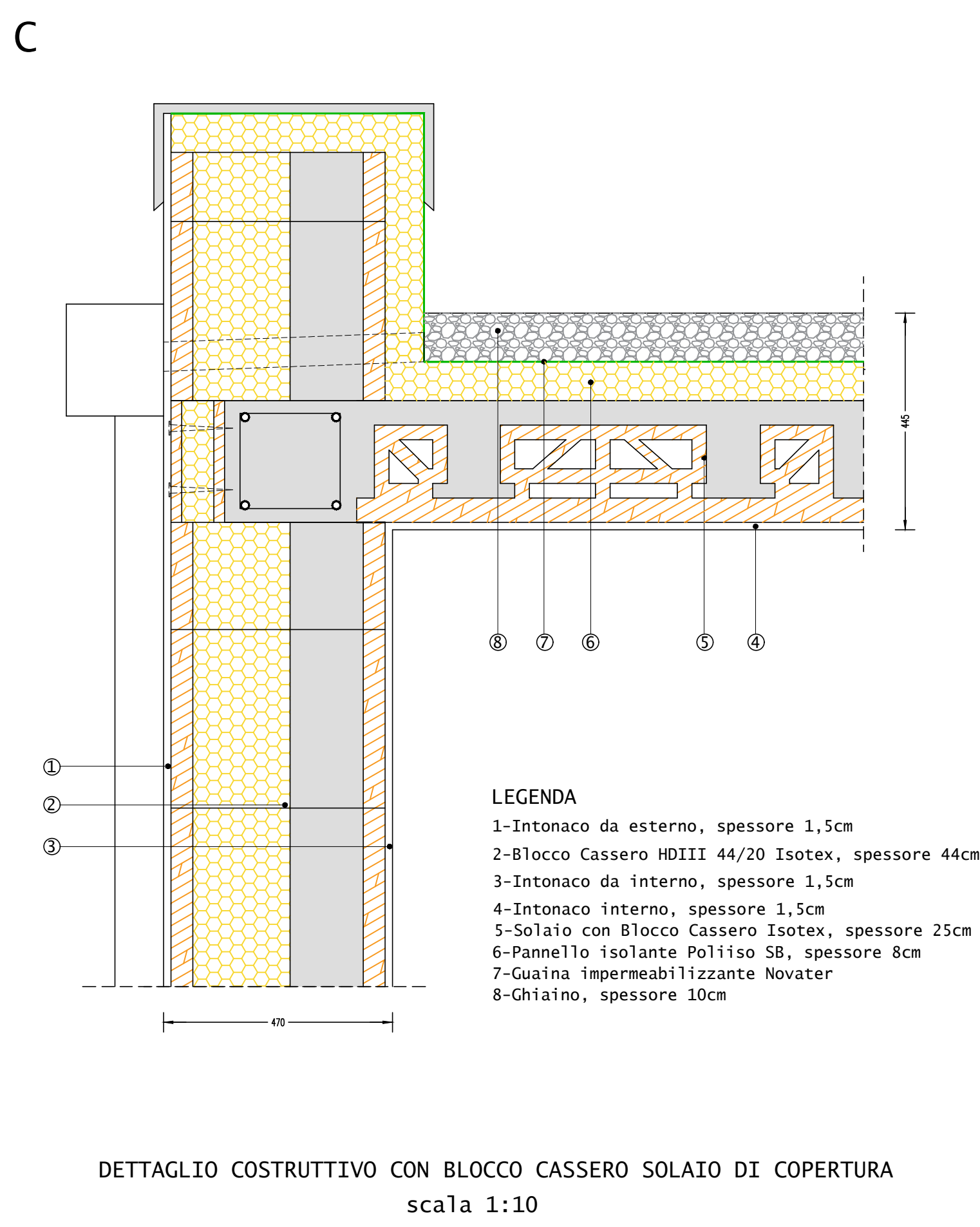
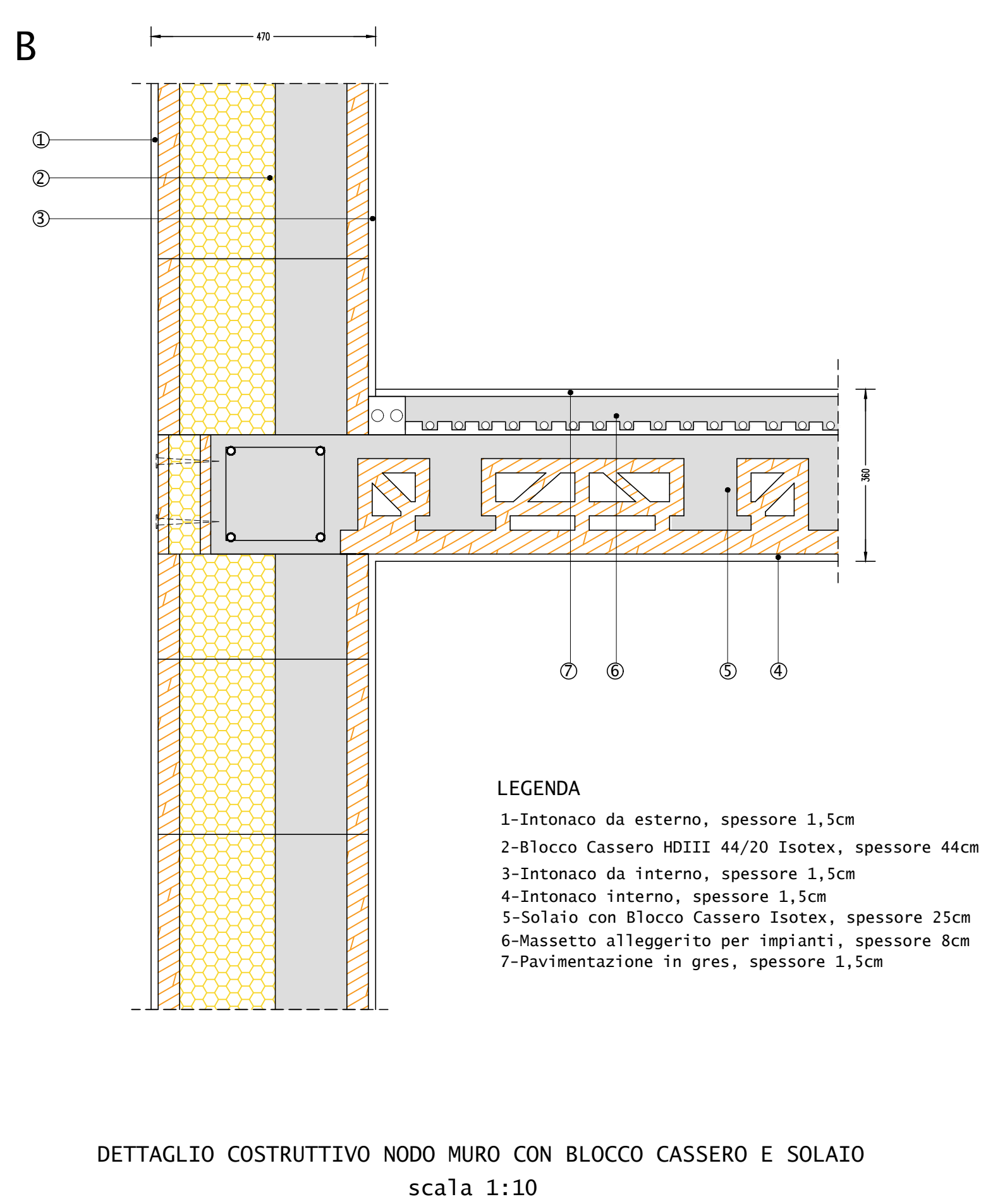
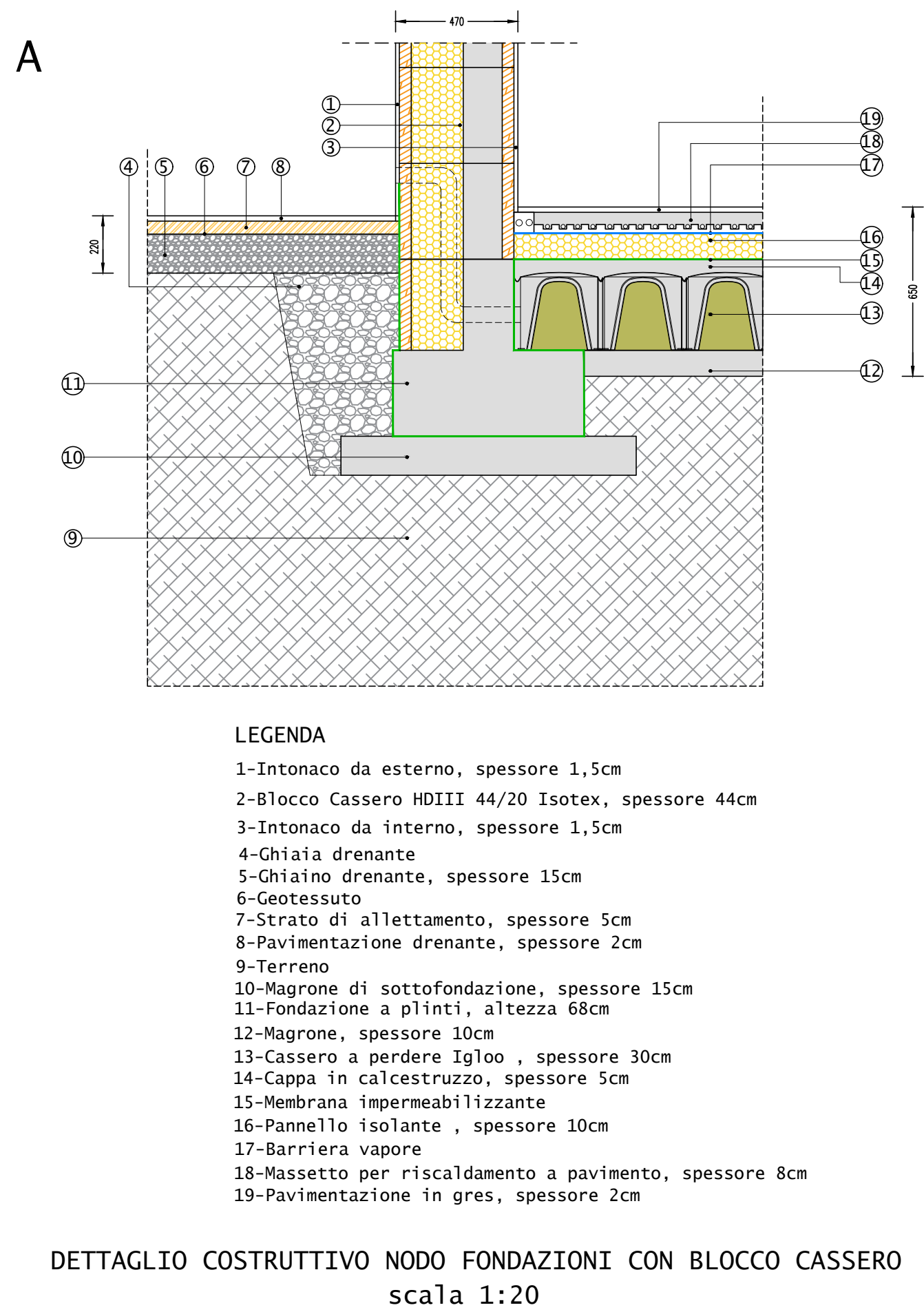
**PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO PER ALLOGGI
 RESIDENZIALI CON SERRE BIOCLIMATICHE A PADOVA**
 ANALISI DEGLI ASPETTI COMPOSITIVI, NORMATIVI E COSTRUTTIVI

Relatore: Chiar.mo PROF. MASSIMO MUCCI
 Correlatore: Chiar.mo PROF. ANGELO BERTOLAZZI

Laureando: LAGO ANDREA

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

SISTEMA COSTRUTTIVO 1: BLOCCO CASSERO ISOTEX



SISTEMA COSTRUTTIVO 2: LATEROCEMENTO CON TELAIO IN CALCESTRUZZO ARMATO

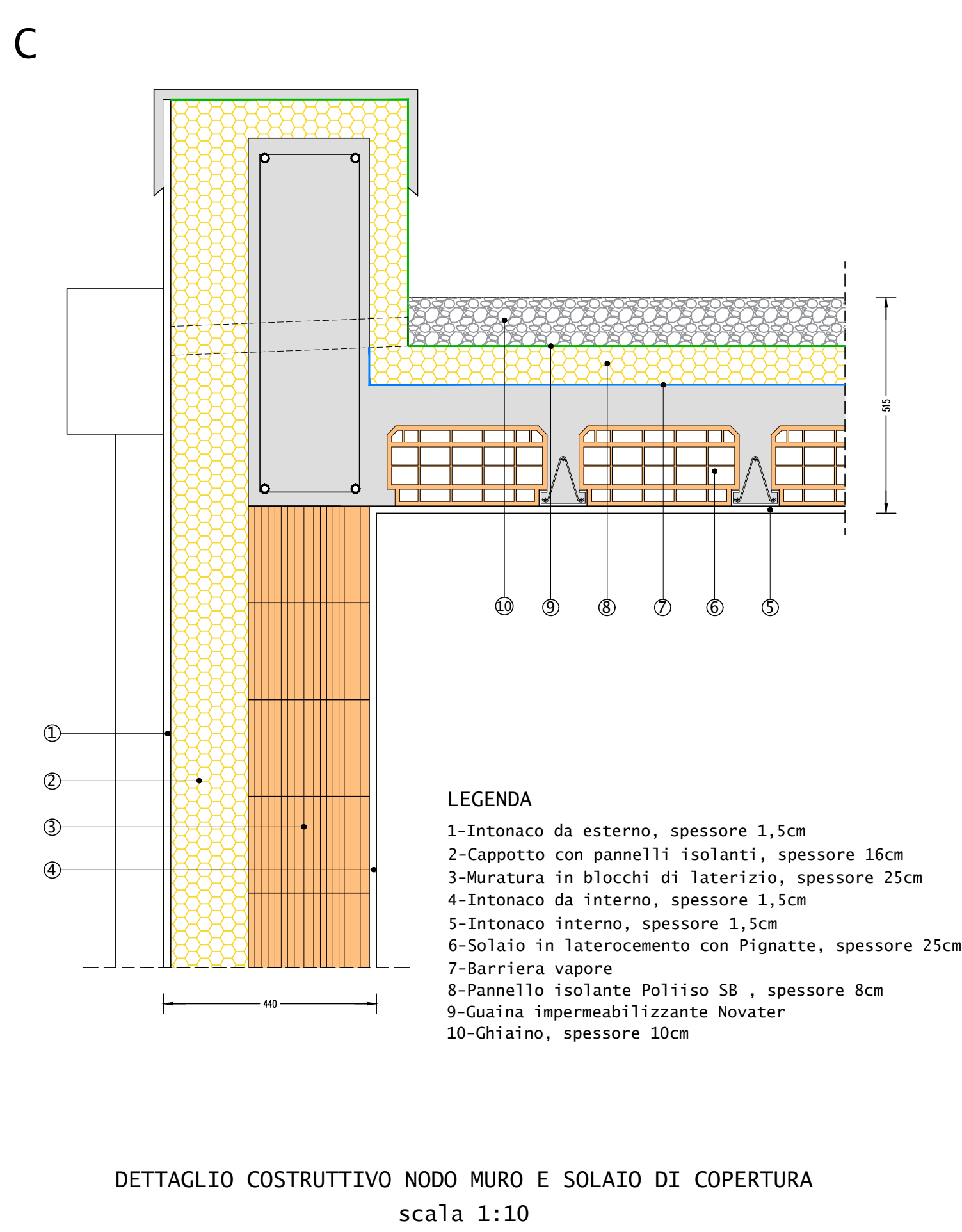
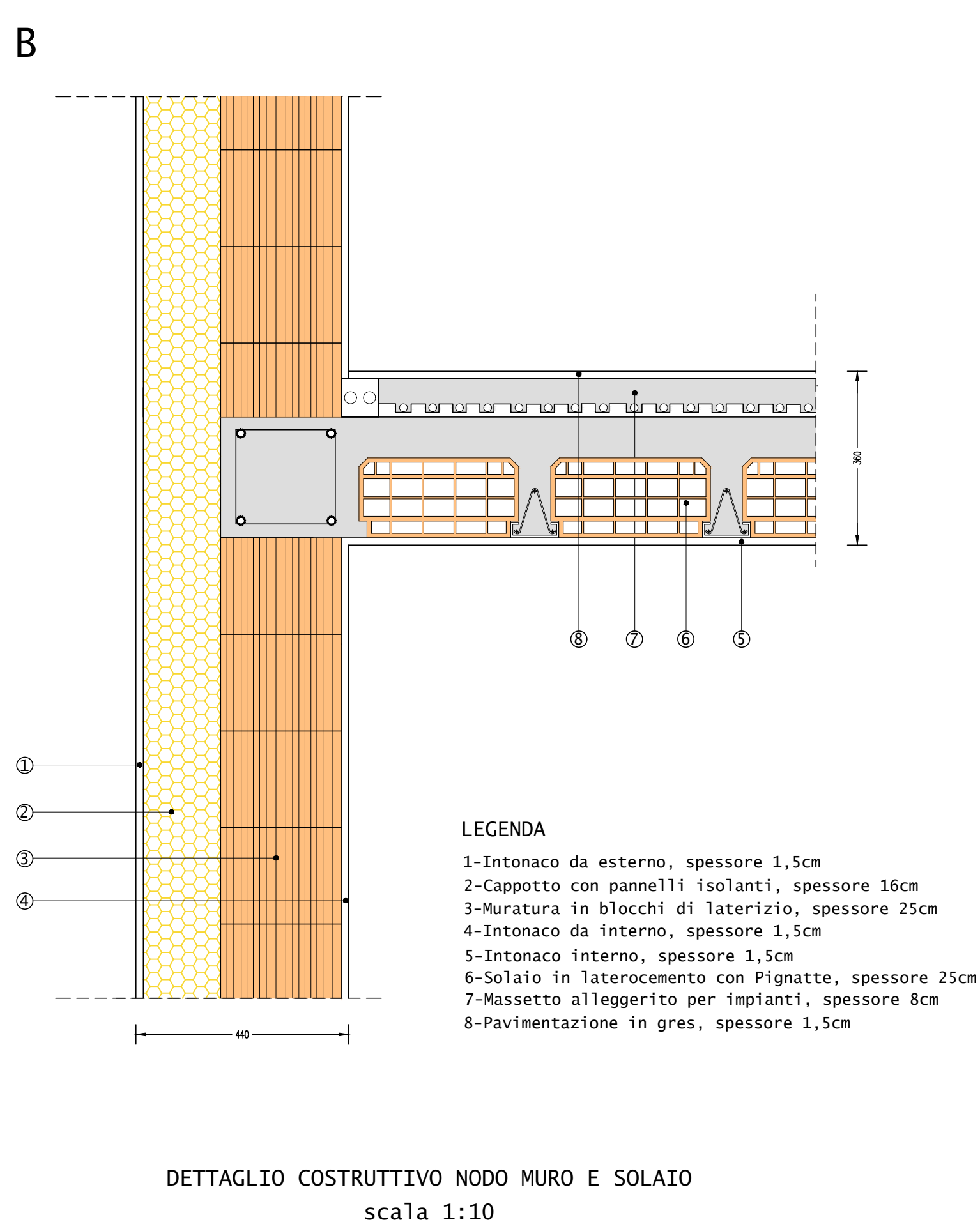
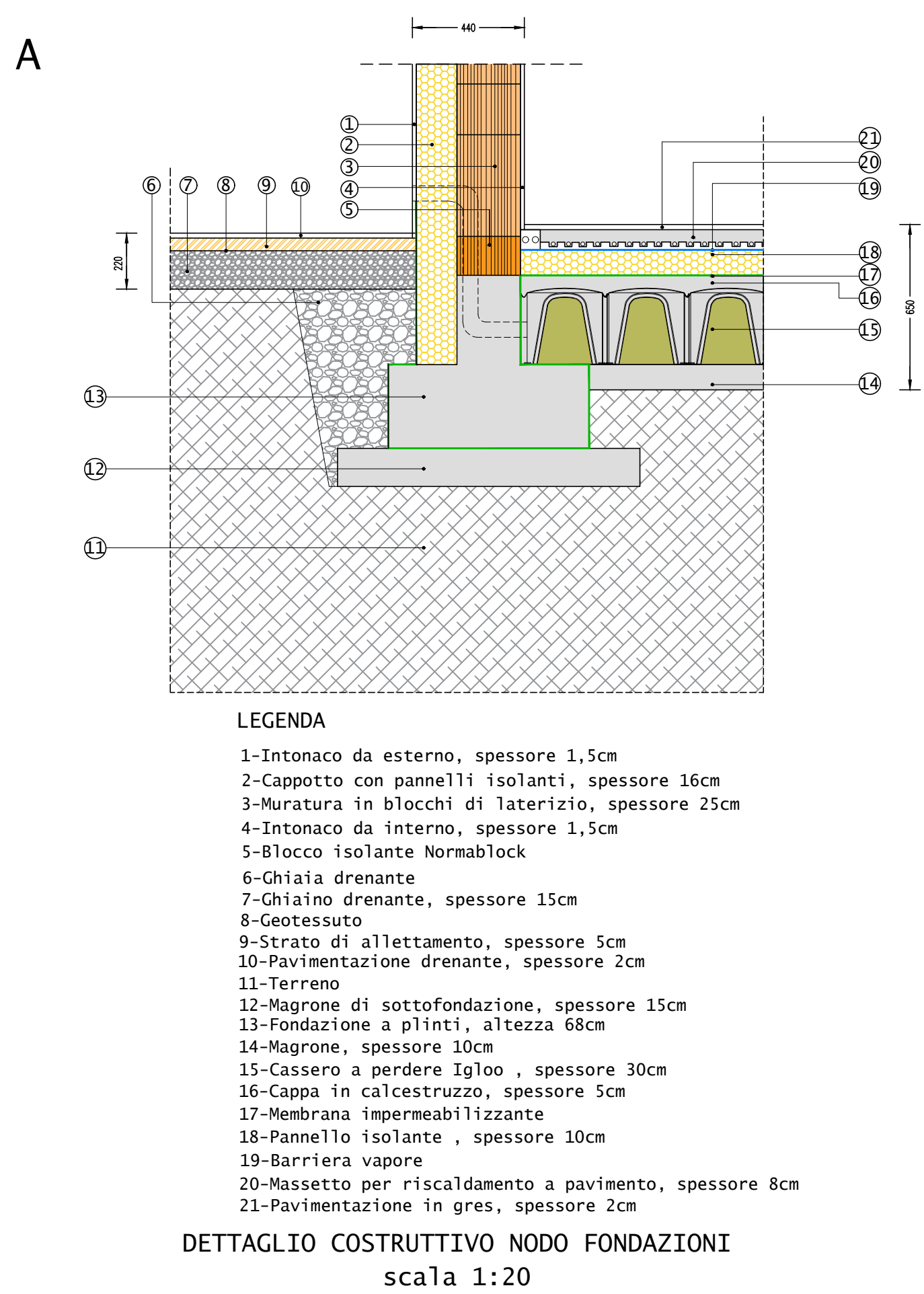


TAVOLA 4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Tecnologia Digitali per l'Edilizia ed il Territorio



TESI DI LAUREA

PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO PER ALLOGGI
RESIDENZIALI CON SERRE BIOCLIMATICHE A PADOVA
ANALISI DEGLI ASPETTI COMPOSITIVI, NORMATIVI E COSTRUTTIVI

Relatore: Chiar.mo PROF. MASSIMO MUCCI

Correlatore: Chiar.mo PROF. ANGELO BERTOLAZZI

Laureando: LAGO ANDREA

ANNO ACCADEMICO 2025-2026