

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

DICAM

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA

in

Architettura Tecnica T

PROGETTO E COSTRUZIONE DI UNA CASA

TRADIZIONALE CON TELAIO DI LEGNO

NELLE MARCHE

Riflessioni in merito al rapporto tra Architettura e Tecnologia

CANDIDATO:
Gregorio Marzioni

RELATORE:
Chiar.mo Prof. Ing. Luca Guardigli

Anno Accademico 2012 - 2013

Sessione II

ai miei nonni

INDICE

INTRODUZIONE	3
Cosa vuol dire progettare	3
1. CONDIZIONI AL CONTORNO E INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI PROGETTUALI	4
1.1 La qualità del prodotto finale come obiettivo	6
1.2 Le richieste esplicite del committente	8
1.3 Inquadramento urbanistico	9
1.3.1 Relazione tecnico illustrativa.....	10
1.3.2 Tutele Paesaggistico-Ambientale	11
1.3.4 Prescrizioni normative delle tutele	12
1.3.5 Documentazione fotografica.....	13
1.3.6 Inquadramento territoriale	16
2. SOLUZIONE ADOTTATA E FASI PROGETTUALI	17
2.1 Schemi di analisi e studio di progetto (riferimenti di progetto)	17
2.1.1 Fase 1: Come è stata pensata e studiata la casa	17
2.1.2 Studio architettonico	19
2.2 Fase 2: Prima soluzione architettonica e definizione delle superfici	22
2.2.1 Calcolo dei volumi.....	31
2.3 Fase 3: Valutazione di qualità e tecnologia costruttiva da adottatore	33
2.4 Intervista alla ditta costruttrice per la parte del legno	35
2.4.1 Fusione tra Tecnologia e Architettura	45
2.5 Esecutivi della ditta Subissati.....	45
2.5.1 Relazione delle struttura in legno	55
2.5.2 Valutazione della sicurezza	56
2.5.3 Azione del vento	57
2.5.3 Carico da neve	57
2.5.4 Azione sismica.....	58
2.5.5 Software di calcolo utilizzati.....	58
2.5.6 Calcolo delle strutture in acciaio/legno	58
2.6 Relazione geologica	62
2.7 Relazione tecnico illustrativa della struttura in c.a.....	68
2.7.1 Descrizione del modello strutturale e criteri di analisi	69

2.7.2 Valutazione della sicurezza.....	71
2.7.3 Impalcati c.a.....	78
2.8 Impianto elettrico e fotovoltaico	81
2.9 Impianto termico	84
2.9.1 Pompa di calore per impianto di riscaldamento a pavimento ed acqua sanitaria.....	84
2.9.2 Termocamino.....	87
2.10 Finiture	89
2.10.1 Le pitture silossaniche	89
2.10.4 Infissi	92
3. FASE DI REALIZZAZIONE	93
3.1 Fasi di realizzazione struttura in c.a.	93
3.2 Fasi del montaggio Struttura in legno	99
4. FEEDBACK	112
4.1 Ricadute progettuali in seguito alla scelta del legno	112
4.2 Il processo costruttivo	113
4.3 Commento all'intervista a posteriori.....	113
CONCLUSIONE	115
BIBLIOGRAFIA.....	117
RINGRAZIAMENTI.....	118

INTRODUZIONE

Durante il corso di laurea in Ingegneria Civile mi sono imbattuto in una sfida che mi ha coinvolto in prima linea: il progetto di una casa nelle Marche.

Scelte e problematiche, dall'idea alla realizzazione, si sono avvicendate attraverso passaggi obbligati:

- Raffronto con committenti alla ricerca di certezze, benessere, qualità e sicurezza;
- Confronto con norme, regolamenti, vincoli;
- attenzione ai concetti di sostenibilità, tradizione, innovazione tecnologica e ai costi;
- Ricerca di competenze, professionalità, affidabilità.

Cosa vuol dire progettare

La progettazione di un'abitazione consiste principalmente nel trovare una soluzione che riesca ad esaudire tutte le richieste del committente nel rispetto dei vincoli nel costruire. La soluzione che permette questa convivenza tra richieste e vincoli è frutto di 'scelte', scelte condizionate ma atte ad ottimizzare la realizzazione finale.

Ogni aspetto si ordina e trova spazio nel progetto definitivo per mezzo una scelta.

Ogni elemento dalla morfologia del territorio, fino ad arrivare alla realizzazione degli impianti, deve essere valutato prima singolarmente e poi collocato nel complesso.

Nulla, infatti, nella progettazione deve essere lasciato al caso: è importante considerare ogni fattore.

Uno tra questi è il territorio che circonda la zona edificabile: dagli aspetti più tecnici, come la zona geografica, l'andamento e le caratteristiche del terreno, l'orientamento, l'altitudine, i venti principali, fino agli aspetti della collettività, il contesto socio-ambientale, l'approccio etico ed ecologico.

Altri fattori ugualmente importanti sono i desideri del committente, la destinazione d'uso, l'aspetto finale, e richieste particolari.

È necessario tenere, inoltre, sempre in considerazione le richieste di integrazione o variazioni da parte del Comune in conformità agli strumenti di pianificazione urbanistica.

1. CONDIZIONI AL CONTORNO E INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI PROGETTUALI

Elementi sostanziali nella progettazione di un edificio sono le richieste del committente, i vincoli urbanistici e la conoscenza di tutti gli strumenti utili per la sua realizzazione.

È quindi fondamentale in una prima fase fare uno studio del problema da affrontare, raccogliere tutti i desideri ed i bisogni di chi utilizzerà quella struttura ed avere una conoscenza completa del luogo in cui si eleverà l'edificio.

Nella progettazione in esame, l'obiettivo era la realizzazione di una civile abitazione destinata ad un nucleo familiare di quattro persone in un luogo posto sulla sommità di una collina a pochi chilometri da Tolentino in provincia di Macerata. La casa, che viene pensata in un primo momento come casa unifamiliare, a metà strada tra gli appennini e il mare con la possibilità di spaziare con lo sguardo dal nord delle Marche fino al massiccio del Gran Sasso in Abruzzo, vorrebbe lasciare la possibilità in futuro, anche ad altre destinazioni d'uso: essere divisa in più unità abitative o diventare un bed & breakfast.

Era quindi importante immaginare e prevedere delle possibili variazioni di trasformazioni degli spazi in modo da soddisfare le necessità future.

La sfida era riuscire a conciliare i vincoli urbanistici, paesaggistici e di inserimento in un contesto rurale composto da varie case per lo più in mattoni e pietra o intonaco, nel rispetto delle norme di urbanizzazione e delle richieste dei confinanti.

Il lotto di terra, pur essendo di oltre 6000 mq, si presenta su di un terreno in leggero declivio verso nord/est e si distribuisce sulla superficie con una forma rettangolare con il lato corto di poco più di 40 mt.

L'opera si configurava come una "ristrutturazione mediante demolizione e ricostruzione". La costruzione preesistente, oggetto di condono edilizio della precedente proprietà, era composta da box in metallo posti a ridosso del confine con il terreno di pertinenza della chiesa.

Il primo vincolo che il Comune ha richiesto era di porre il nuovo edificio a 50 mt dalla chiesa confinante, per il mantenimento di una zona di rispetto intorno all'edificio di culto. Gli altri vincoli prescritti dal P. R.G. sono relativi all'uso del laterizio (mattoni) o dell'intonaco colorato che deve essere in armonia con il contesto. Un'altra condizione prevedeva di mantenersi a 20 mt dal terreno del confinante posto a sud/est mentre il confinante del lato nord/ovest ha accettato di porre il nuovo edificio a minor distanza.

La definizione architettonica della casa doveva per forza svilupparsi su più livelli e con un andamento in lunghezza.

È stato quindi definito il concept progettuale: seguire la tradizione della campagna marchigiana, caratterizzata da terreni divisi in piccoli appezzamenti presidiati dalla casa del proprietario e da quella del contadino, con al piano terra la stalla e, attaccato o leggermente separato, un edificio più basso usato per il ricovero attrezzi e animali.

1.1 La qualità del prodotto finale come obiettivo

Il livello qualitativo di un prodotto è connesso al grado di soddisfazione delle esigenze del cliente. Alta qualità significa elevata soddisfazione delle esigenze del cliente. In questo ambito non va confuso il concetto di qualità con quello di classe del prodotto. Si possono avere, infatti, prodotti di classe inferiore in grado di essere considerati di altissima qualità, in quanto rispondono appieno a un quadro di richieste magari di modesta entità. Così si possono avere prodotti di scarsa qualità anche se di prestazioni alte, ma non in linea con un quadro di esigenze che non riescono appieno a soddisfare.

Non si può parlare di qualità edilizia se non con riferimento a un riconosciuto quadro di esigenze ritenuto valido per la commessa in esame. La delineazione di questo quadro è perciò il primo atto fondamentale per poter iniziare il cammino verso la qualificazione del processo edilizio.

Le parole chiave per la corretta impostazione del problema della qualità del prodotto edilizio sono: Esigenze; Requisiti; Prestazioni.

Tutto prende spunto dalle esigenze, le quali sono ciò che di necessità si richiede per il corretto svolgimento di un'attività dell'utente o di una funzione tecnologica (punto 2.7 della UNI 10838:1999).

I modi di formulazione delle esigenze o aspettative del cliente si possono organizzare in espresse, cogenti e implicite.

Esigenze espresse: si intendono tutte le richieste da parte del committente, variabili ogni volta. Sono le esigenze personali di chi utilizzerà la struttura.

Esigenze cogenti: sono tutte quelle riferite a una prescrizione di legge.

Esigenze implicite: si intendono quelle riferite a prassi o usi comuni delle parti interessate (ciò che è normale ci si aspetti da un prodotto). Tra queste fanno parte anche quelle relative alla sicurezza. Va comunque osservato come gli ambiti del 'non detto' siano quelli in cui si registrano le più elevate possibilità di contenzioso.

Un'altra parola chiave relativa alla qualità del prodotto edilizio è il concetto di requisito.

Il requisito, infatti, è la traduzione di un'esigenza in fattori atti a individuarne le condizioni di soddisfacimento da parte di un organismo edilizio o di sue parti spaziali o tecniche, in determinate condizioni d'uso e/o di sollecitazione (punto 2.18 UNI 10838).

Consiste quindi nell'individuazione di tutti gli elementi ricercati.

L'ultimo passo significativo è la specificazione di quali siano le prestazioni che i diversi componenti del fabbricato dovranno fornire, per garantire il soddisfacimento dei requisiti che saranno stati individuati per ognuno di essi.

La prestazione è quindi intesa come il comportamento reale dell'organismo edilizio e/o delle sue parti nelle effettive condizioni d'uso e di sollecitazione (punto 2.12 della UNI 10838), la sua individuazione è il passo finale che consente di perseguire il rispetto delle esigenze del cliente.

La progettazione si sviluppa in tre fasi principali:

Progetto preliminare: consiste nell'individuazione di una soluzione progettuale, con riferimento alle altre possibili soluzioni;

Progetto definitivo: contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio di tutte le autorizzazioni esterne. Il livello delle soluzioni adottate deve essere portato a un livello tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano apprezzabili differenze tecniche e di costo.

Progetto esecutivo: definisce compiutamente e in ogni particolare architettonico, strutturale e impiantistico l'intervento da realizzare.

Una definizione completa di progettazione o delle procedure che concorrono alla realizzazione di un progetto potrebbe essere la seguente: «Insieme delle scelte, operazioni e mezzi che portano alla definizione delle caratteristiche di un oggetto in modo da soddisfare determinati vincoli, obblighi funzionali, requisiti estetici, obblighi e/o limitazioni dimensionali». Nella maggior parte dei casi la progettazione classica ci fornisce le caratteristiche che devono avere gli elementi costituenti l'opera stessa, siano essi facenti parte della struttura o della sovrastruttura.

La progettazione diventa perciò un'operazione complessa e multidisciplinare che investe settori e discipline molto diverse: economia, storia dell'architettura, urbanistica, scienze sociali, scienza delle costruzioni, tecnica delle costruzioni.

È quindi fondamentale trovare una linea comune che metta d'accordo queste discipline.

1.2 Le richieste esplicite del committente

Per qualità si intende il grado in cui un insieme di caratteristiche di un prodotto soddisfa esigenze o aspettative che possono essere espresse, generalmente implicite o cogenti.

Il punto di partenza da cui iniziare a progettare è la conoscenza delle richieste espresse dal committente. Di seguito vengono quindi elencate in sequenze tutte le indicazioni del cliente.

- a) Approccio etico e sostenibile.
- b) Abitazione con un aspetto che bene si integri nel contesto ambientale, con riferimenti a strutture già esistenti tipiche del luogo.
- c) La possibilità di modificare la destinazione d'uso in futuro. Bed and Breakfast o abitazione bifamiliare.
- d) In seguito ad esperienze passate non positive, particolare attenzione all'umidità.
- e) Rassicurare dal punto di vista sismico.
- f) Rendere la casa il più possibile autonoma.
- g) Ricerca di risparmio energetico e sostenibilità. Selezionare le tecnologie che meglio permettono di abbassare i consumi e rendere la casa autonoma e sostenibile.
- h) Garantire la vivibilità sia all'esterno che all'interno dell'edificio. Comunicazione casa-giardino.

1.3 Inquadramento urbanistico

Il percorso progettuale è iniziato con il condono di un involucro edilizio sito in contrada Bura a Tolentino.

È stato poi richiesto il Permesso di Costruire ai sensi dell'art. 10 del D. P. R. 6 giugno 2001, n. 380. In questa pratica si richiedeva, infatti, il Permesso di Costruire per l'intervento edilizio riguardante la 'ristrutturazione edilizia ai fini residenziali (mediante demolizione e ricostruzione di manufatto oggetto di condono edilizio N.237/C/2004 – Variante al P. di C. N.109/C2009 e successivo Piano Casa N.L22-12-2011, ai sensi degli art.2 e 4 della L.R. N.19 del 21/12/2010-Piano casa della regione Marche'.

Il Piano Casa si riferiva ad una norma straordinaria che permetteva un incremento volumetrico del 35% in più della volumetria da demolire. Per poter usufruire di questo ampliamento era però necessario soddisfare 'Risparmio edilizio', il raggiungimento degli standards basati sul protocollo Itaca Marche, 'limiti urbanistici', mantenimento destinazione d'uso e miglioramento sicurezza antisismica.

La destinazione urbanistica dell'area secondo il P.R.G., Piano Regolatore Generale, è stata classificata Zona E, Aree ad Uso Agricolo.

Uno degli altri punti evidenziati nel Permesso per Costruire rimarcava che in quanto il lotto si trovava in 'Zona Sismica' era necessario fare la denuncia alla Provincia di Macerata, Genio Civile.

La proprietà ha una superficie complessiva di mq. 6244 interamente a destinazione agricola, e confina a:

nord con altra proprietà;

sud con la Chiesa Bura e con la strada principale;

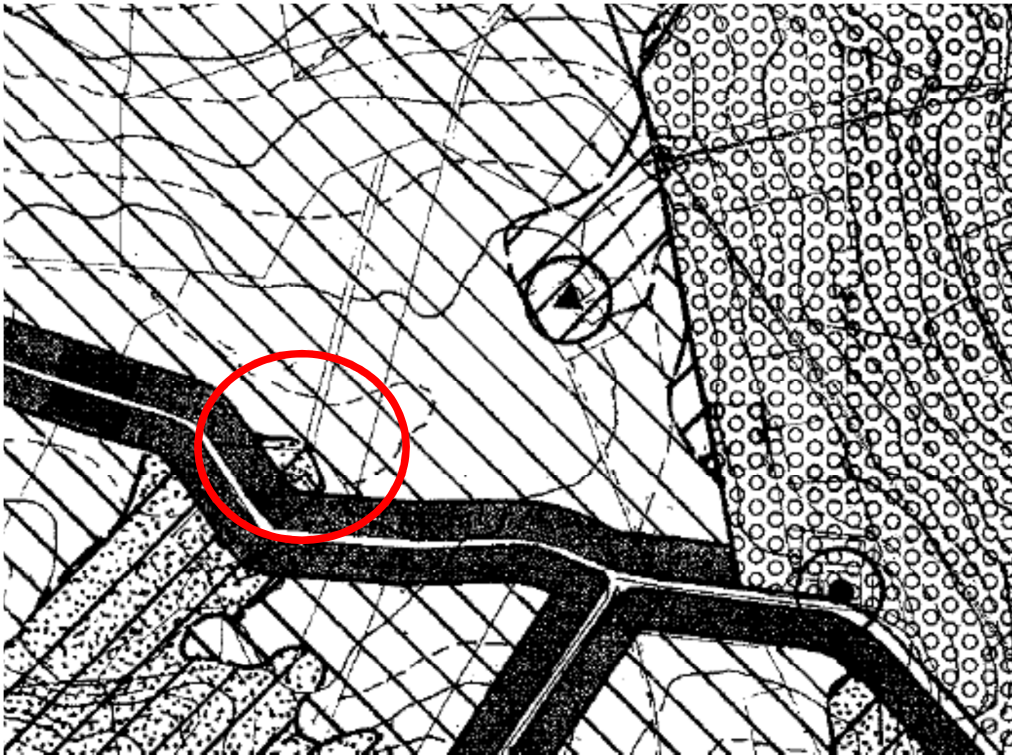
ovest con altra proprietà;

est con altra proprietà.

1.3.1 Relazione tecnico illustrativa

L'area e l'edificio sono censiti al Catasto terreni di Macerata al foglio n. 34 particelle n. 357-389-392-393 e al foglio n. 50 particella n. 656.

STRALCIO CATASTALE



STRALCIO P.R.



L'immobile è ubicato su un area avente destinazione urbanistica "E – Aree ad uso agricolo" per la quale sono riportate le norme tecniche di attuazione del vigente P.R.G.:

Le aree ad uso agricolo, fatta eccezione per le aree classificate E7 (aree prive di tutela), sulle quali si applicano le disposizioni previste dalla L.R. n.13/1990, sono soggette alle tutele del PPAR secondo le disposizioni del successivo Titolo V e precisamente:

le aree classificate E2 a tutela orientata;



Le modalità d'intervento previste per le aree ad uso agricolo, di cui ai seguenti articoli, devono essere verificate e rese compatibili con le prescrizioni, direttive e indirizzi delle norme di tutela nel rispetto della L.R. 13/90.

Nelle aree ad uso agricolo il PRG salvaguarda le potenzialità colturali e le unità produttive favorendo le esigenze economiche e sociali dei lavoratori agricoli delle imprese coltivatrici e delle loro forme cooperative e associate, promuovendo il corretto uso del suolo.

In tali aree si applicano norme di tutela con divieto di abbattimento della vegetazione, arbustiva e d'alto fusto esistente, di svolgimento di qualsiasi attività estrattiva se non prevista da piani regionali o sub-regionali, di svolgimento di qualsiasi discarica o deposito di materiale non agricolo, fatte salve le discariche in atto regolarmente autorizzate.

1.3.2 Tutele Paesaggistico-Ambientale

Nell'ambito dei territori urbani ed extraurbani il PRG definisce le seguenti tutele di carattere paesaggistico-ambientale che si sommano tra loro con carattere di prevalenza nei confronti delle prescrizioni e indicazioni del piano:

tutela di tipo orientato;

E2

Le verifiche di compatibilità ambientale e paesistica previste dal piano dovranno essere fornite dagli interessati e approvate contestualmente al progetto d'intervento secondo le modalità prescritte dalle NTA del PPAR.

Per le opere di mobilità, fluviali, tecnologiche di trasformazione e bonifica agraria e quelle di rilevante trasformazione in genere valgono i contenuti progettuali e le disposizioni generali di cui alle NTA del PPAR.

1.3.4 Prescrizioni normative delle tutele

Tutela orientata E2

Tale tutela agisce nei territori specificatamente indicati nelle planimetrie di piano in scala 1:4.000 e 1:10.000.

In queste aree si applicano le prescrizioni generali di base del PPAR, Piano Paesaggistico Ambientale Regionale, relative alla tutela orientata.

Sono ammessi tutti gli usi e le possibilità edificatorie previste dalla L.R. n.13/1990; non sono ammesse nuove costruzioni in terreni con pendenza superiore al 30%.

Riferimenti Amministrativi

Per l'edificio oggetto di intervento, a seguito di ricerche effettuate presso lo Sportello Unico per l'Edilizia del Comune di Tolentino, sono avvenute le seguenti pratiche edilizie:

Condono Edilizio: prat. n. C-273-2004 del 04/11/2008 , condono n. 30;

Certificato di destinazione urbanistica: prot. n.14936 del 01/07/2003, rilasciato dal Comune il 09/07/2003;

Permesso di costruire: prat. n. C-109-2009 del 02/03/2010;

Certificato di destinazione urbanistica: prot. n.22106 del 07/12/2010, rilasciato dal Comune il 14/12/2010;

Piano Casa: prat. n. L22-12-2011 del 06/10/2011;

Autorizzazione allo scarico: prat. n. AS-11-2011 del 17/05/2012.

1.3.5 Documentazione fotografica

Variante n.2 al P. di C. n. 109/C/2009



Foto n. 1 (*prospetto Nord-est e Nord-ovest*)



Foto n. 2 (*prospetto Sud-est e Nord-est*)



Foto n. 3 (*prospetto Sud-est e cortile Chiesa della Bura*)



Foto n. 4 (*interno del capanno*)



Foto n. 5 (*terreno proprietà Fianchini*)



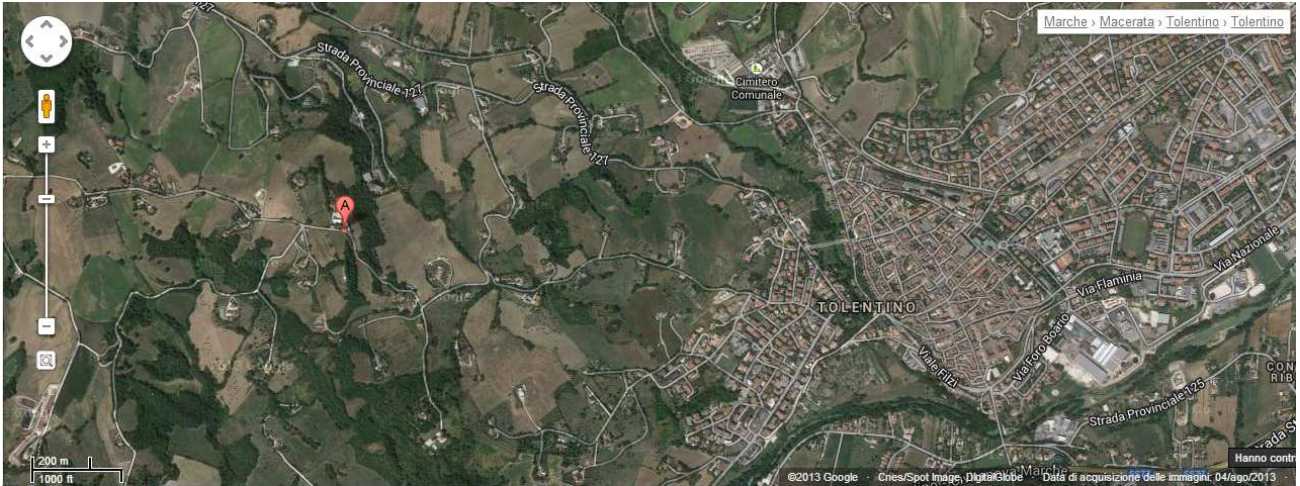
Foto n. 6 (*foto panoramica*)



Foto n. 7 (*strada della Bura-ingresso per propr. Fianchini*)

1.3.6 Inquadramento territoriale

contrada Bura – Tolentino (MC)



Pianta catastale Comune di Tolentino (Fig. n. 34 part. n. 357-389-392-393, Fig. n. 50 part. n. 656)



2. SOLUZIONE ADOTTATA E FASI PROGETTUALI

Partendo dall'affermazione che forma architettonica e struttura ingegneristica non devono vivere di vita propria, vengono sviluppate alcune analisi che si propongono di fornire una visione comune di questi aspetti, che per troppo tempo si sono considerate contrapposti, muovendo da considerazioni di ottimizzazione strutturale.

Nella pratica usuale la tecnologia e la forma vengono ideate in maniera separata.

La forma viene progettata in relazione alla funzione, ad elementi esterni, alla riproposizione modificata di soluzioni già adottate. La struttura e la tecnologia scelta si limitano ad essere sviluppate come enti atti a svolgere i loro specifici ruoli (assorbire il flusso delle forze, rendere disponibili gli impianti), sempre però seguendo la forma già delineata, senza dare fastidio o occupare troppi spazi.

Si è cercato quindi di realizzare un'opera architettonica a partire da riflessioni che non siano puramente formali, riuscendo così a trovare armonia tra statica, funzionalità, economia e forma estetica.

2.1 Schemi di analisi e studio di progetto (riferimenti di progetto)

2.1.1 Fase 1: Come è stata pensata e studiata la casa

La progettazione nasce dall'idea di voler modificare il meno possibile il paesaggio tipico rurale della zona di insediamento.

L'obiettivo, quindi, è stato quello di costruire un edificio capace di non impattare nel contesto ambientale e paesaggistico. Nell'idea iniziale si vuole riprodurre una casa 'tipica rurale marchigiana'. Gli elementi che la contraddistinguono generalmente sono: l'abitazione che spesso trova luogo sopra la stalla ed ha accesso tramite una scala in mattoni esterna all'edificio; il granaio; ed un ricovero attrezzi.

Presi questi tre elementi si è cercato di combinarli ed orientarli nel modo migliore, così da esporre il complesso il più possibile a Sud e proteggerlo dai venti principali. Si è dovuto tenere conto, inoltre, della zona edificabile vincolata dalle richieste dei vicinati, che richiedono di mantenersi a distanza di 20 m dal confine, e dal genio civile che richiede di costruire ad almeno 50 m dalla chiesa.

Nella zona rivolta verso Sud-Est si è pensato di creare dei porticati che mettono in comunicazione interno ed esterno ed abbiano la funzione di proteggere dall'irraggiamento del sole estivo, permettendo comunque l'ingresso dei raggi solari in inverno.

È stata aggiunta una scala esterna in mattoni verso Ovest che, oltre a richiamare le case tipiche della zona, protegge in parte l'edificio nella direzione dei venti principali.

La suddivisione degli spazi interni è stata pensata per creare una suddivisione tra la zona giorno e la zona notte. Nel piano terra, infatti, sono stati collocati: ingresso, che oltre ad essere un elemento di comunicazione tra l'esterno e l'interno permette l'accesso ai piani superiori attraverso una scala; un piccolo bagno di servizio, che trova spazio nel sottoscala; cucina; salone e sala da pranzo.

Per mettere in evidenza il paesaggio e per rendere bene illuminati gli ambienti sono state create delle grandi aperture.

Nel primo piano sono stati realizzati tre ambienti indipendenti, costituiti ognuno da camera da letto matrimoniale, cabina armadio e bagno. Questa scelta è stata fatta anche in previsione di un adattamento della struttura a Bed and Breakfast. Uno dei tre spazi indipendenti è pensato su due piani, creando un doppio volume messo in comunicazione da uno scalone in legno che dà accesso alla mansarda.

Le diverse tipologie di aperture viste dall'esterno vogliono mettere in evidenza l'idea di partenza, cioè la distinzione tra i tre edifici.

È stato previsto anche un interrato che si distribuisce per tutta la grandezza del piano terra.

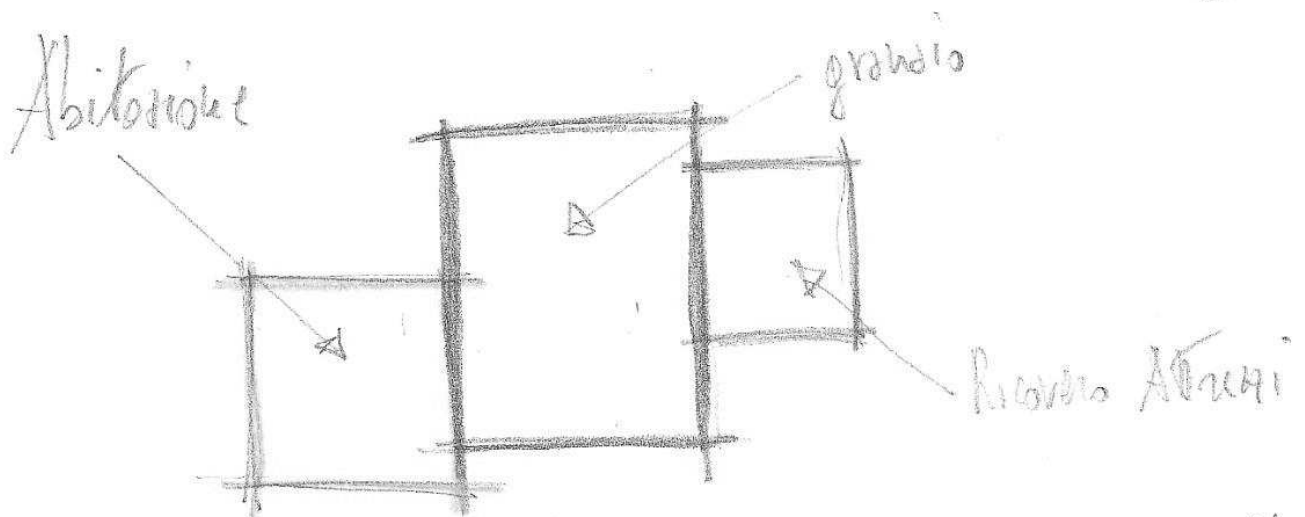
Data la grande estensione di questo ambiente si è pensato di suddividerlo creando: un ampio salone rustico con camino e cucinotto; un bagno ed una lavanderia; uno spazio dedicato a garage e ricovero attrezzi e il locale tecnico inserito nel sottoscala.

2.1.2 Studio architettonico

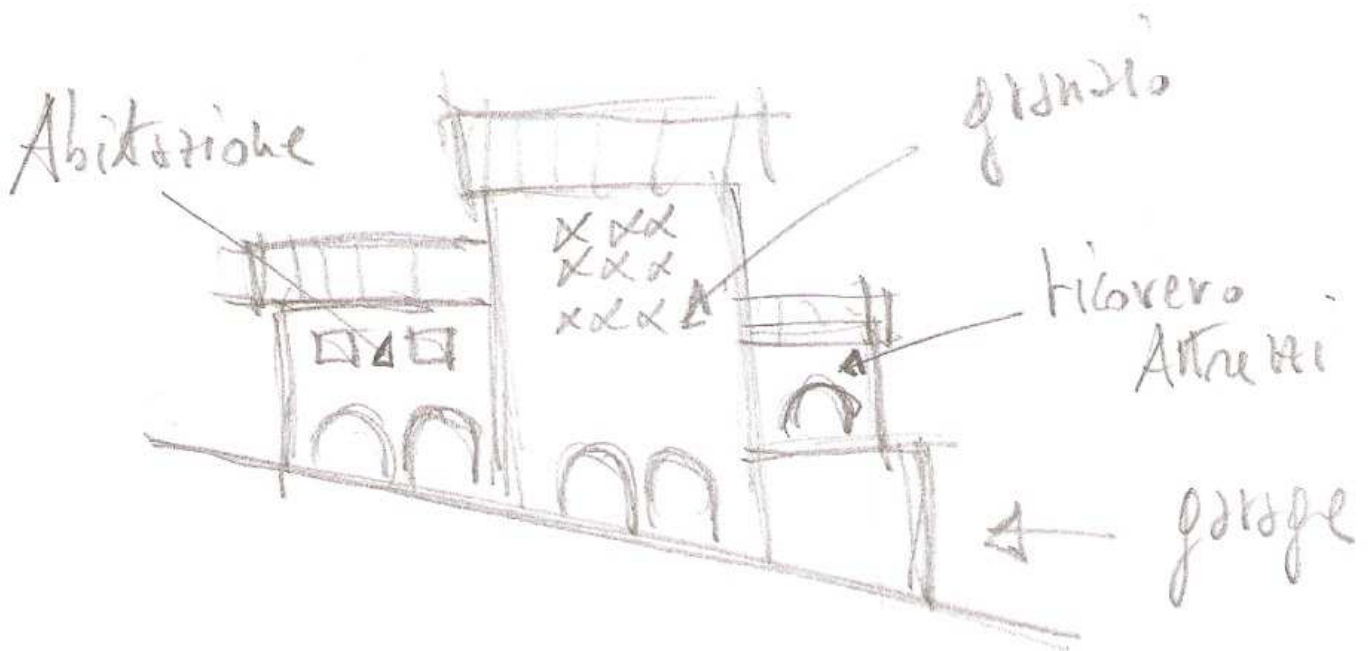
Edifici tipici della campagna marchigiana



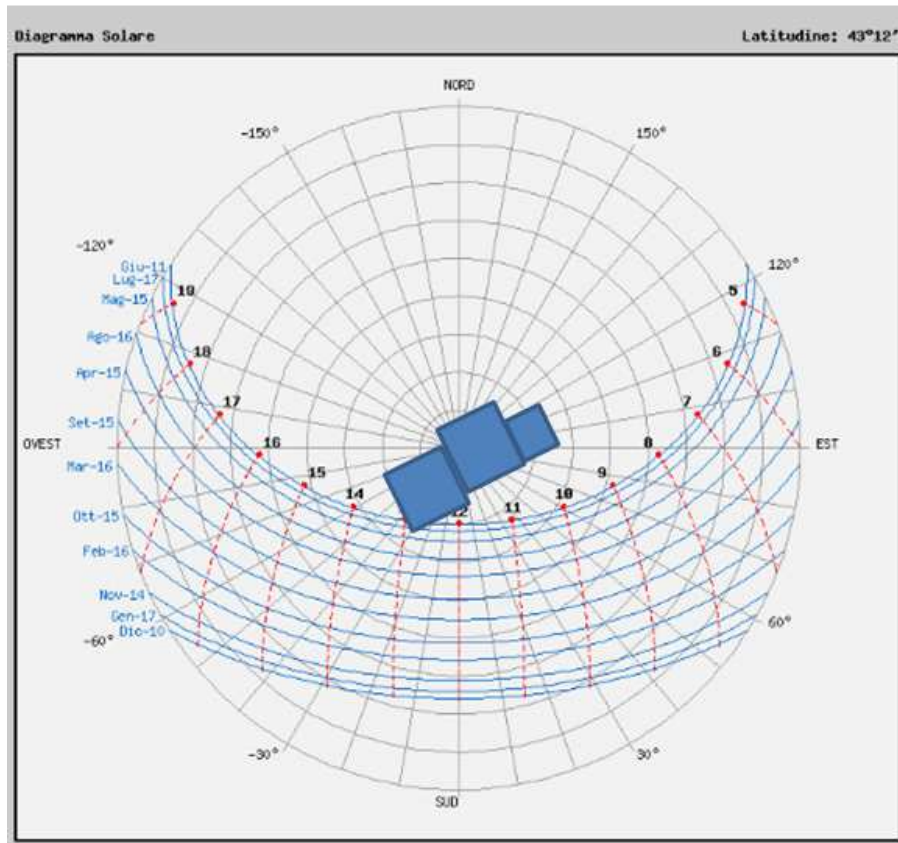
Combinazione degli edifici in pianta



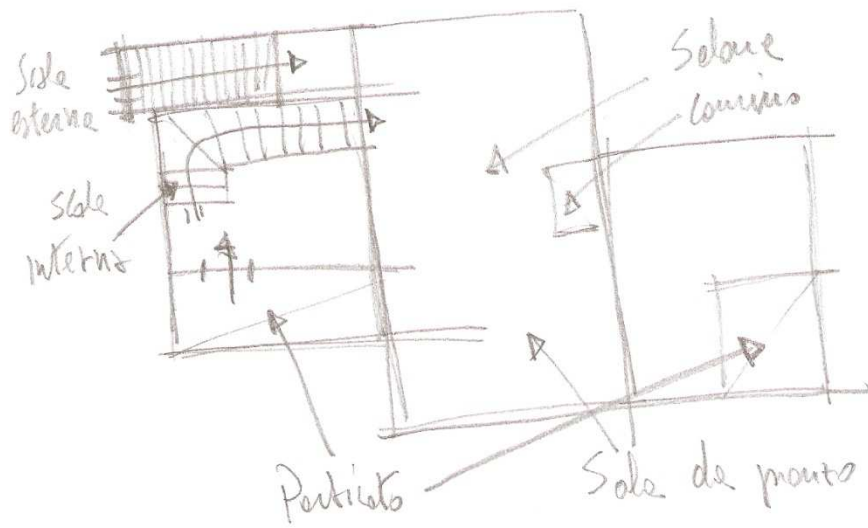
Combinazione degli edifici in prospetto



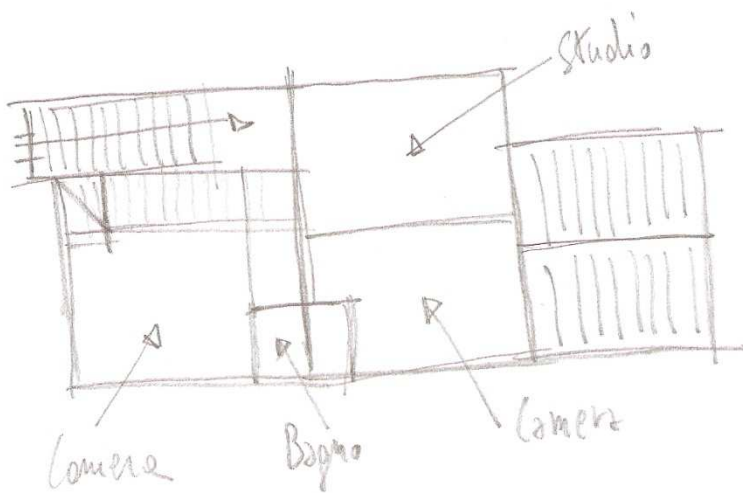
Orientamento dell'edificio nel lotto a disposizione



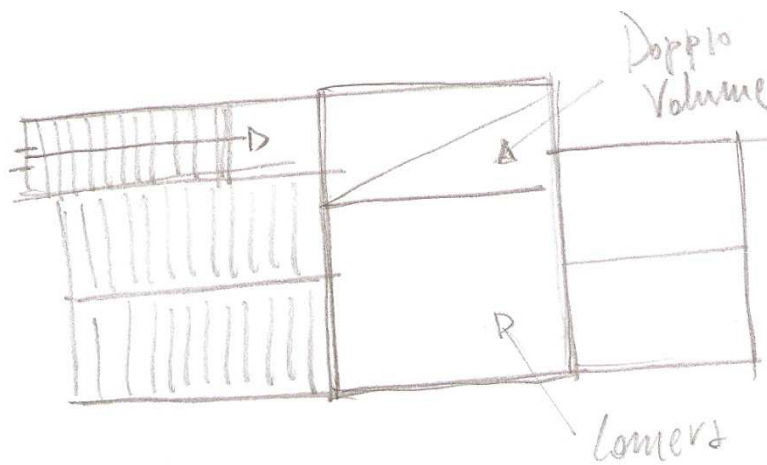
Piante e suddivisione degli spazi



P.T.



P.1°



P.2°
(Mansarda)

2.2 Fase 2: Prima soluzione architettonica e definizione delle superfici

Nella distribuzione degli spazi interni si è tenuto conto dell'orientamento dell'abitazione, di conseguenza godono della maggiore illuminazione gli ambienti rivolti a Sud. L'ingresso è posto verso la strada principale ed è riparato da un ampio portico che permette l'accesso ad ogni ambiente della casa. È stato, infatti, ricavato un ingresso che da l'accesso al salone e alla sala da pranzo, ad un bagnetto di servizio e, tramite la scala che si trova frontalmente al portone, ai piani superiori, lo studio e tutta la zona notte.

La zona giorno, che comprende tutto il piano terra, è composta da un piccolo antibagno e bagno di servizio, dalla sala e dalla cucina, comunicanti tra loro attraverso una porta. La sala e la cucina danno l'accesso ad un piccolo portico, ambiente che rende utilizzabile lo spazio esterno rimanendo a riparo dagli agenti atmosferici. Per accedere ai piani superiori si fa utilizzo di una scala in legno. Al primo piano sono state situate due camere con bagno riservato e cabina armadio. Quest'ultima è stata ricavata nel collegamento tra l'ingresso della camera e quello del bagno. Sempre in questo piano si trova uno studio che da l'accesso alla mansarda, la quale è stata pensata come un'altra camera da letto. Il primo piano e la mansarda sono connessi tra loro attraverso un doppio volume che si crea nella parte più bassa del tetto e consente alla luce di distribuirsi in entrambi gli spazi. Per accedere alla mansarda è stato pensato di realizzare uno scalone in legno che richiamasse le scale che si utilizzano nelle biblioteche.








Nel piano interrato sono stati collocati tutti i locali di servizio, quali la lavanderia e bagno, il vano tecnico, il garage e inoltre è stato ricavato un salone rustico in openspace con la cucina. Sono stati previsti due accessi all'interrato: uno è dedicato all'ingresso delle autovetture in garage e si apre sfruttando la pendenza del terreno; l'altro è una scala esterna protetta da una tettoia che permette l'ingresso pedonale.

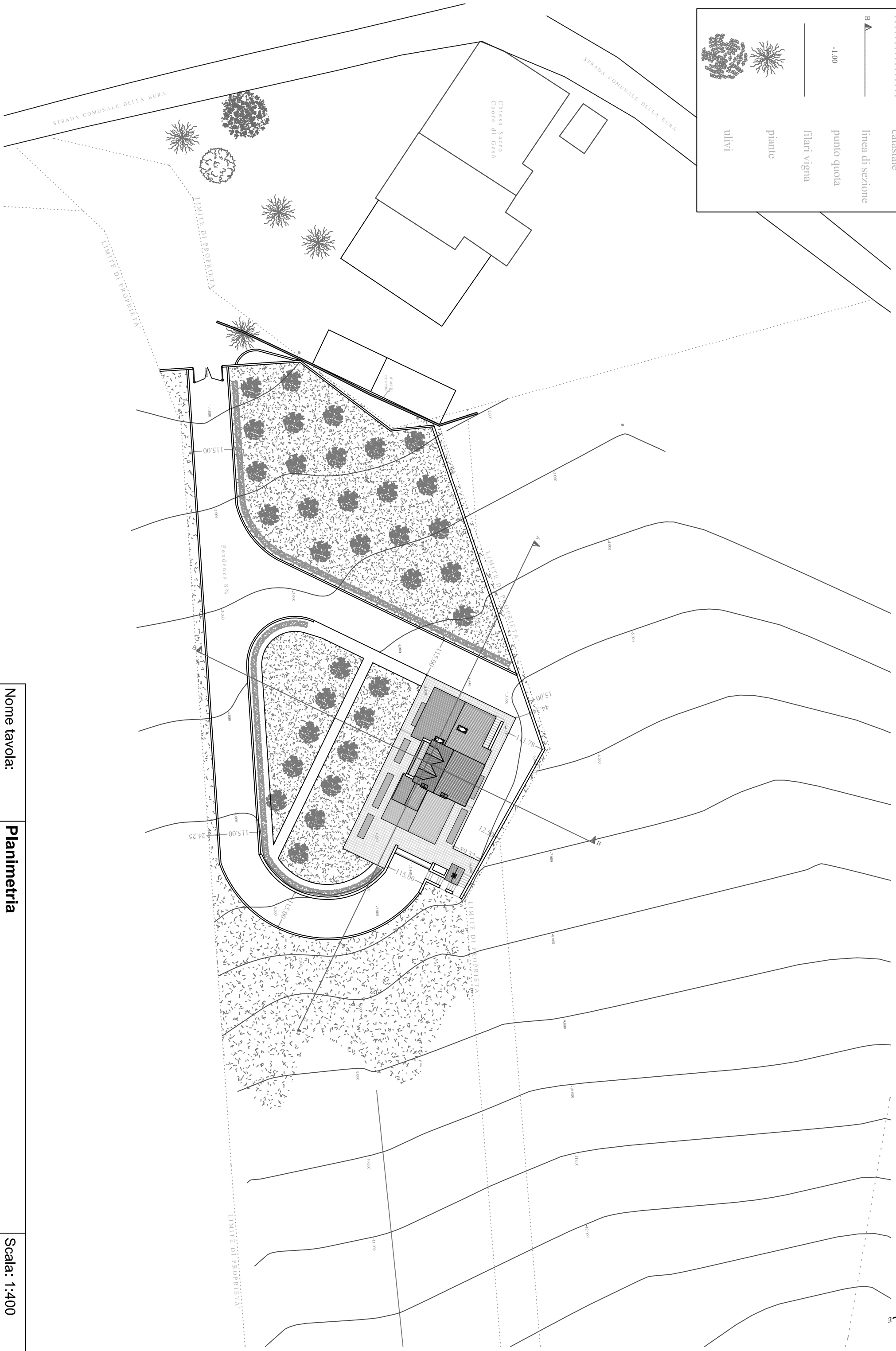
I cancelli di ingresso, che consentono l'accesso alla proprietà, si collocano in direzione della strada principale.

Piante e Prospetti dell'architettonico autorizzato

Di seguito sono stati i disegni ottenuti da un'attenta progettazione che fa attenzione alle richieste ed ai vincoli edilizi.

Legenda

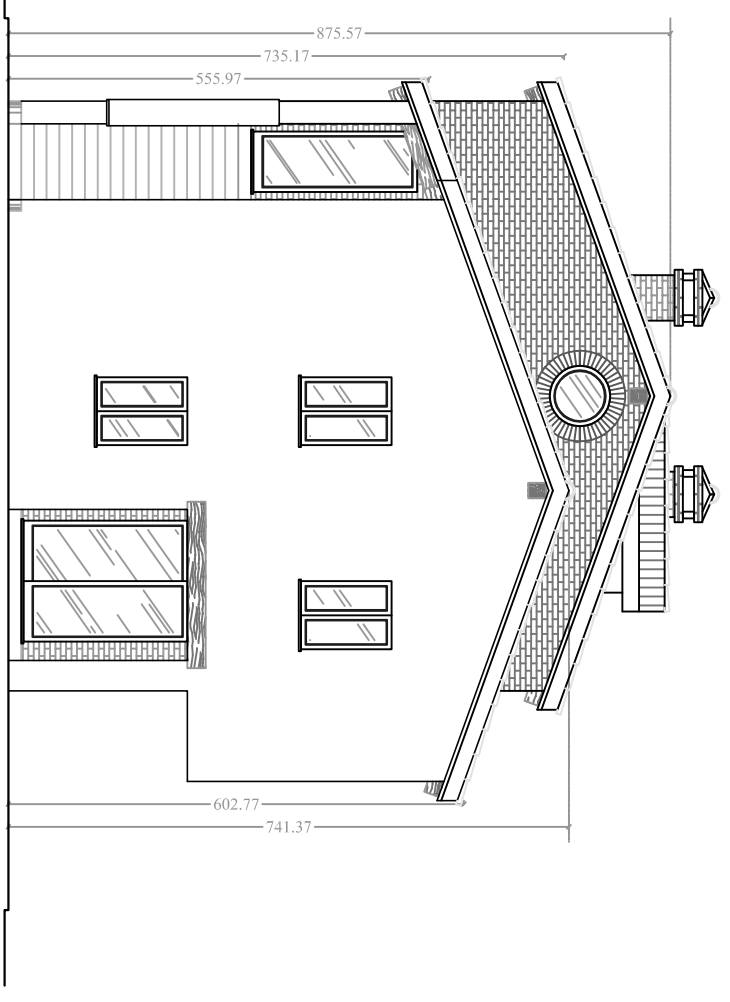
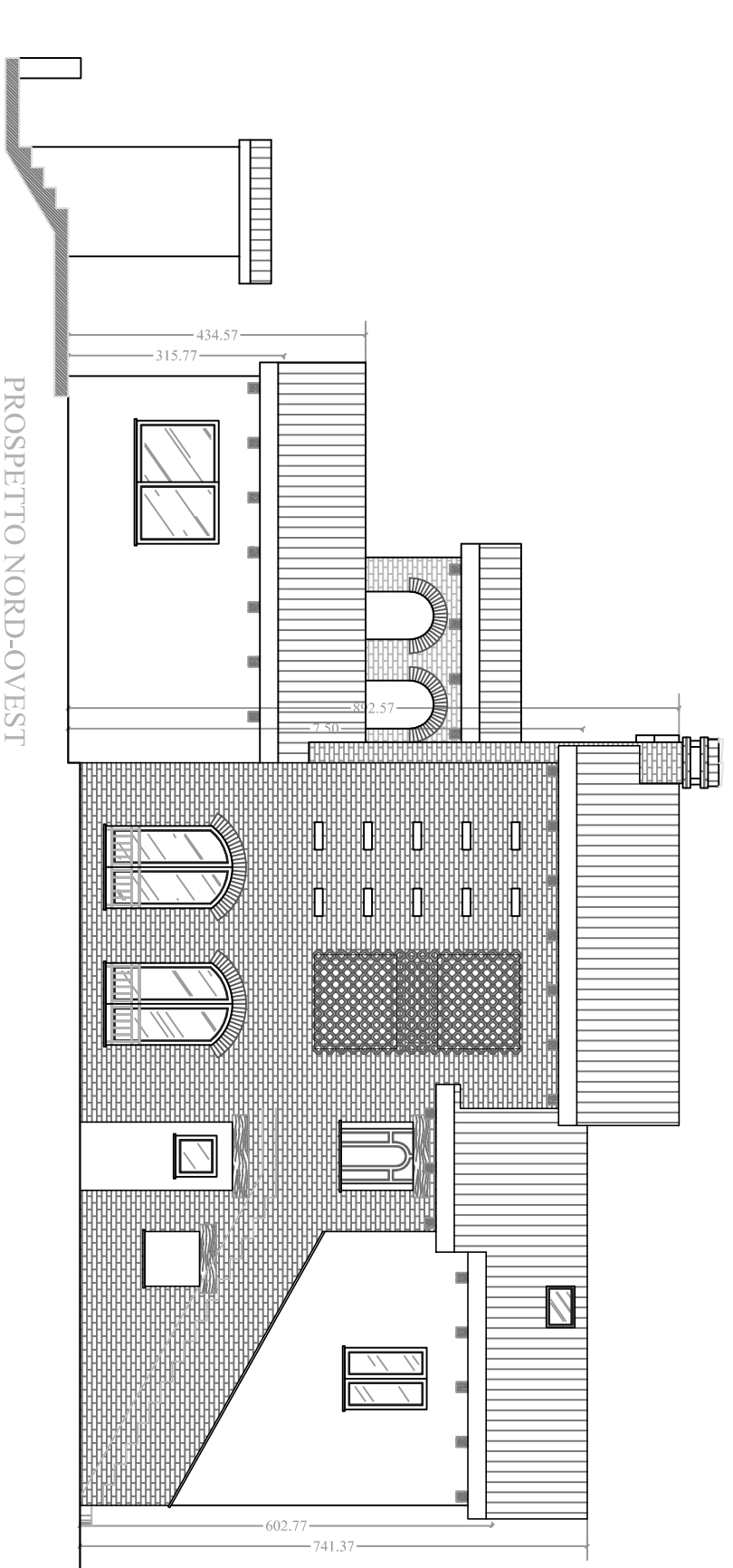
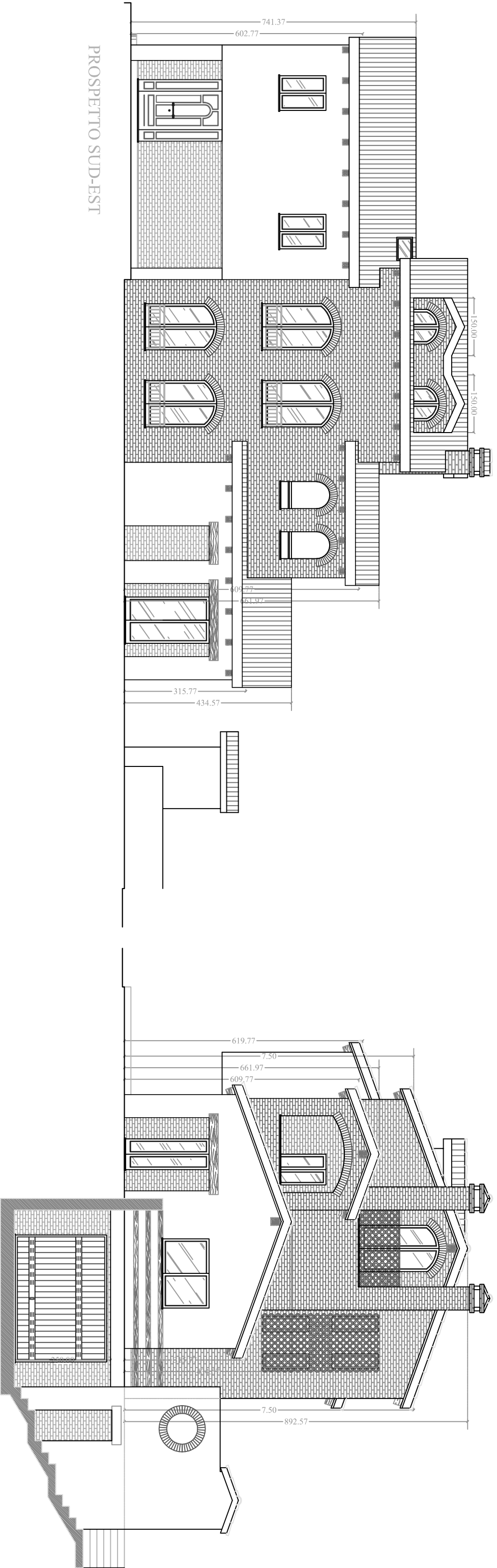
	curve di livello
	catastale
	linea di sezione
	punto quota
	filari vigna
	piante
	ulivi



Nome tavola:

Planimetria

Scala: 1:400



PROSPETTO SUD-EST

PROSPETTO NORD-EST

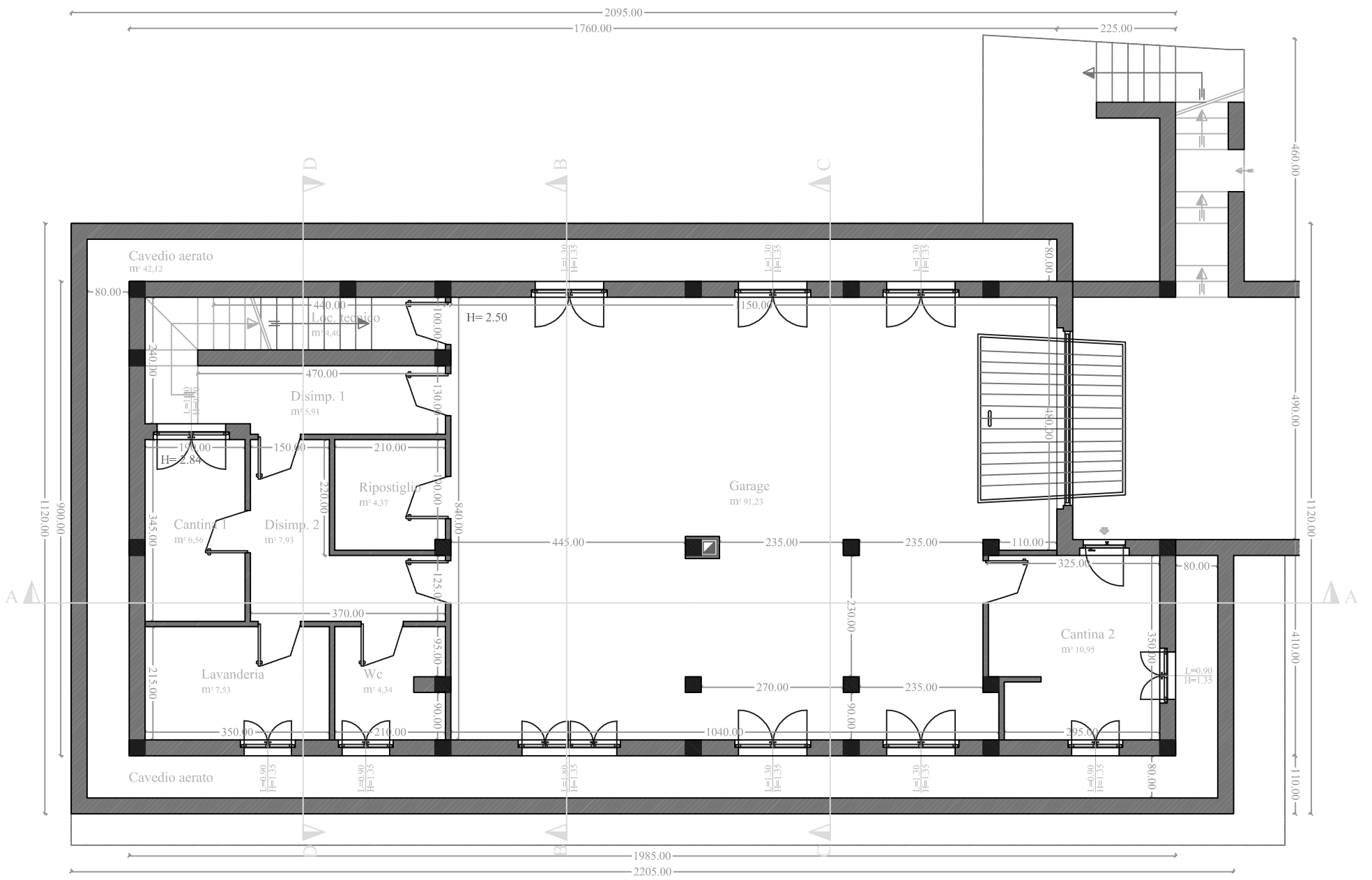
PROSPETTO NORD-OVEST

PROSPETTO SUD-OVEST

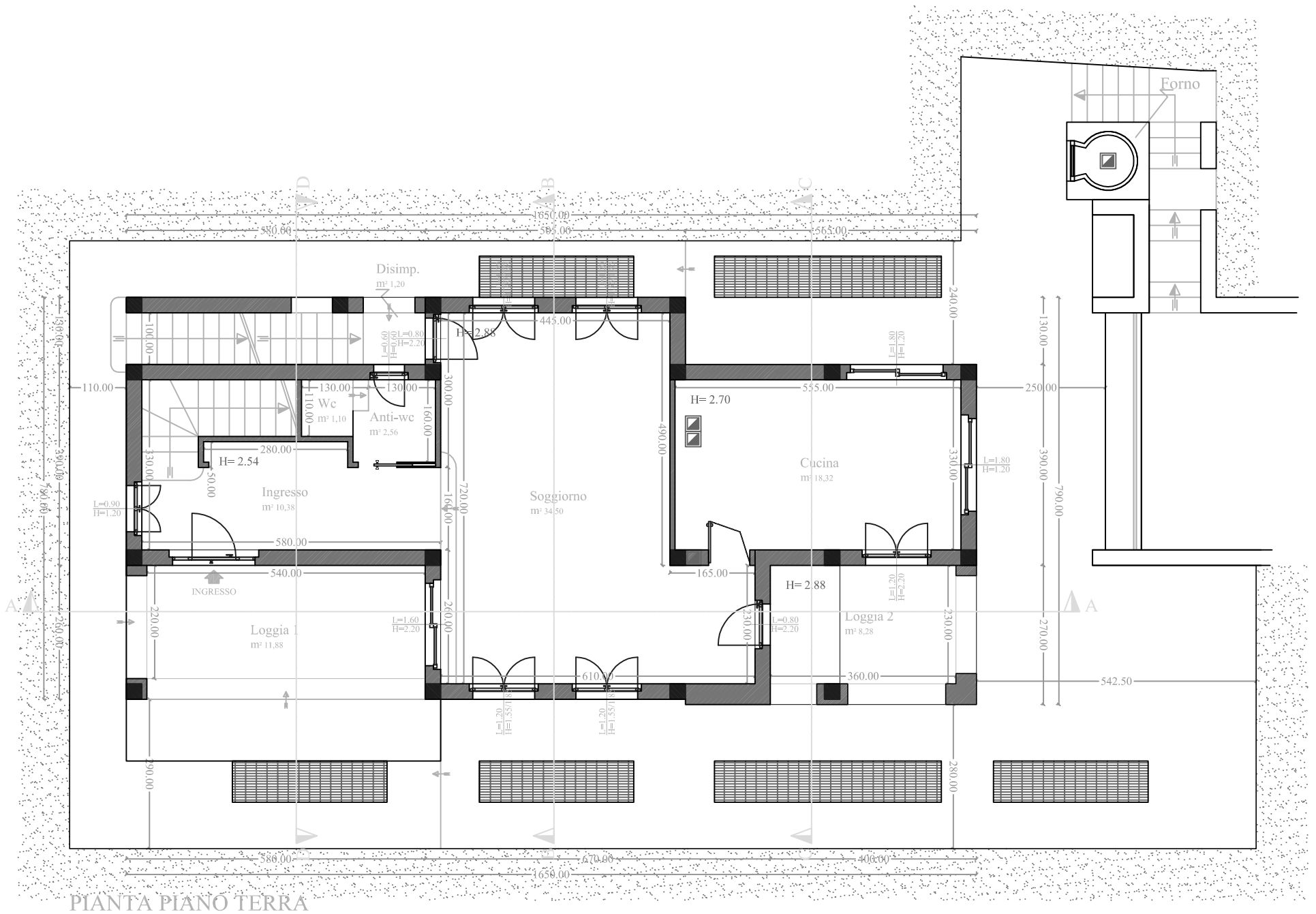
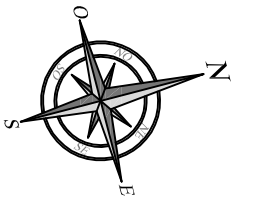
Nome tavola:

Prospetti

Scala: 1:100



PIANTA PIANO INTERRATO

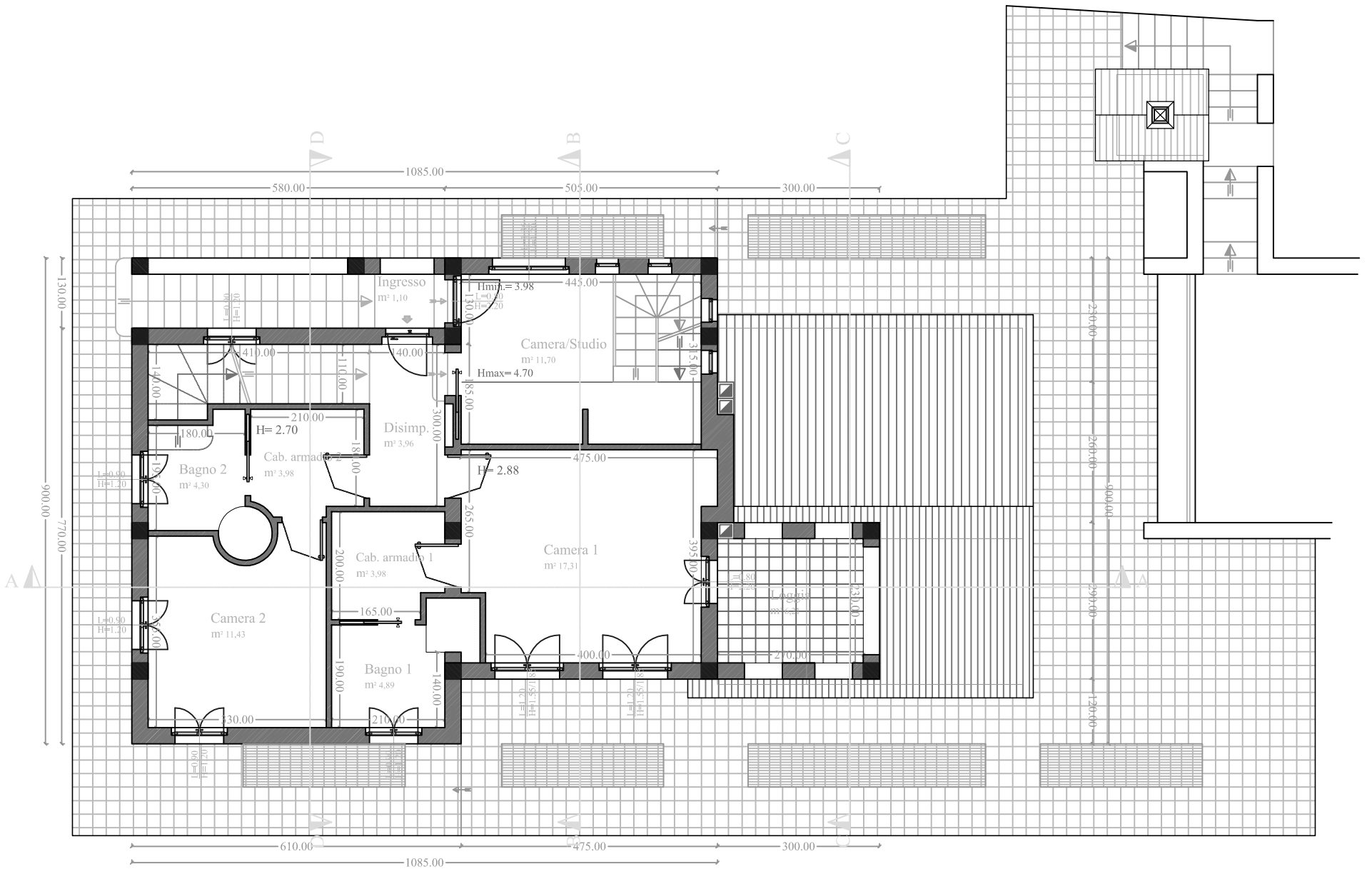


PIANTA PIANO TERRA

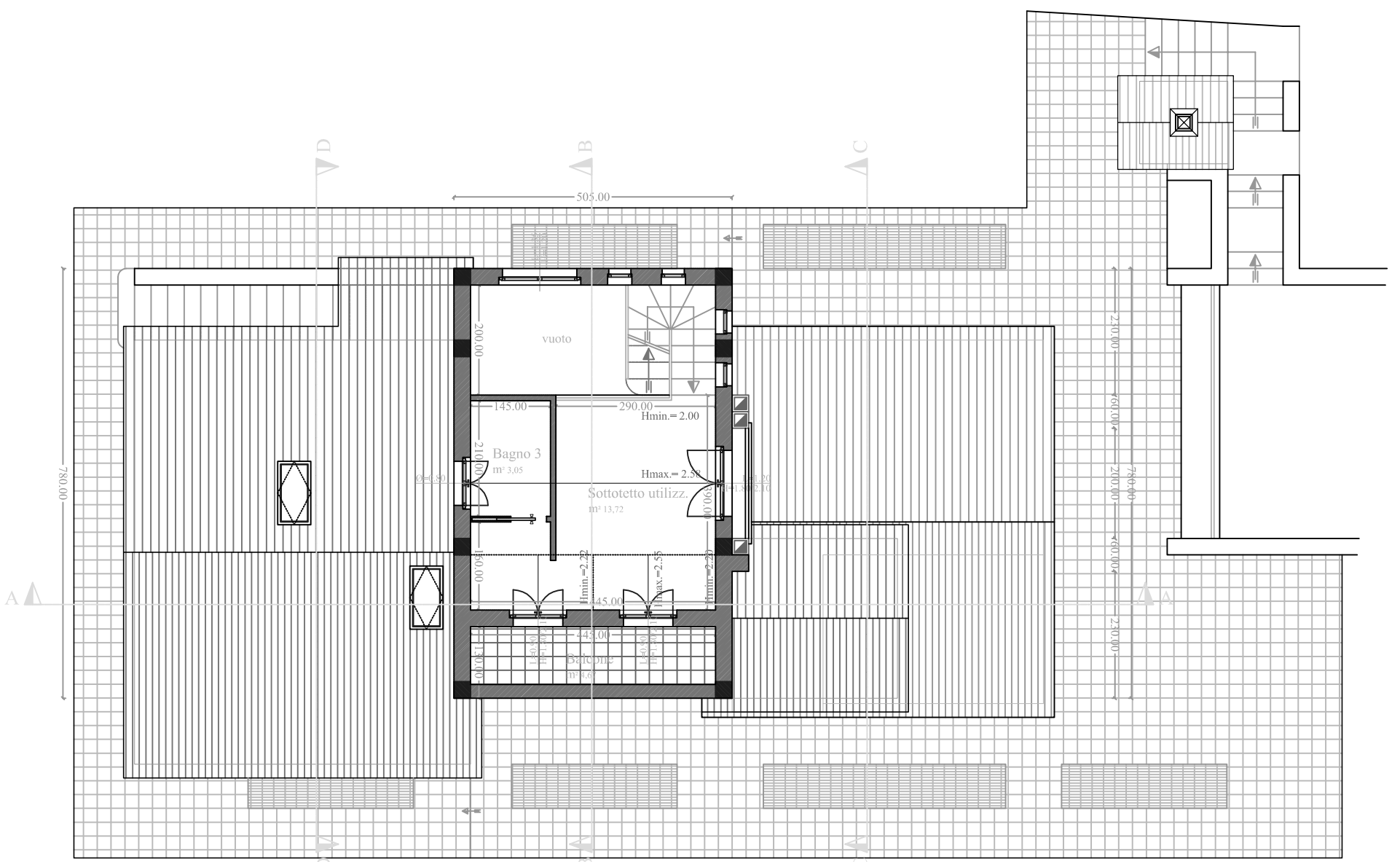
Nome tavola:

Piante 1

Scala: 1:100



PIANTA PIANO PRIMO

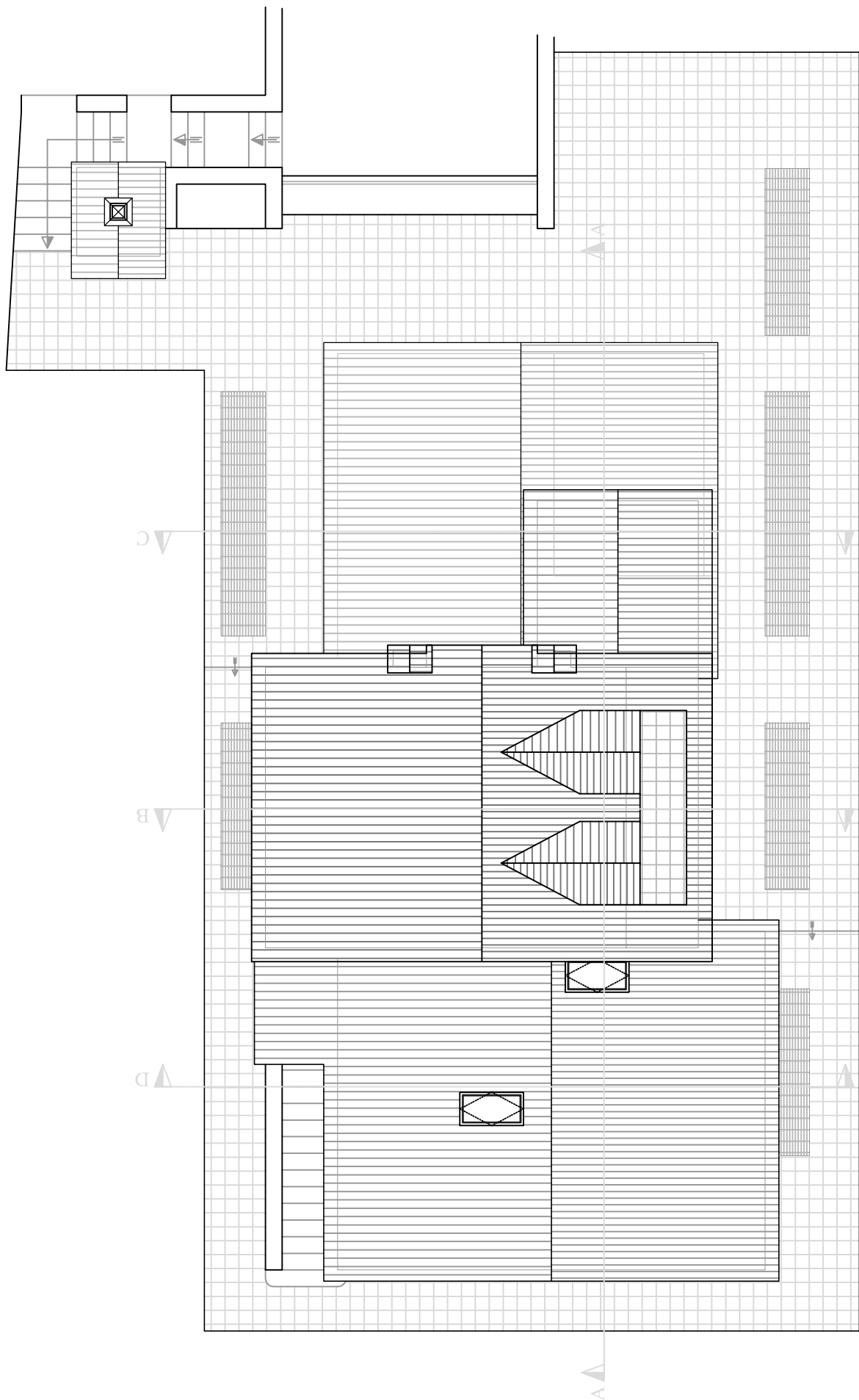


PIANTA PIANO SECONDO

Nome tavola:

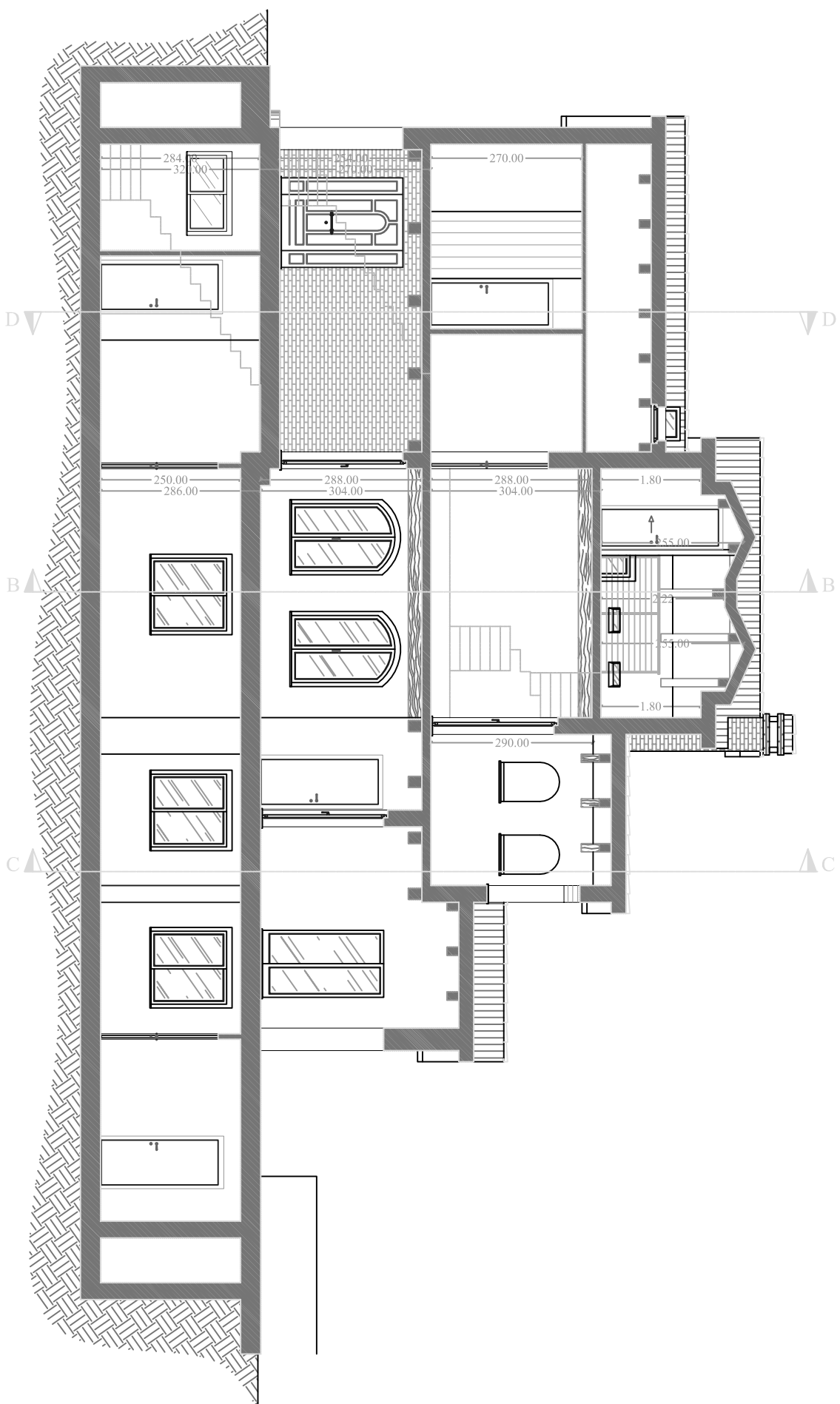
Piante 2

Scala: 1:100

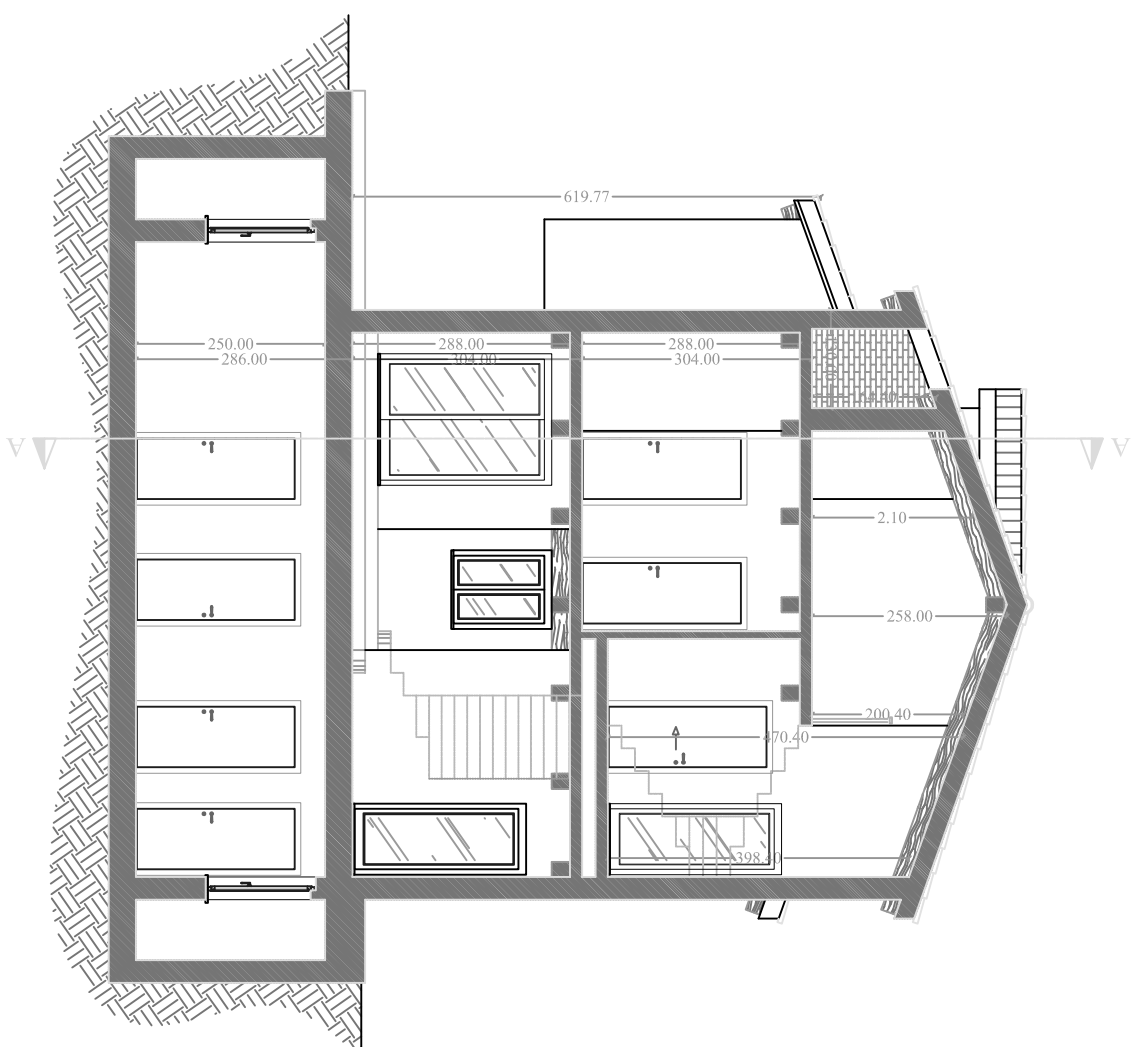


PIANTA COPERTURA

SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

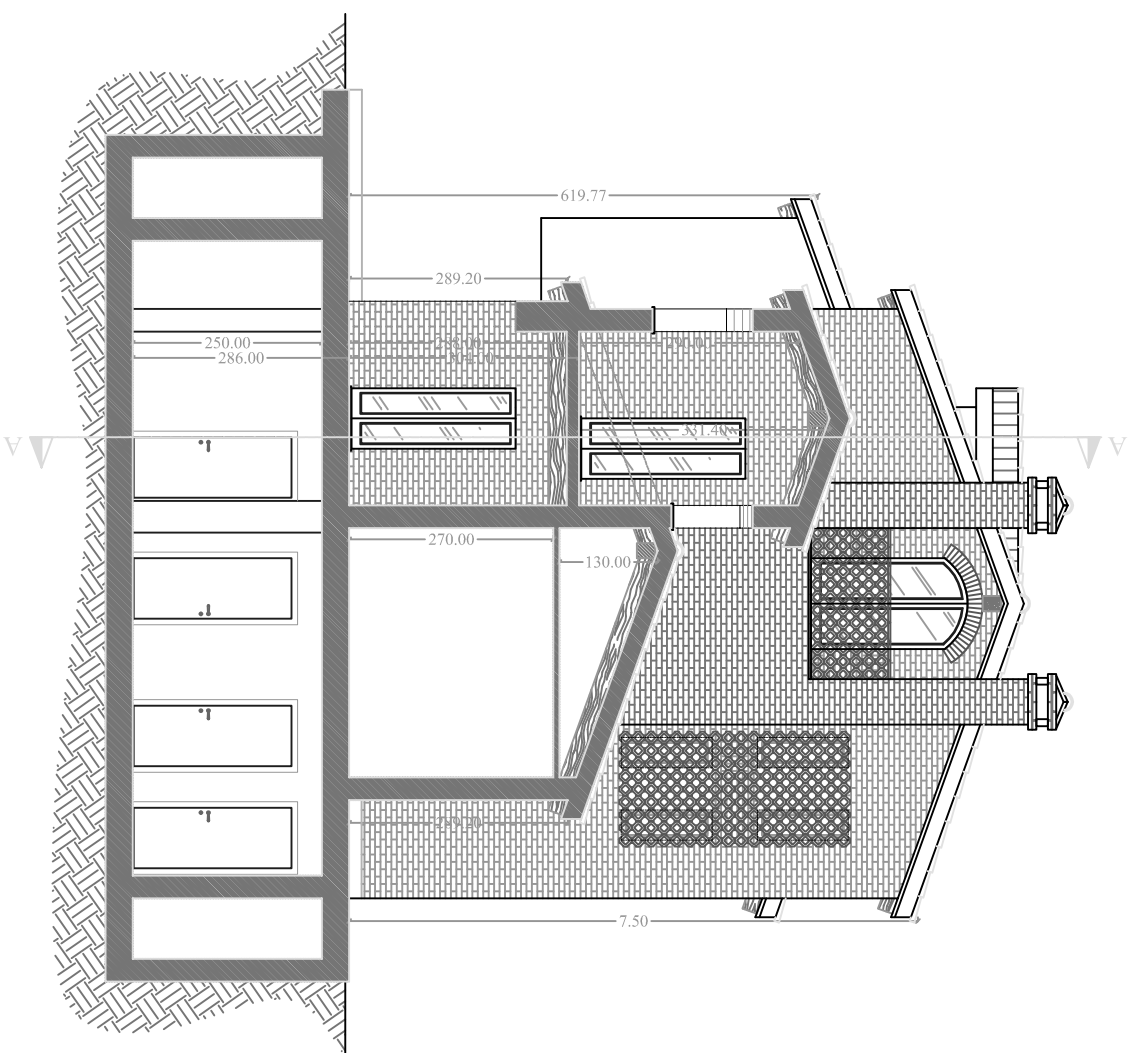


Nome tavola:

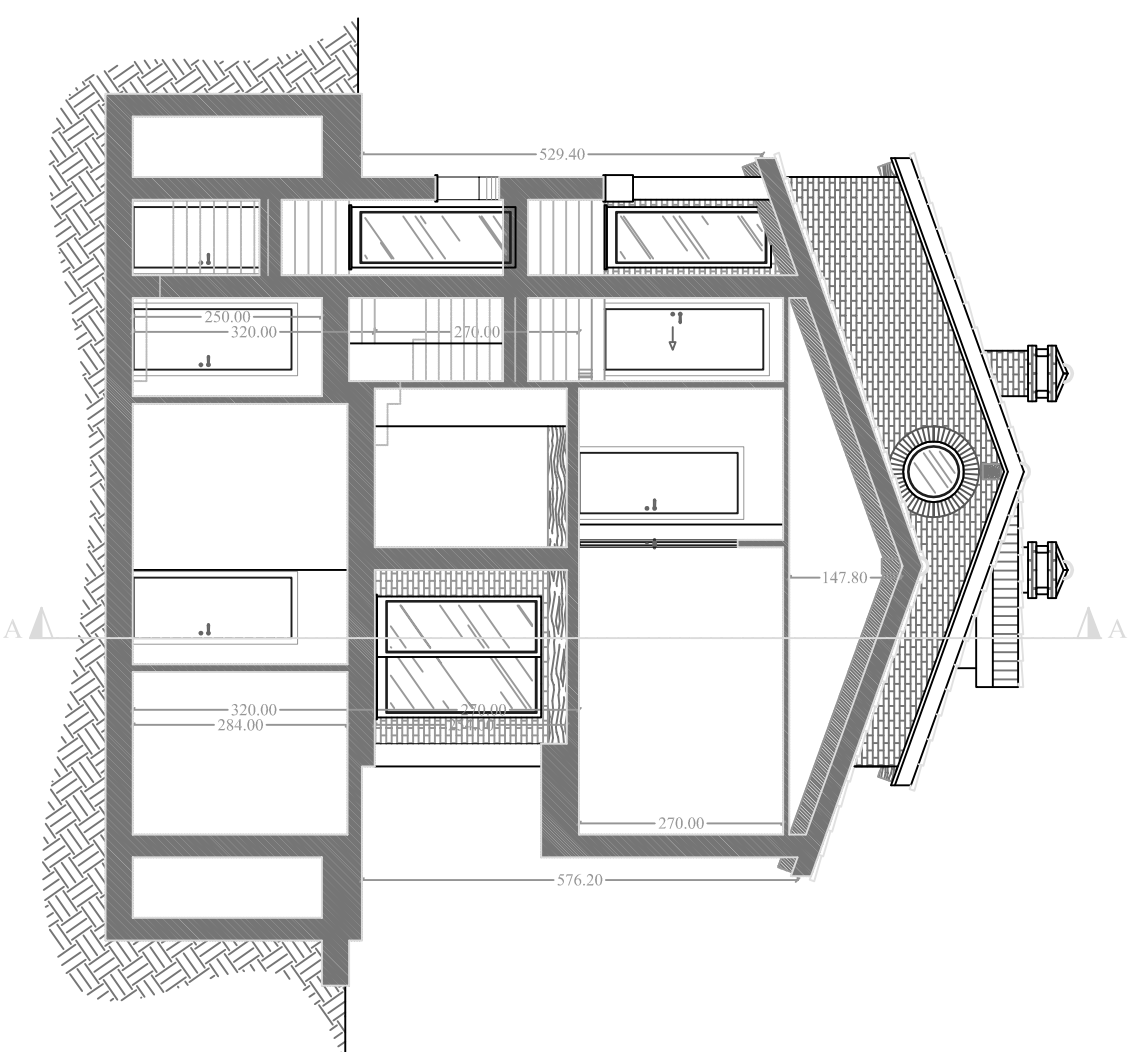
Sezioni 1

Scala: 1:100

SEZIONE C-C



SEZIONE D-D



2.2.1 Calcolo dei volumi

Il volume autorizzato per costruire, inizialmente, era di 440.55 m³.

In seguito all'adozione del Piano Casa e quindi il possibile ampliamento del 30% del volume esistente è stato ottenuto un volume di progetto pari a 570.57 m³. Vengono di seguito riportati i calcoli relativi all'ampliamento volumetrico.

Volume Stato Autorizzato = 440.55 m³

Calcolo incremento S.U.L.

Volume Esistente (autorizzato con prat. edil. n. C-109-2009) = 440.55 m³

Incremento Volume massimo ammissibile (L.R. n.19/2010) = 30% Volume Esistente

$$440.55 \times 0.30 = 132.17 \text{ m}^3$$

Volume Stato di Progetto = 570.57 m³

Incremento Volume stato di Progetto = 130.02 m³

Incremento Volume Stato di Progetto < Incremento 30% Volume Esistente

$$130.02 \text{ m}^3 < 132.17 \text{ m}^3$$

Sono di seguito riportati i valori delle superfici e dei volumi di progetto relativi all'architettonico autorizzato.

Piano Terra

Porzione A

Superficie lorda = 22,62 m²

H. = 2,7 m

Volume = 61,07 m³

Porzione B

Superficie lorda = 44,34 m²

H. = 3,04 m

Volume = 134,79 m³

Prozione C

Superficie lorda = 21,54 m²

H. = 2,7 m

Volume = 58,16 m³

Prozione D (scala)

Superficie lorda = 5,68 m²

H. = 1,3 m

Volume = 7,38 m³

Prozione E (scala)

Superficie lorda = 0,65 m²

H. = 1,3 m

Volume = 0,85 m³

Prozione F (scala)

Superficie lorda = 1,24 m²

H. = 2,66 m

Volume = 3,29 m³

Volume Totale P.T. = 265,54 m³

Piano Primo

Porzione A1

Superficie lorda = 45,02 m²
H. = 2,7 m
Volume = 121,55 m³

Porzione B1

Superficie lorda = 21,81 m²
H. = 3,04 m
Volume = 66,3 m³

Prozione B1.1

Superficie lorda = 6,57 m²
H. = 2,88 m
Volume = 18,91 m³

Prozione C1

Superficie lorda = 11,62 m²
H. = 4,34 m
Volume = 50,41 m³

Volume Totale P.Primo = 257,17 m³

Piano Secondo

Porzione B2

Superficie lorda = 14,65 m²
H. med. = 2,23 m
Volume = 32,66 m³

Porzione B2.1

Superficie lorda = 3,28 m²
H. med. = 2,32 m
Volume = 7,6 m³

Prozione B2.2

Superficie lorda = 3,28 m²
H. med. = 2,32 m
Volume = 7,6 m³

Volume Totale P.Secondo = 47,86 m³

Volume Stato di Progetto = 570,57 m³

2.3 Fase 3: Valutazione di qualità e tecnologia costruttiva da adottatore

In seguito ad una veloce analisi di alcuni preventivi a disposizione siamo arrivati alla conclusione che la soluzione che meglio rispondeva alle esigenze e richieste del committente era una struttura costituita da fondazione ed un piano interrato realizzati in cemento armato, e tutta la parte fuori terra con struttura portante in legno.

Questa decisione è stata presa proprio perché era quella che meglio rispondeva alle richieste del committente.

Platform frame: è il sistema costruttivo più diffuso al mondo per le costruzioni in legno.

Il Platform frame è il sistema costruttivo tipico delle case in legno americane ed è l'evoluzione del più noto sistema Ballon frame.

La costruzione procede per piani. I telai del primo piano vengono fissati al basamento, dopo di che viene realizzato il primo solaio. A questo punto si procede fissando ad esso il telaio del secondo piano e così via. I pannelli, sia interni che esterni all'isolamento, vengono posti in opera in cantiere.

Le fondazioni sono generalmente realizzate con platea in c.a., oppure con piani interrati composti da setti in c.a..

La struttura in legno dal piano terra in poi, ha di solito queste caratteristiche:

le pareti esterne e quelle interne resistenti a taglio sono costituite da telai in legno lamellare di 60x160 mm, posti verticalmente a interasse di circa 60 cm, collegati al piede e in sommità con opportune piastre metalliche con travi lamellari di identica base e opportuna altezza; questi telai sono poi irrigiditi mediante pannelli in legno OSB (Oriented Strand Board) dello spessore minimo di 18 mm;

gli elementi così composti vengono assemblati fra loro in maniera da ottenere in controventamento necessario;

l'assemblaggio tra travi lamellari e pannelli è realizzato tramite chiodi o viti posti a un opportuno interasse.

Le pareti esterne sono poi rivestite esternamente con un cappotto termico e relativo intonachino ai silicati silossani, mattoni faccia vista, pietre o può avere delle doghe in legno a vista.

Il collegamento fra la struttura in legno e le fondazioni in c.a. viene assicurato mediante opportune barre filettate in acciaio o tasselli a pressione. I solai di interpiano sono realizzati con travi appoggiate in legno lamellare, poste a interasse variabile a seconda della luce, in appoggio alle travi

vien posto un perlinato di opportuno spessore, nella parte superiore al perlinato vengono realizzati i massetti in cls, gli impianti e successivamente qualsiasi tipo di pavimento finale (parquet, ceramica, pavimenti galleggianti, ecc.).

I solai di copertura termoventilati vengono realizzati con un'orditura in legno lamellare posta a opportuno interasse con sovrastante perlinato, listello in legno per alloggio isolante, isolante, listello di ventilazione, pannello in legno OSB, guaina impermeabilizzante e manto finale di copertura in tegole o coppo di laterizio.

2.4 Intervista alla ditta costruttrice per la parte del legno

A corollario delle scelte adottate, ho pensato di intervistare Paolo Subissati proprietario della ditta che porta il suo nome e scelta per la costruzione.

Le domande fatte sono partite da informazioni più generali di approccio al problema fino ad arrivare a quelle di tipo più tecnico. Per rispondere a quest'ultime domande è intervenuto l'Ing. Andrea Montagna, membro dell'ufficio tecnico interno all'azienda Subissati s.r.l. che ha effettuato i calcoli strutturali relativi alla struttura in legno della casa in esame.

Perché costruire in legno?

Scegliere di costruire in legno significa avere uno sguardo rivolto al futuro, avendo a cuore le nuove generazioni, e avere un atteggiamento responsabile verso il presente. Significa partecipare al benessere ambientale, che è anche il nostro benessere. Un'abitazione ecologica consuma poco, è sicura, si inserisce alla perfezione in ogni contesto e non conosce limiti estetici.

Non solo queste sono le motivazioni che spingono il cliente a scegliere una tipologia costruttiva in legno piuttosto che quella tradizionale. Fattori che incidono fortemente, infatti, sono: il consumo energetico, la rapidità di realizzazione dell'opera finita, la qualità dei materiali e la grande affidabilità della struttura in ambito sismico.

I vantaggi delle case in legno:

Sostenibilità

Il legno è l'unico materiale da costruzione che respira. Le case in legno garantiscono assenza di ponti termici e rischi di condensa, grazie all'elevata permeabilità al vapore, inoltre può essere realizzata completamente secondo i canoni della bioedilizia scegliendo gli opportuni materiali.

Proprietà meccaniche del legno

Il legno in generale (ed in particolare il legno lamellare) è un eccellente materiale da costruzione in quanto presenta elevata resistenza a trazione, compressione, flessione, è elastico, ha un basso peso specifico, ottime caratteristiche termo-acustiche ed è di facile lavorazione.

Durabilità

Le case in legno, se ben realizzate, sono costruzioni che durano secoli. La durabilità dell'edificio è strettamente connessa a trattamenti che vengono effettuati su quelle parti lignee che rimangono esposte agli agenti atmosferici e a quelli patogeni.

Antisismica

Il legno ha caratteristiche che lo rendono in grado di resistere alle forze telluriche e che ne fanno, per certi aspetti, il surrogato ideale dell'acciaio.

Risparmio energetico

Si raggiungono valori di trasmittanza parete di $0.20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ed elevatissimi valori di sfasamento di condizionamento e riscaldamento.

Parametri per la certificazione energetica dell'edificio:

bassi consumi		Casa Passiva	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 1.5 litri Gasolio/m ² a	= 1.5 m ³ Metano/m ² a
Classi energetiche	A	Classe A	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 3.0 litri Gasolio/m ² a	= 3.0 m ³ Metano/m ² a
	B	Classe B	$\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 5.0 litri Gasolio/m ² a	= 5.0 m ³ Metano/m ² a
	C	Classe C	$\leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 7.0 litri Gasolio/m ² a	= 7.0 m ³ Metano/m ² a
	D	Classe D	$\leq 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 9.0 litri Gasolio/m ² a	= 9.0 m ³ Metano/m ² a
	E	Classe E	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 12.0 litri Gasolio/m ² a	= 12.0 m ³ Metano/m ² a
	F	Classe F	$\leq 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 16.0 litri Gasolio/m ² a	= 16.0 m ³ Metano/m ² a
	G	Classe G	$> 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	= 16.0 litri Gasolio/m ² a	= 16.0 m ³ Metano/m ² a
alti consumi					

Fonte: Casa Clima

Indici stimabili di trasmittanza "U" per classificazione energetica:

	A	B	C	D	E
Pareti esterne	0.15-0.25	0.25-0.30	0.30-0.45	0.45-0.50	0.50-0.60
Coperture	0.10-0.20	0.15-0.25	0.25-0.40	0.40-0.50	0.50-0.60
Pavimenti	0.25-0.35	0.30-0.50	0.50-0.70	0.50-0.70	0.70-0.80

Dove compra il legname?

Germania, Austria, Svezia. Sono stati scelti questi luoghi proprio per la loro ricchezza di materiale. Compriamo la trave di legno lamellare già imballata e certificata.

Le aziende fornitrici sono, infatti, situate in prossimità dei boschi da selvicoltura, dai quali prelevano il legname che viene poi analizzato ai raggi x e quindi ritagliato massimizzando il ricavato, così da evitare gli sprechi.

Successivamente ai test ogni trave viene certificata dal suo bollino che ne permette la tracciabilità.

Che tipo di legname utilizza?

Il legno utilizzato è l'Abete Rosso, il quale ha delle ottime caratteristiche. L'Abete Rosso è una delle tipologie di legname più utilizzato per le costruzioni in legno.

I prodotti sono realizzati in legno lamellare, con incollaggio eseguito secondo la normativa DIN 1052 Comma 1 sezione 12.1 e con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 68140.

Come gestite il processo di lavorazione del legno?

Nella falegnameria ogni prodotto è realizzato con cura e attenzione in tutte le fasi della lavorazione grazie alle moderne e sofisticate tecnologie impiegate. Ogni macchinario automatico, infatti è in grado di eseguire alla perfezione diversi tipi di lavorazioni. L'approfondita conoscenza dei materiali e dei processi di realizzazione permette di limitare l'uso di accessori metallici per il fissaggio, esaltando quindi le proprietà meccaniche ed estetiche del legno.

Il legno, come tutti i materiali organici, rischia un deterioramento nel tempo dovuto all'aggressione degli agenti atmosferici. Per ovviare a questo, utilizziamo un impianto di impregnazione in autoclave capace di garantire la massima durata dei prodotti. In collaborazione con la società produttrice dei Sali di impregnazione, abbiamo individuato la migliore procedura per effettuare una corretta esecuzione del ciclo di trattamento.



Il 90% del fabbisogno energetico per produrre le strutture è coperto da un impianto fotovoltaico.



Tempi di costruzione?

Mediamente si parla di una settimana/dieci giorni.

La tendenza è di rendere sempre più veloce il montaggio in cantiere. Si cerca, infatti, di portare i lavori ad un avanzamento massimo in azienda per poi, in cantiere, avere solo un veloce montaggio. Questo rende il cliente soddisfatto, portandolo a scegliere questa tipologia costruttiva rispetto a quella tradizionale proprio perché percepisce un rapido avanzamento dei lavori.

In azienda insieme all'ufficio tecnico, per velocizzare i lavori ed evitare imprevisti, si organizza il montaggio in ogni suo punto, così ogni carpentiere nel momento del assemblaggio sa come muoversi e cosa fare.

Quali sono i problemi relativi alla costruzione di un sistema prefabbricato come il vostro?

Non ci sono particolari limitazioni di tipo strutturale che non siano presenti anche nelle strutture tradizionali.

È possibile in qualsiasi momento di vita dell'edificio portare delle modifiche alla struttura, come realizzare o togliere delle aperture, ma è in genere preferibile non toccare troppo quelli che sono i muri portanti, poiché implicherebbe un cambiamento di tutta la parete portante in esame.

In ogni caso prima di fare ogni modifica è necessario contattare l'ingegnere che è tenuto a realizzare una nuova verifica di stabilità di tutta la struttura.

Differenze tra la tipologia platform ed x-lam? Costi, Prestazioni

Per l'abitazione in esame è stata scelta la tipologia platform, ma un'altra tipologia che sta prendendo piede è per l'appunto l'x-lam. Sono entrambe delle valide tipologie costruttive. La prima è una 'storica del legno' di comprovata durabilità. L'x-lam è più recente, ma sembra soddisfare ottimamente ogni test di laboratorio fatto fin ora, sia in ambito sismico che per la resistenza al fuoco.

Una delle differenze che lasciano un po' più perplessi tra le due tipologie è che diversamente dal platform, dove l'isolante si trova anche internamente alla parete permettendo così una graduale e costante variazione della temperatura dall'esterno all'interno dell'abitazione, nel x-lam l'isolante viene posto tutto esternamente avendo così un grande pacchetto di isolamento che non riesce ad essere progressivo come per l'altra tipologia.

La scelta di una tipologia rispetto all'altra guarda soprattutto alle dimensioni e alla tipologia dell'edificio.

Per un'abitazione di due - tre piani è preferibile utilizzare la tipologia platform in quanto per strutture leggere e di dimensioni non troppo estese si comporta ottimamente.

Nelle strutture di dimensioni più consistenti si consiglia la scelta verso l'x-lam, infatti permette di realizzare anche palazzine di diversi piani.

Va sottolineato che entrambe le tipologie hanno risposto in modo ottimale a prove sismiche e di resistenza al fuoco.

Il montaggio non si differenzia per le due tipologie. In entrambi i casi in cantiere la parete arriva già pronta e quindi deve essere solo posizionata correttamente e fissata.

Come valutate la possibile problematica relativa ad un'infiltrazione d'acqua?

Una particolare attenzione si deve avere riguardo le possibili infiltrazioni di acqua. Si utilizza, infatti, la guaina impermeabilizzata lungo tutto lo spigolo esterno alla base delle pareti perimetrali.

È necessaria la conoscenza preliminare relativa al passaggio di impianti, scarichi, fognature, ingresso dall'esterno all'interno dell'edificio?

La conoscenza preliminare relativa al passaggio degli impianti non è fondamentale durante la fase di realizzazione della struttura, ma è comunque importante avere un'idea riguardo la loro posizione. È da ricordare, infatti, che non è possibile far passare gli impianti internamente alla parete portante, è quindi utile tenerne conto durante la progettazione.

Un elemento che invece va valutato bene preliminarmente è la canna fumaria, in quanto ha un ingombro differente rispetto le costruzioni tradizionali. Necessita, infatti, di un particolare isolamento, il quale aumenta notevolmente le dimensioni dell'elemento.

Chi supervisiona il montaggio della struttura in legno? (ingegnere, tecnico..)

In cantiere è sempre presente un direttore dei lavori, quindi la supervisione dell'ingegnere il quale verificherà che ogni hold-down, tie-down, aggancio siano messi correttamente.

Quali viti e hold-down utilizza?

Vengono utilizzati hold-down, tie-down sia in commercio, sia di fabbricazione propria dell'azienda Subissati s.r.l. quando necessario.

Come risolvete il problema relativo all'aggancio della struttura in legno alla piattaforma in c.a.?

Una delle fasi iniziali del montaggio consiste nel posizionamento e ancoraggio della trave radice alla piattaforma in c.a.. Questa sarà la base su cui si eleveranno le pareti. Una volta posizionate le

pareti del piano terra e la travatura del solaio del primo piano si procederà con l'effettivo aggancio della struttura in legno alla piattaforma in c.a.. Vengono posizionati ogni 60 cm nello spigolo interno di ogni parete gli hold-down: in un primo momento vengono inchiodati alla parete, quindi si procede con il fissaggio chimico a terra per mezzo di barre filettate che vengono prima fissate solo per mezzo di resina (HILTI HIT-HY 200 A), e poi tirate con dei bulloni una volta che la resina si sarà indurita.

Generalmente è difficile avere una piattaforma in c.a. perfettamente planare, come risolvete il problema?

Durante il fissaggio della trave radice si rende perfettamente planare quello che sarà il piano dove poggeranno le pareti attraverso dei piccoli cunei in legno incastrati sotto la trave.

Poi, una volta montate le pareti del piano terra, il solaio del primo piano e dopo aver agganciato il tutto attraverso gli hold-down a terra, si versa un betoncino molto fluido lungo tutta la base d'appoggio per un'altezza di circa dieci cm. Questo, essendo molto fluido, si dispone in tutti gli interstizi rimasti vuoti nella base d'appoggio rendendolo un piano perfettamente uniforme e livellato.

In che modo isolate la struttura in legno dalla possibile risalita di umidità dalla parete in c.a.?
Viene posizionata una guaina impermeabilizzante rispettivamente sotto tutta la trave radice. Poi una volta montate le pareti del piano terra, viene disposta la guaina impermeabilizzante esternamente alla parete fino a 30-40 cm da terra, isolando così la struttura da una possibile risalita di umidità.

Come o cosa la vostra esperienza nel settore vi ha permesso di migliorare il prodotto nel tempo?
Sicuramente il taglio in azienda attraverso una macchina a controllo numerico, la quale permette di arrivare in cantiere con tutti gli elementi da montare già nel loro ultimo stadio, senza dover più tagliare nemmeno un pezzo. Tutto ciò permette una notevole velocizzazione di montaggio ma soprattutto un minore spreco di materiale.

Altre aziende nel vostro settore realizzano monitoraggi delle strutture già realizzate per conoscere meglio il comportamento strutturale nel tempo e per adoperarsi per le esigenze del cliente. Qual è la vostra strategia per migliorarvi?

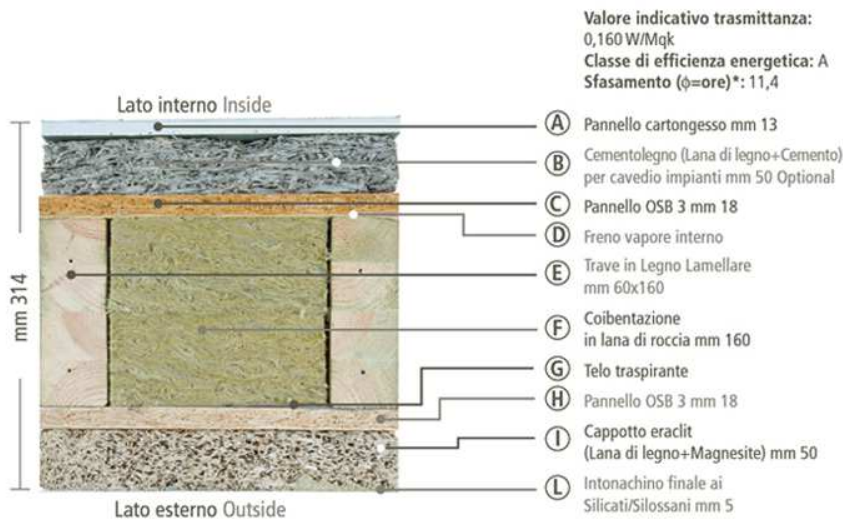
Non facciamo un monitoraggio diretto delle nostre strutture, ma ci confrontiamo con l'esperienza di chi ci vive tutti i giorni. Ogni qual volta un nostro cliente ci contatta per esporci una critica,

ripartiamo proprio dal problema o difficoltà incontrati per perfezionare ed ottimizzare il nostro lavoro.

Quale livello di trasmittanza si otterrà per le pareti?

Parete esterna standard per le costruzioni realizzate con il sistema Platform Frame sono di uno spessore di 314 mm.

La trasmittanza della parete rientra in Classe A di Efficienza Energetica degli Edifici



Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0,0400	
1 INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,005	9,00	0,0056	0,100
2 VAR	Eraclit (Normale 50 mm)	0,050	18,00	0,5556	0,250
3 VAR	Pannello OSB (Oriented Strand Board) 18 mm	0,018	10,80	0,1286	0,540
4 VAR	Telo Traspirante PP (esterno)	0,001	0,13	0,0050	0,040
5 VAR	Lana di Roccia (ROCKWOOL 225)	0,160	11,20	4,7059	0,160
6 VAR	Freno Vapore PP (interno)	0,001	0,15	0,0050	2,000
7 VAR	Pannello OSB (Oriented Strand Board) 18 mm	0,018	10,80	0,1286	0,540
8 VAR	Cemento Legno (Eraclit) 50 mm	0,050	17,50	0,7143	0,250
9 VAR	Cartongesso in lastre	0,013	11,70	0,0619	0,104
	Superficie interna			0,1300	

Provincia:	MACERATA
Comune:	Tolentino
Gradi giorno:	1906
Zona:	D

Trasmittanza massima dal 2006:	0,5 W/m ² K
Trasmittanza massima dal 2008:	0,4 W/m ² K
Trasmittanza massima dal 2010:	0,36 W/m ² K
Trasmittanza della struttura:	0,154 W/m ² K
Struttura regolamentare secondo DPR 59/09	

Utilizzate dei freni al vapore? Come li installate?

Si utilizzano dei freni a vapore già installati nella parete. La parete arriva in cantiere già nella fase finale. La parete è quindi già dotata, in ordine dall'esterno all'interno di: eraclit, OSB, freno traspirante, lana di roccia, freno a vapore, OSB, celarit.

Vengono invece disposti in cantiere i freni a vapore nei solai di piano e in quelli di copertura. Una volta montato e inchiodato il tavolato ai travetti e alle travi, viene disposto il freno a vapore, che poi successivamente fungerà da base per impianti, massetto e pavimentazione.

Com'è realizzato il solaio di copertura?

Il montaggio della parte strutturale del solaio di copertura non è molto dissimile da quella del solaio di piano. Si posiziona la trave di colmo fissandola nell'incasso già previsto nella trave, di seguito si posano e fissano tutti i travetti nei loro incassi già previsti.

Come per i solai si procede con la posa di uno strato di perlinato con orditura ortogonale rispetto ai travetti.

Si posa quindi uno strato di USB Tape che viene fissato per mezzo di chiodi.

Si posa uno strato di isolate termico ignifugo, lana di roccia, sopra tutta la copertura. Viene poi posto un altro strato di USB Tape sopra l'isolante.

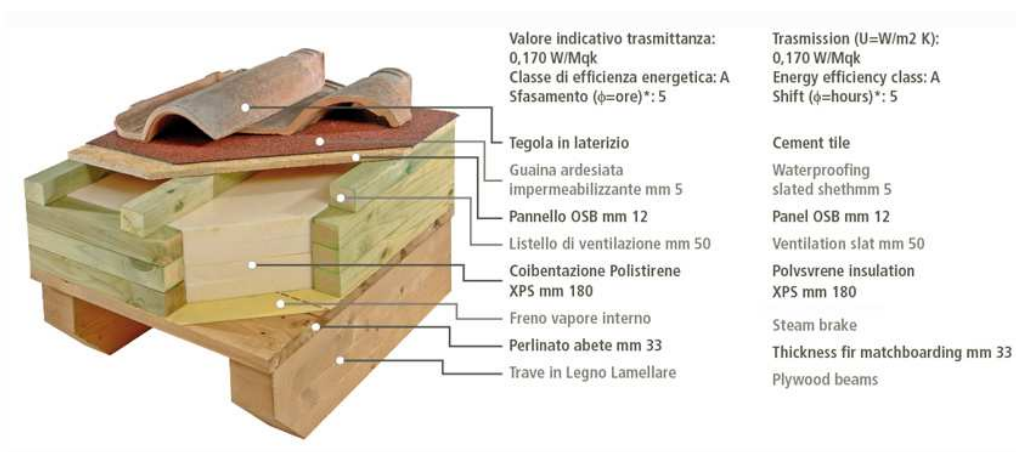
Vengono poi posti e fissati, per mezzo di chiodi, dei montanti che seguono la stessa direzione dei travetti intervallati ogni 40 cm circa (questi ultimi creano la camera d'aria per il tetto ventilato).

Una retina molto fine viene posta lungo la linea di gronda per impedire l'ingresso di insetti.

Si crea un piano uniforme con i pannelli OSB che vengono inchiodati ai montanti precedentemente fissati.

Si posa la guaina isolante lungo tutto il piano inclinato incollandola all'OSB attraverso la fiamma a gas.

In ultimo si posizionano le canaline e i pluviali.



Il cappotto viene montato in azienda o in cantiere?

Il cappotto in questo caso verrà montato in parte in azienda ed in parte in cantiere. La tendenza è quella di portare la struttura nella sua ultima fase. Le porzioni di parete che arrivano dall'azienda senza cappotto sono infatti lasciate libere solo per facilitarne il posizionamento.

In altre occasioni oltre al cappotto infatti sono stati montati anche gli infissi prima del trasporto. Questi sono tutti accorgimenti che rendono sempre più veloce il montaggio finale in cantiere.

Quali sono le difficoltà nel fare modifiche di tipo strutturale successivamente alla realizzazione di un edificio?

Non si riscontrano particolari difficoltà. Non è molto diverso della muratura tradizionale, ovviamente sarà necessario fare particolare attenzione con i muri portanti e quindi verificare la stabilità in seguito alla modifica.

In che modo fissate i pannelli solari alla copertura in legno?

Qualora i pannelli non necessitassero di un'inclinazione maggiore rispetto a quella del tetto è possibile prevedere un incasso tipo finestra nel tetto, rendendo in questo modo allo stesso livello i coppi con il pannello.

Qual è il vostro consiglio riguardo all'isolamento della piattaforma di fondazione?

Generalmente il nostro lavoro parte dopo l'ultimazione della fondazione. Certamente se non lo riteniamo idoneo lo facciamo presente.

Come impedisce il passaggio dell'aria nei giunti?

Lo verifichiamo attraverso una prova particolare, Blower-Door-Test, che consiste nel creare vuoto all'interno dell'abitazione, attraverso una apposita macchina, e quindi rintracciando eventuali passaggi d'aria.

In cosa consiste il Blower-Door-Test per la valutazione della tenuta all'aria dei vostri edifici?

In una casa di nostra realizzazione abbiamo utilizzato il Blower-Door-Test, che ci consente di misurare l'ermeticità dell'edificio e scoprire 'le perdite d'aria' tra l'esterno e l'interno dell'involucro edilizio. Attraverso un idoneo ventilatore l'aria viene immessa o aspirata nell'edificio oggetto della prova, la forza del ventilatore viene controllata in modo che tra la pressione interna e quella esterna ci sia una differenza di pressione prestabilita. La differenza di pressione tra due punti dell'atmosfera, causa dei flussi d'aria (con un vento di intensità 5 si una

differenza di pressione di circa 50 Pa). Generalmente il ventilatore viene applicato alla porta d'ingresso da cui il nome inglese *Blower Door Test*. Al ventilatore vien collegato un computer con degli strumenti che misurano la differenza di pressione e l'intensità del flusso d'aria. Questo test è molto importante per valutare il comportamento termo-energetico degli edifici, specialmente su edifici dove si vogliono raggiungere elevate prestazioni.

I valori massimi di tenuta all'aria dell'edificio svolti con il *Blower Door Test* secondo UNI EN 13829 metodo A, rispetto alle diverse classi energetiche CasaClima, sono i seguenti:

I valori massimi di tenuta all'aria dell'edificio svolti con il *Blower Door Test* secondo UNI EN 13829 metodo A, rispetto alle diverse classi energetiche CasaClima, sono i seguenti:

Classe Energetica Involucro		
C	valore limite	$n_{50,lim} = 2,0 \text{ h}^{(-1)} \pm 0,1$
B	valore limite	$n_{50,lim} = 1,5 \text{ h}^{(-1)} \pm 0,1$
A	valore obbiettivo	$n_{50,lim} = 1,0 \text{ h}^{(-1)} \pm 0,1$
Gold	valore obbiettivo	$n_{50,lim} < 0,6 \text{ h}^{(-1)} \pm 0,1$

Tabella 8: valori massimi del *Blower-Door-Test* metodo A alle diverse classi energetiche CasaClima

Il valore riscontrato nell'edificio analizzato è stato il seguente: N_{50} , 0.31/h. Un risultato eccellente rispetto al valore limite della classe energetica Gold (casa passiva).



Come vengono unite tra loro due pareti esterne ad angolo?

Si utilizza la parete già posizionate per mettere in bolla la successiva, la quale verrà fissata attraverso viti autofilettanti fi 8 di lunghezza fino a 40 cm. Come illustrato nei dettagli costruttivi.

È possibile applicare successivamente un rivestimento, di sola funzione estetica, a mattoncino faccia vista alla parete esterna?

Non si riscontrano particolari problemi nell'applicazione di mattoncini faccia-vista alle pareti esterne. Noi consigliamo di applicare dei listellini fissati con delle colle, piuttosto che il mattone classico, poiché quest'ultimo andrebbe assicurato alla parete con degli appositi sostegni ad L andando così ad appesantire la struttura.

2.4.1 Fusione tra Tecnologia e Architettura

Riflessioni e commento all'intervista.

Successivamente alla scelta di costruire in legno, ed in particolare in seguito ai chiarimenti tecnici acquisiti grazie all'intervista, è stata effettuata una rielaborazione progettuale. Proprio grazie alla conoscenza delle criticità e delle potenzialità di questa tipologia costruttiva è stato possibile riorganizzare le richieste del committente e dei vincoli urbanistici facendo tendere architettura e tecnologia l'una al servizio dell'altra. Il progettista per soddisfare tutte le richieste, infatti, deve conoscere approfonditamente gli strumenti a sua disposizione, i materiali, le loro proprietà, le metodologie di applicazione.

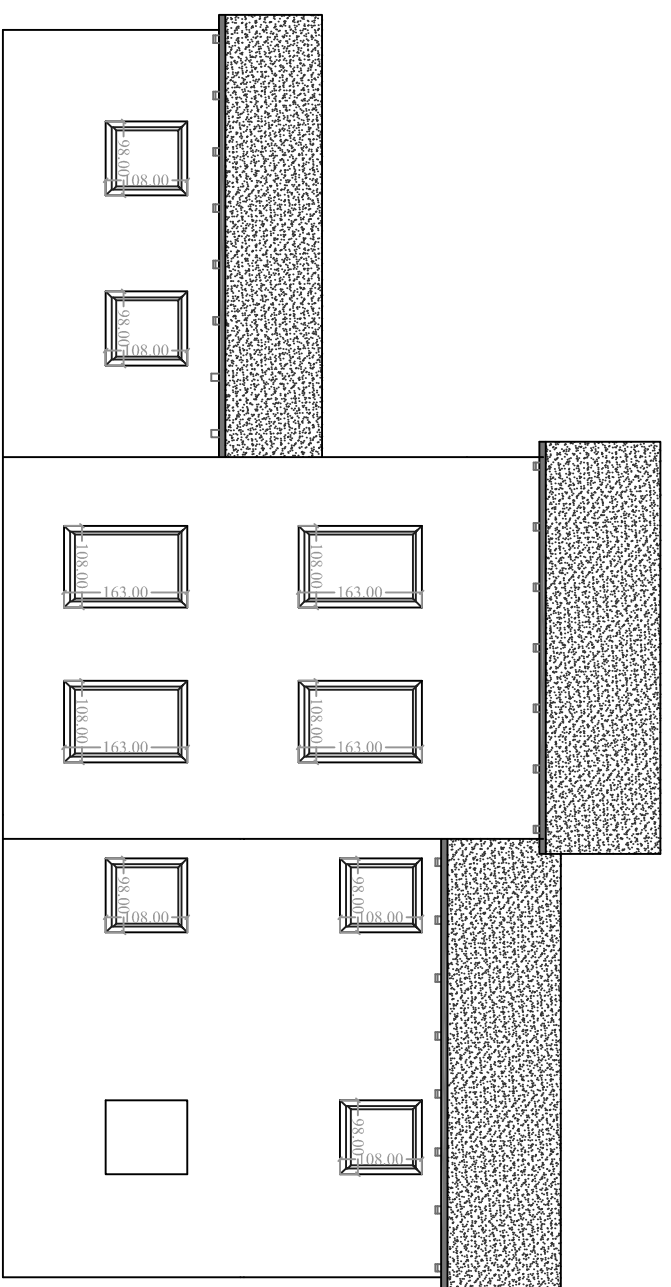
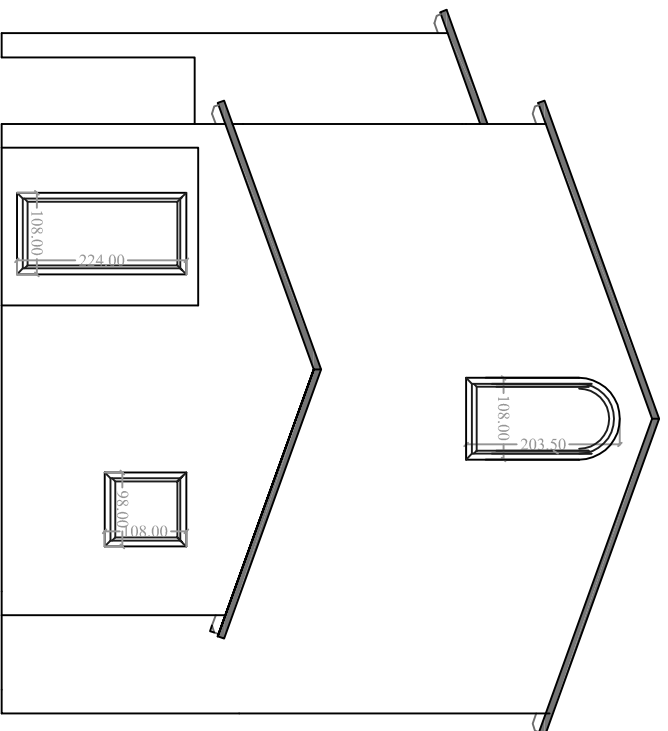
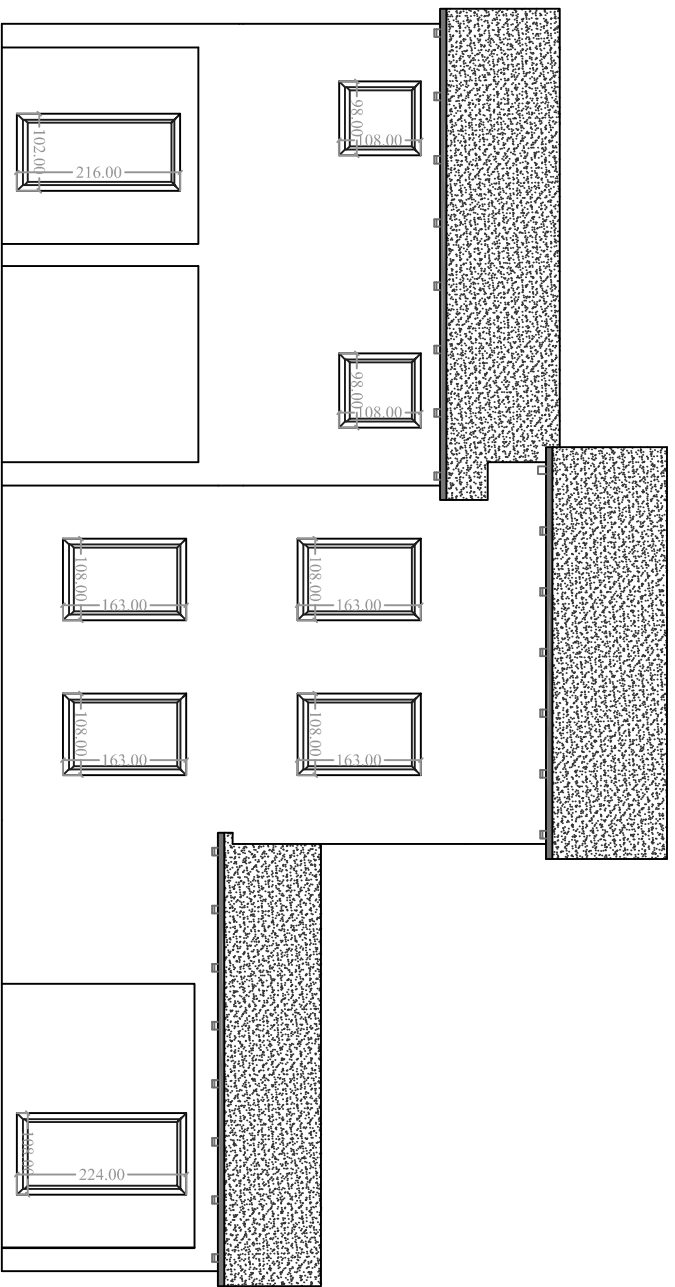
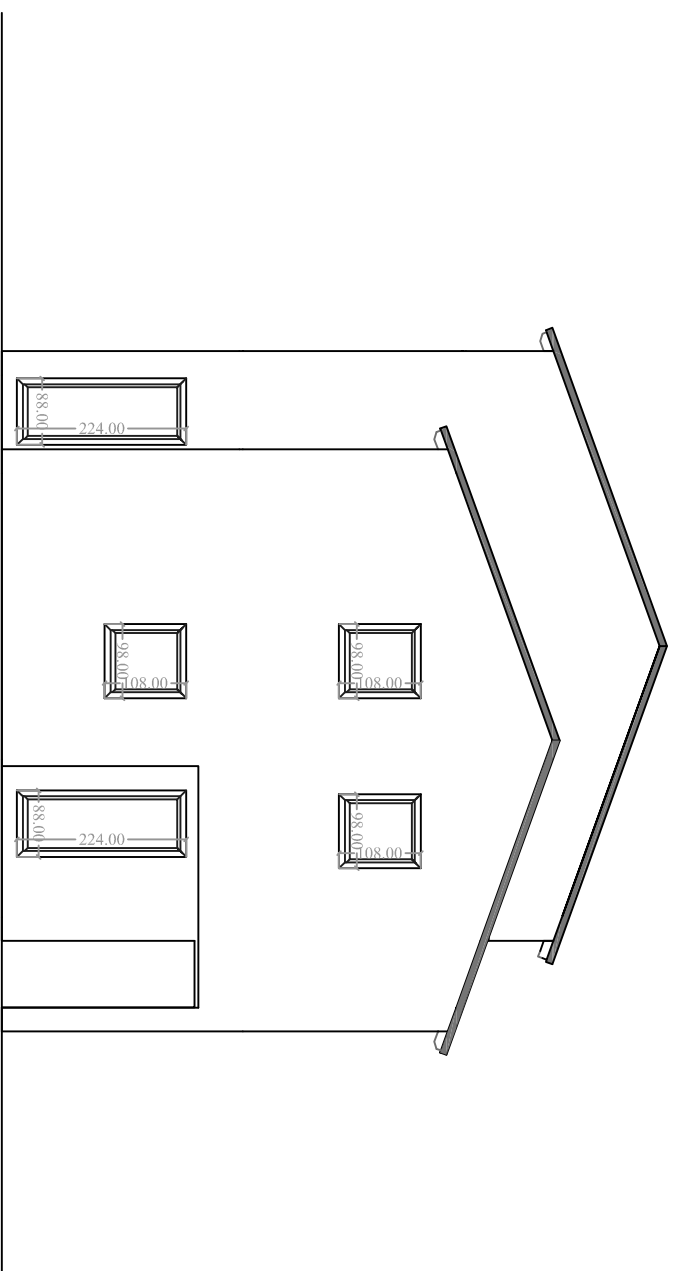
Non è stato fatto un puro e semplice adattamento della forma alle scelte costruttive, ma sono stati rivalutati e ricalcolati gli spazi al fine di permettere armonia tra funzione e forma. Invece di utilizzare gli ordinari adattamenti, quindi, è stato rifatto uno studio dell'edificio nel suo complesso dove la struttura e gli impianti non sono conseguenza della forma, ma sono parte integrate della architettura. La partecipazione contemporanea di architettura e tecnologia, ormai non più materie disgiunte, ha permesso di ottenere l'obiettivo prefissato: una casa di qualità.

Per raggiungere questa soluzione finale si è tenuto conto, inoltre, della spesa di realizzazione, la quale ha portato ad eliminare gli elementi superflui, pur mantenendo l'equilibro ottenuto nella prima fase progettuale.

Sono infatti stati eliminati: la scala esterna in mattoncini; il terrazzino del primo piano e quello della mansarda; il bagno della mansarda; è sono state ridisegnate alcune finestre a causa della complessa realizzazione dell'infisso.

2.5 Esecutivi della ditta Subissati

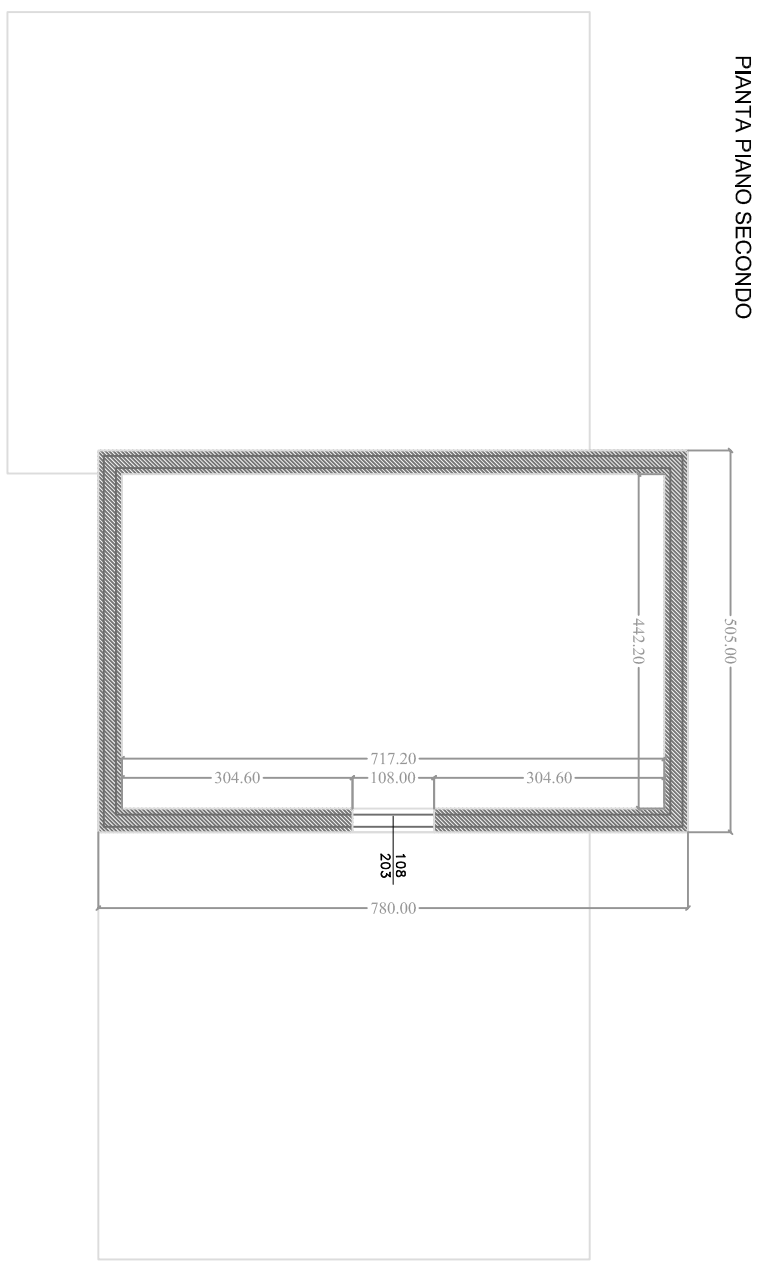
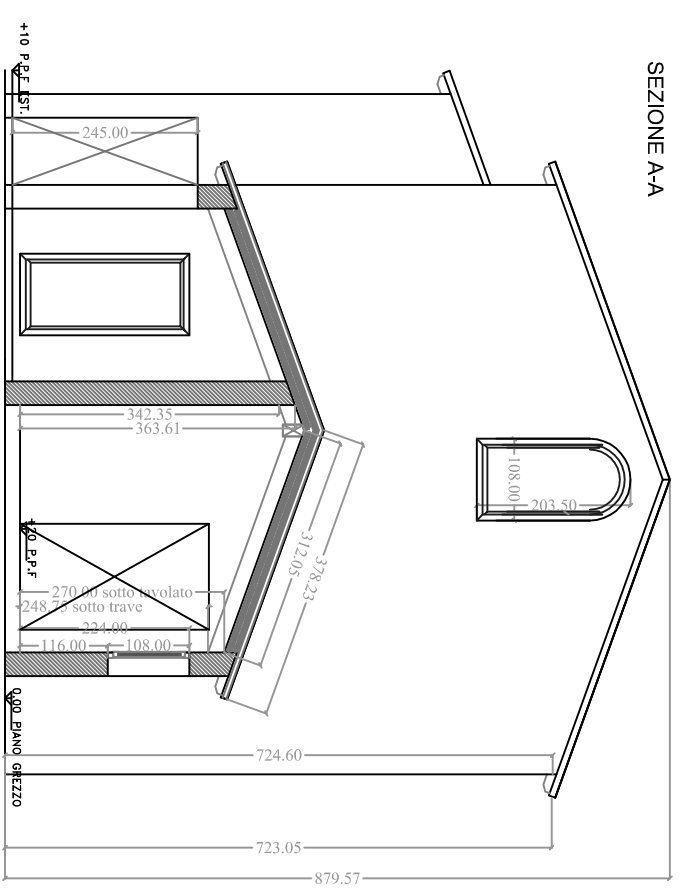
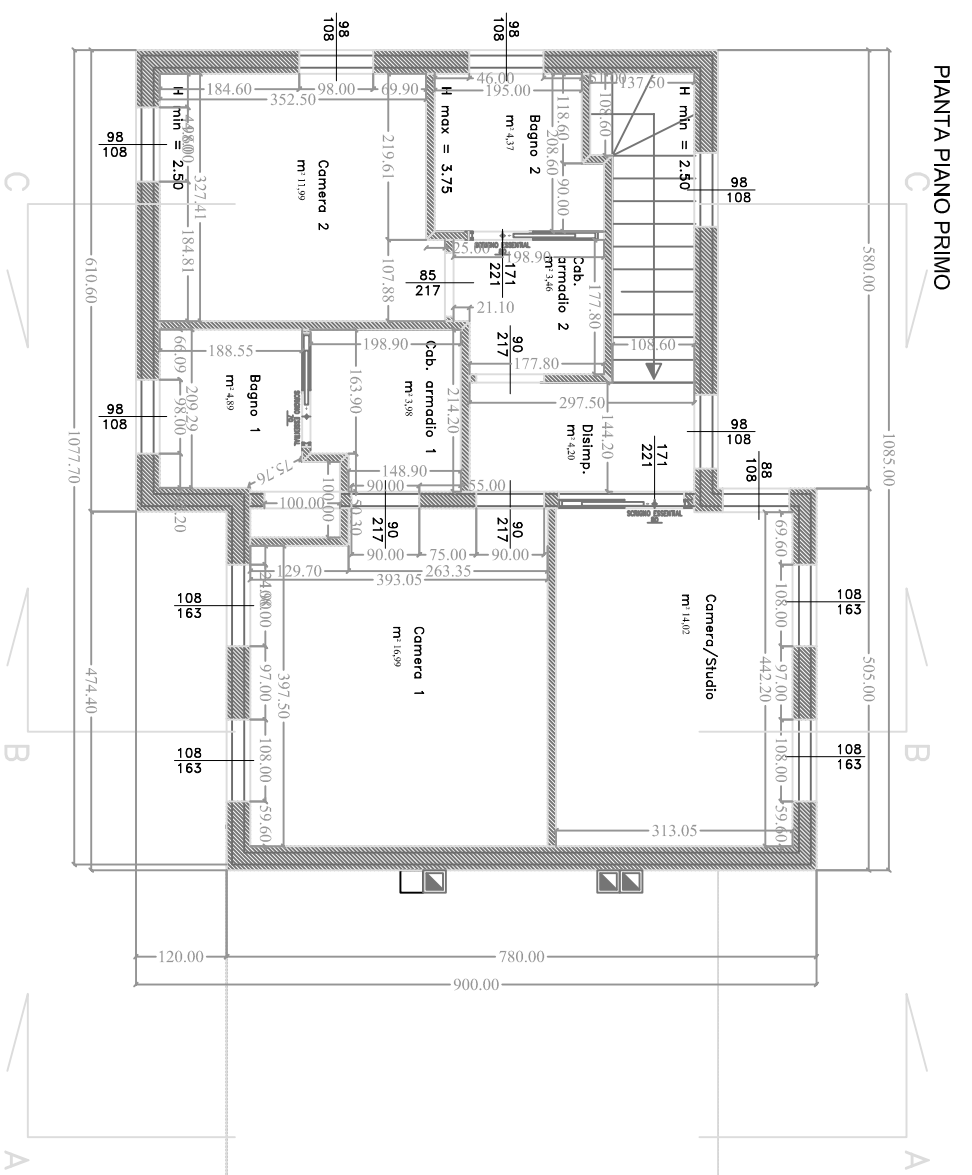
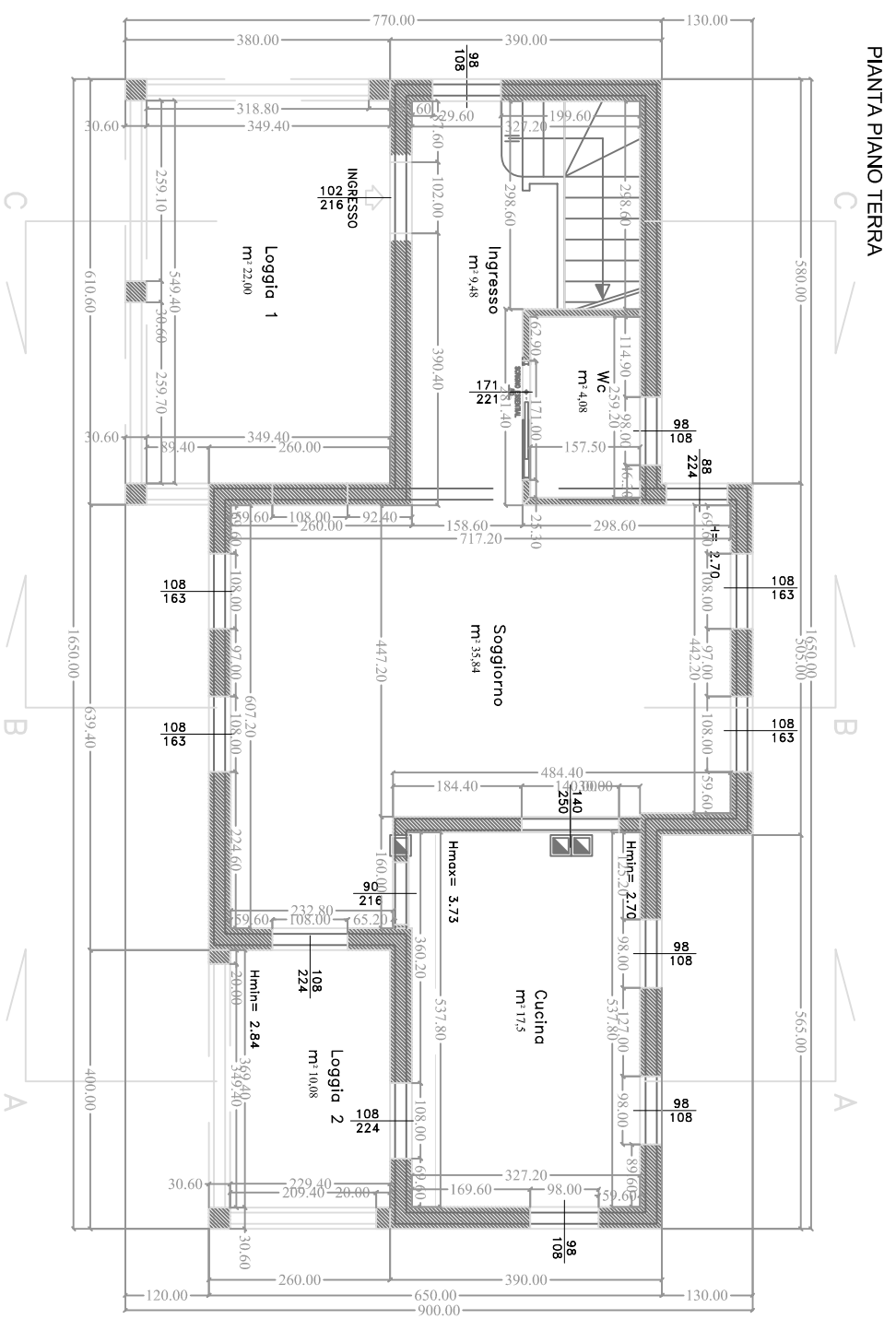
Di seguito vengono riportati i disegni esecutivi per la parte strutturale in legno ed i dettagli costruttivi.



Nome tavola:

Prospetti

Scala: 1:100

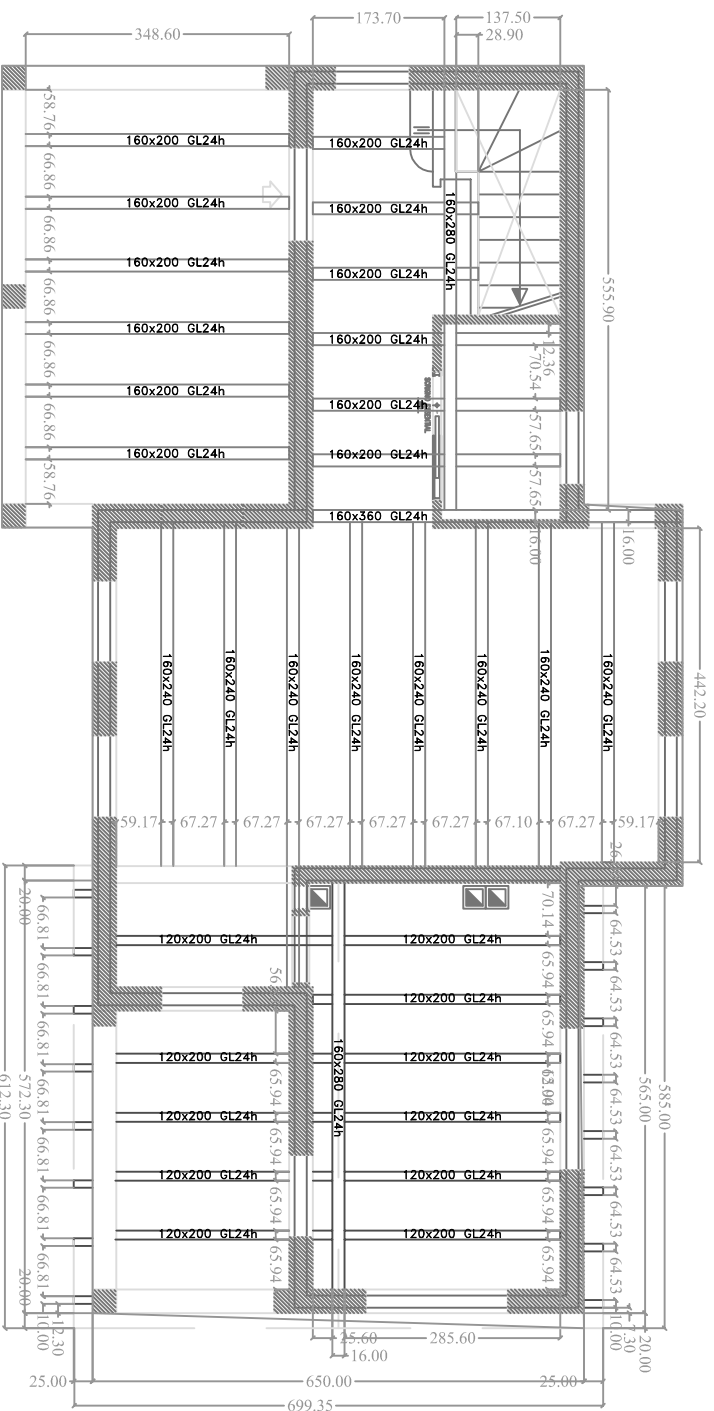


Nome tavola:

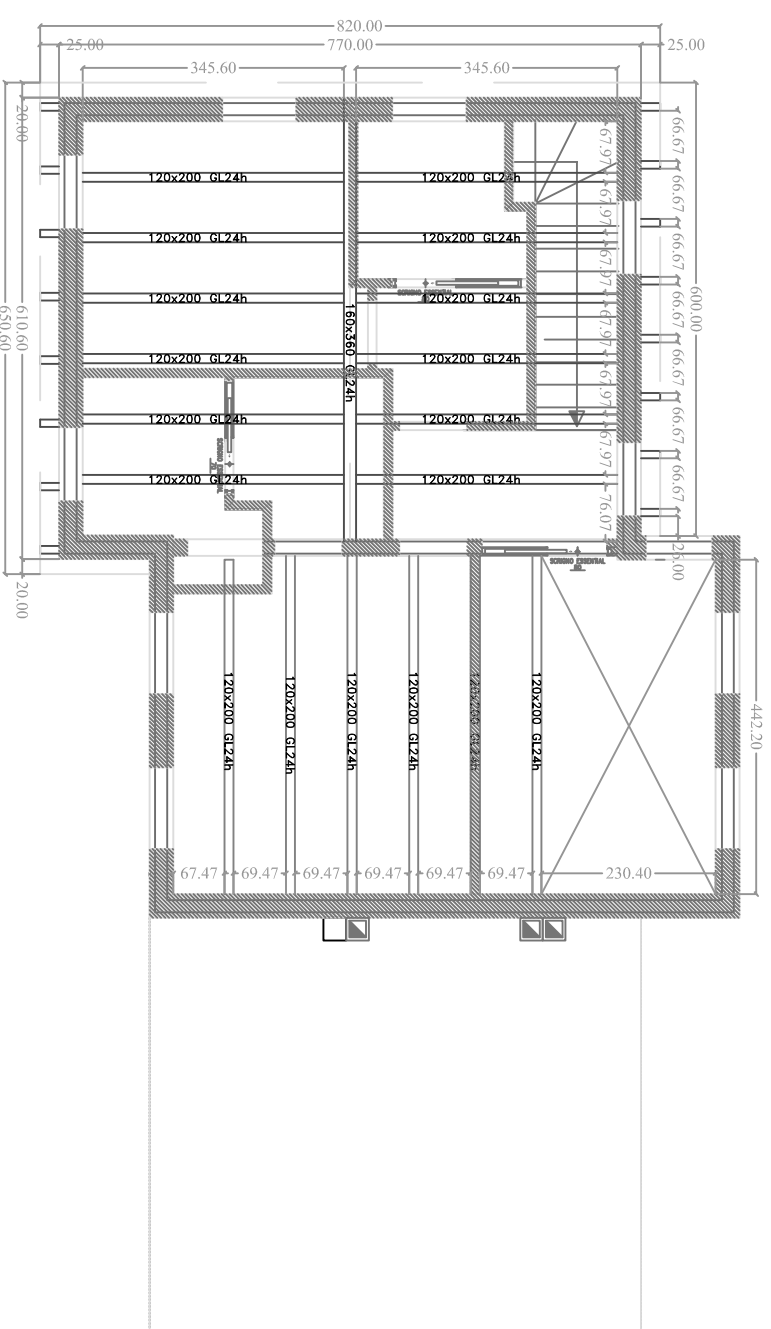
Piante - Sezioni

Scala: 1:100

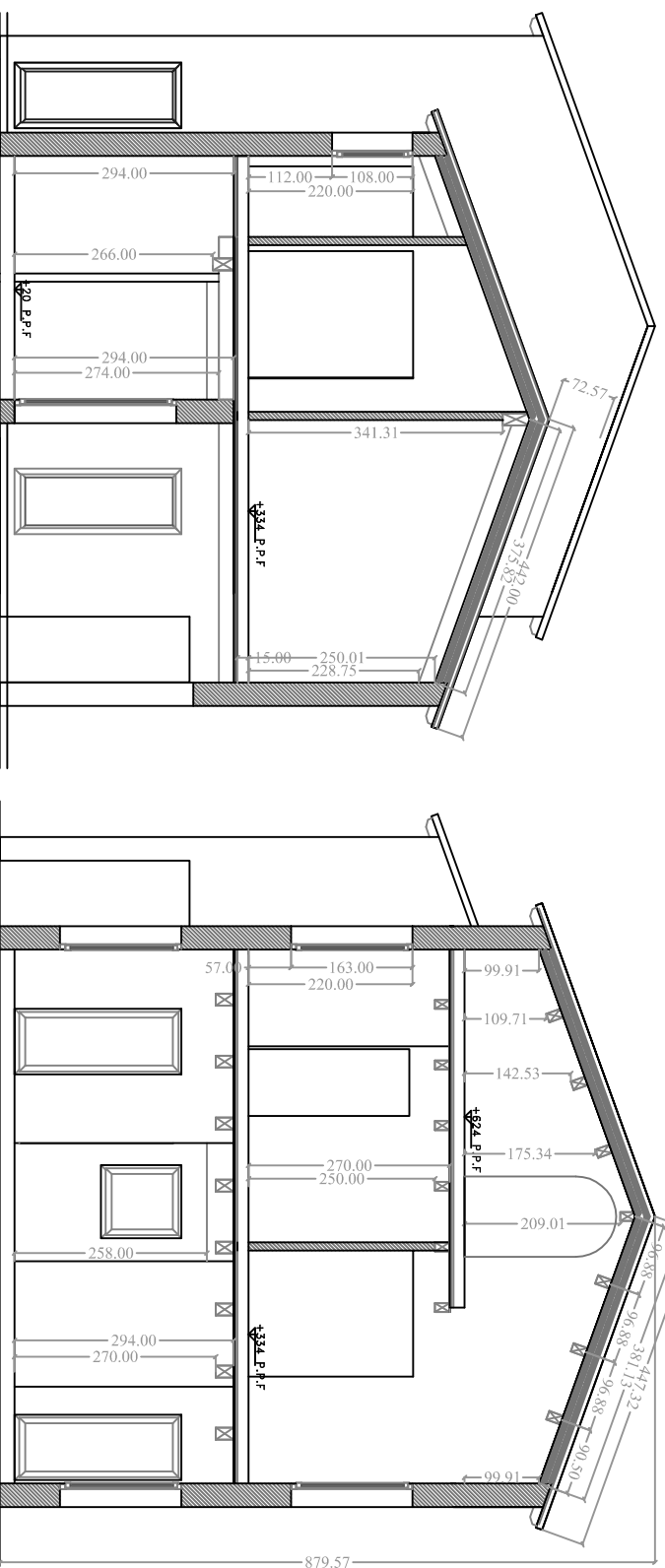
PIANTA SOLAIO PRIMO E COPERTURA PT
CON PROIEZIONE SU PT



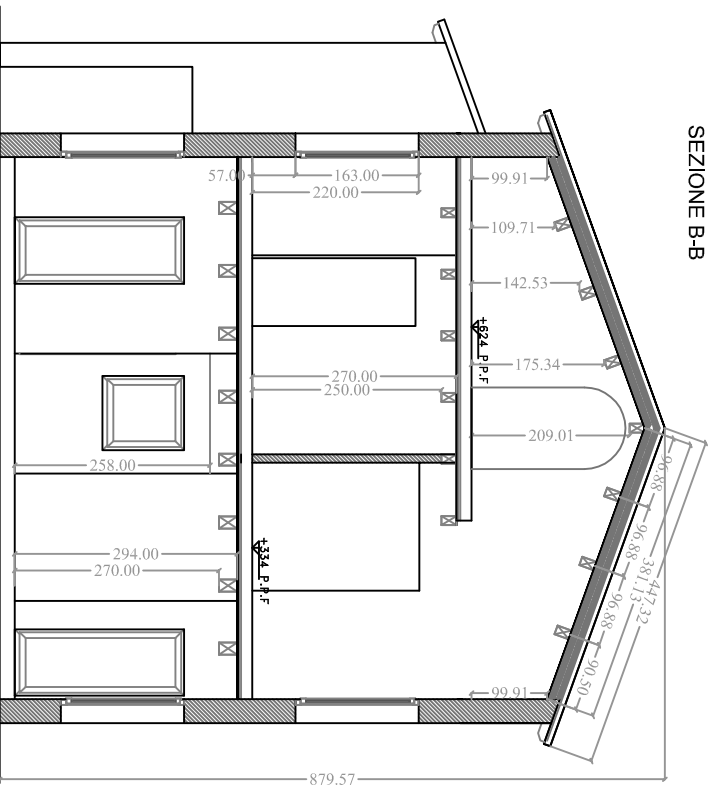
PIANTA SOLAIO SECONDO E COPERTURA 1P
CON PROIEZIONE SU 1P



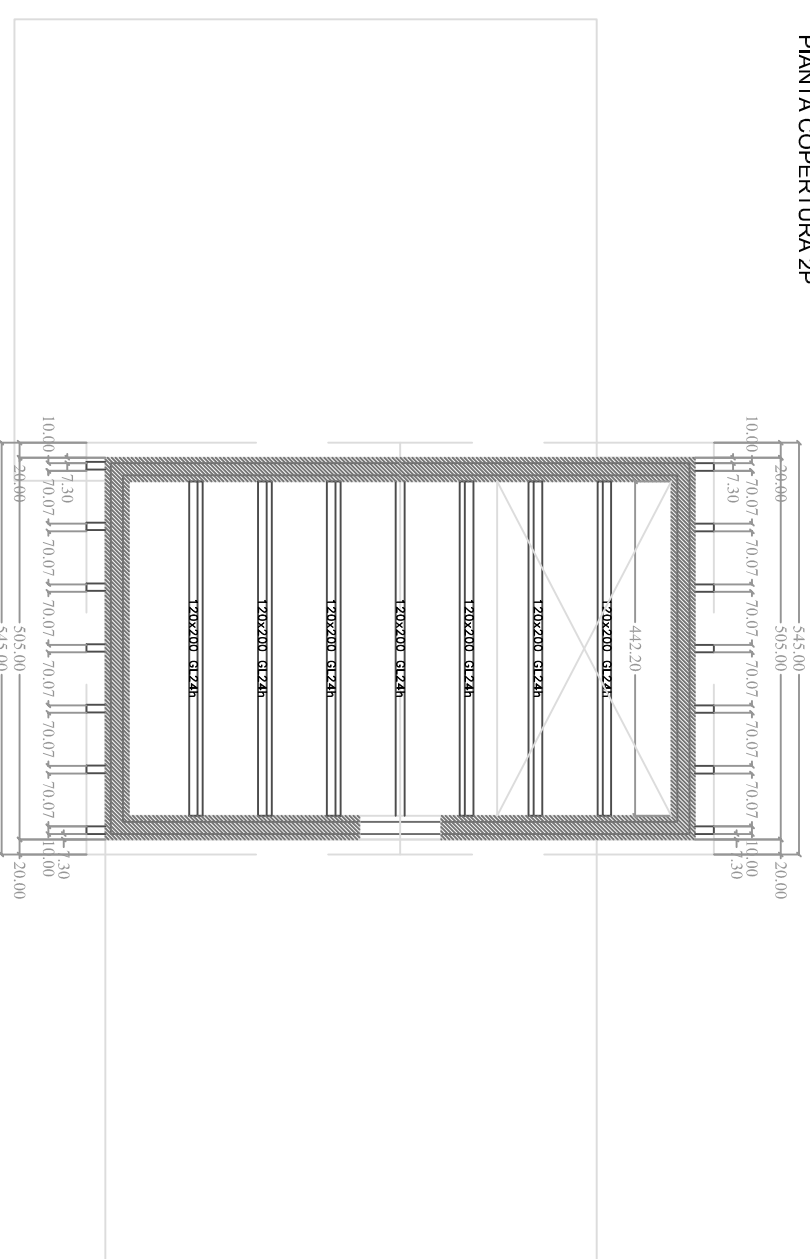
SEZIONE C-C

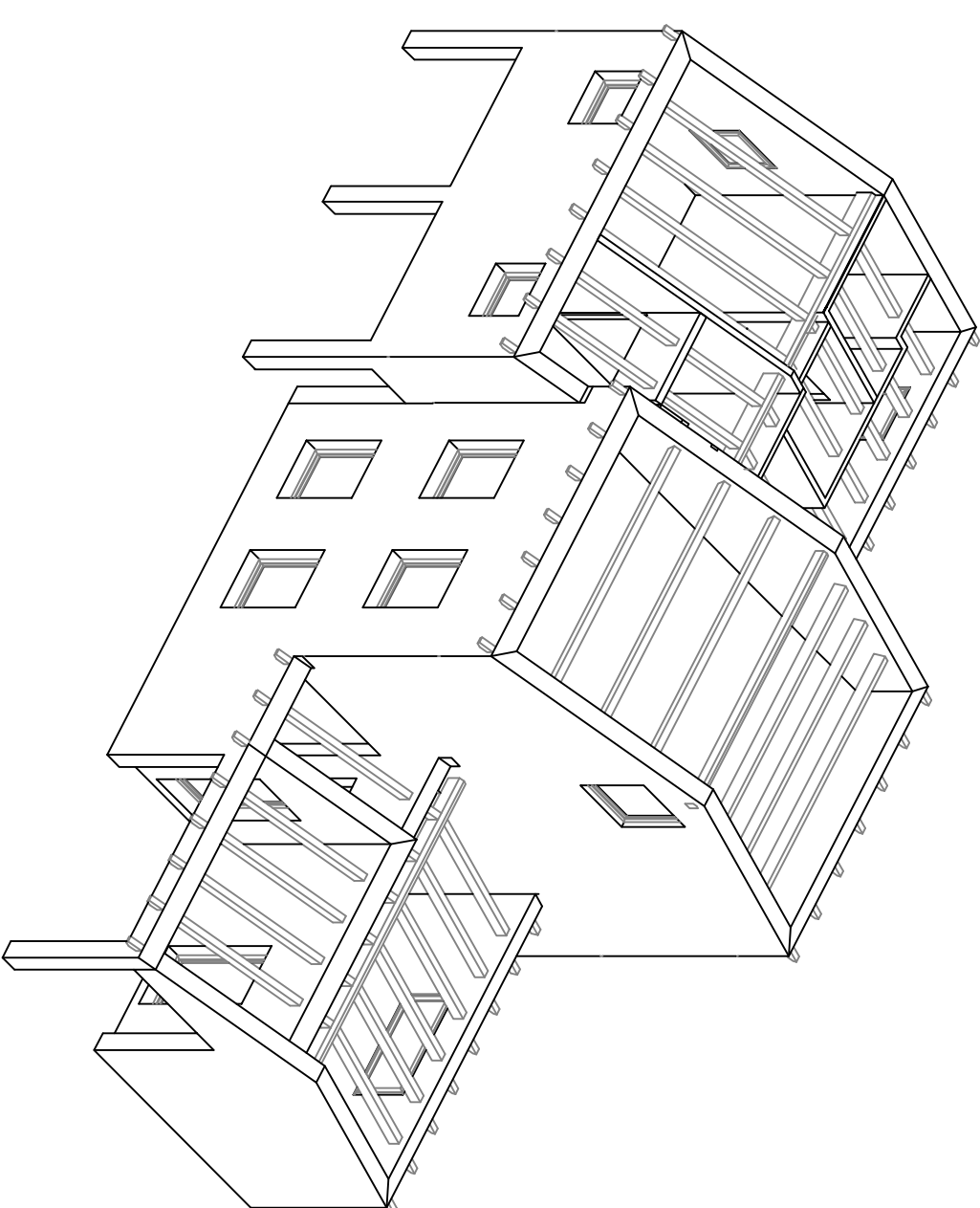
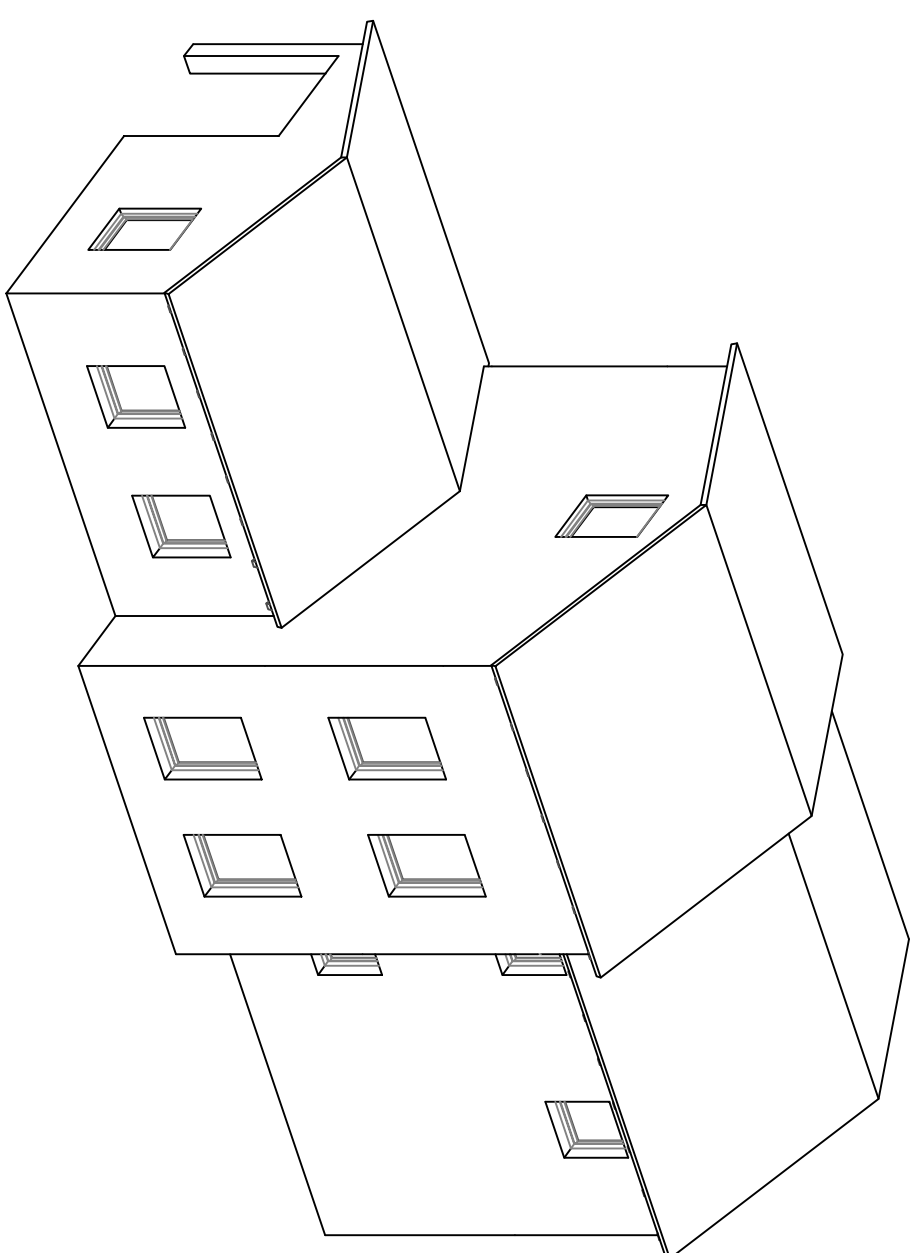
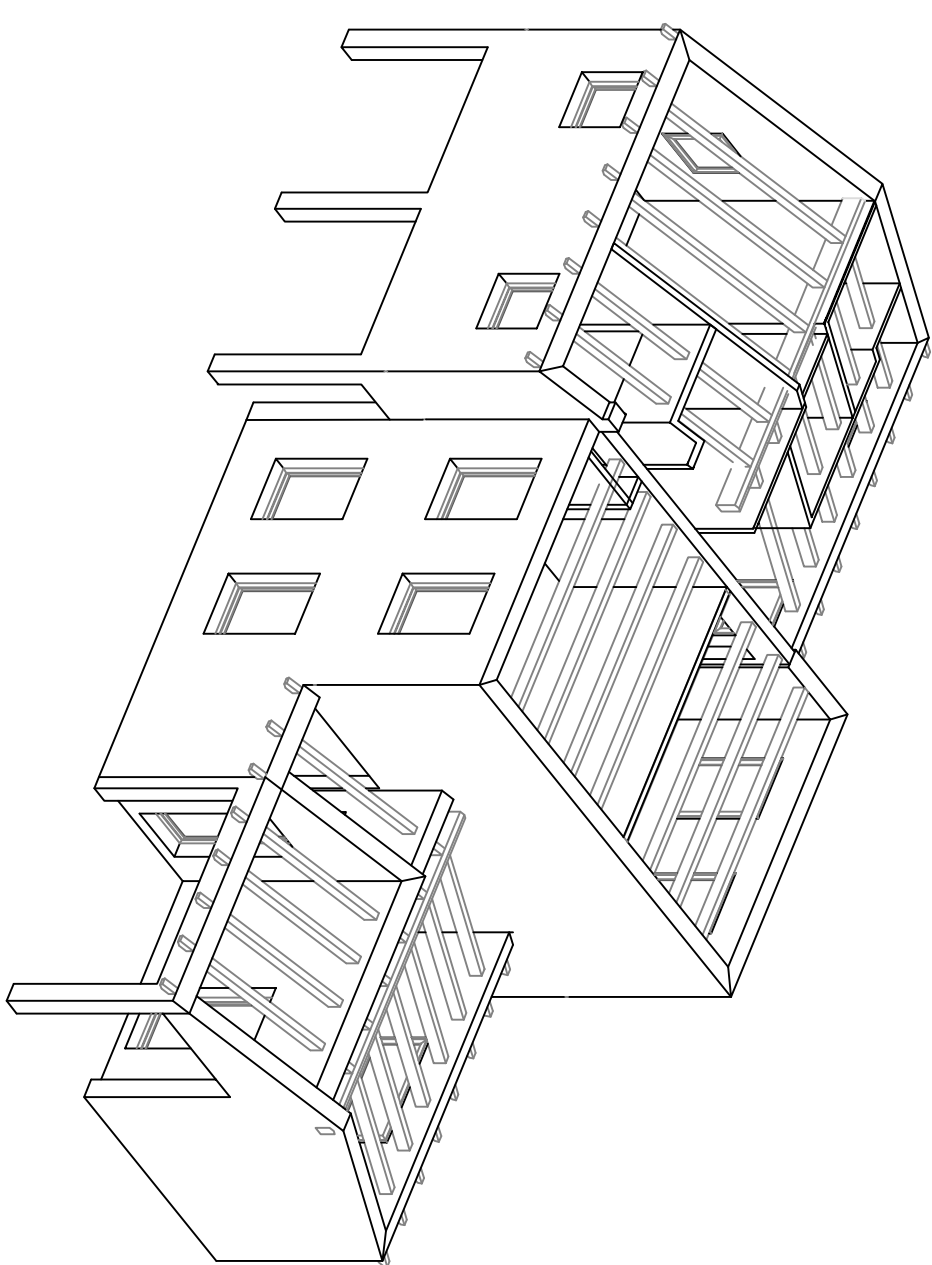
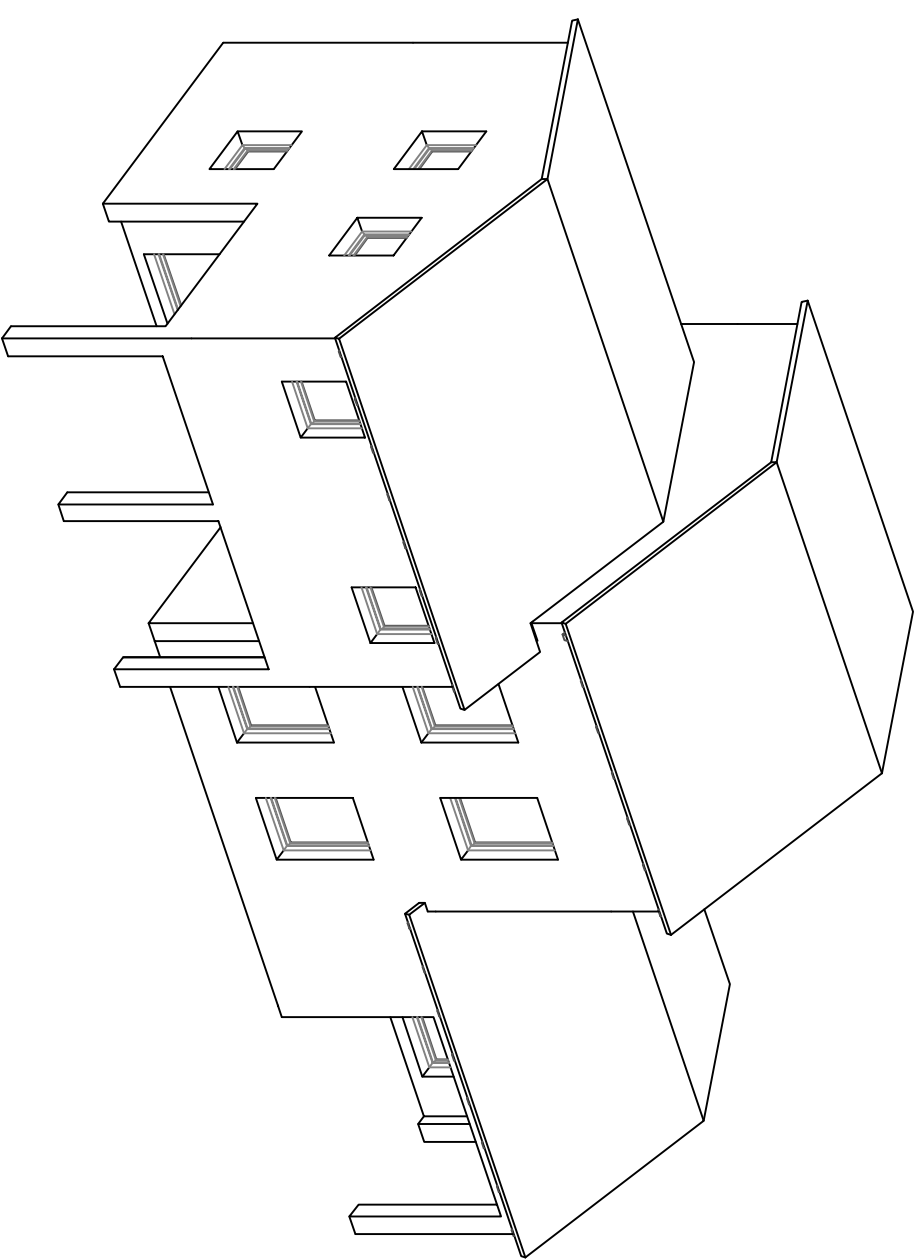


SEZIONE B-B



PIANTA COPERTURA 2P





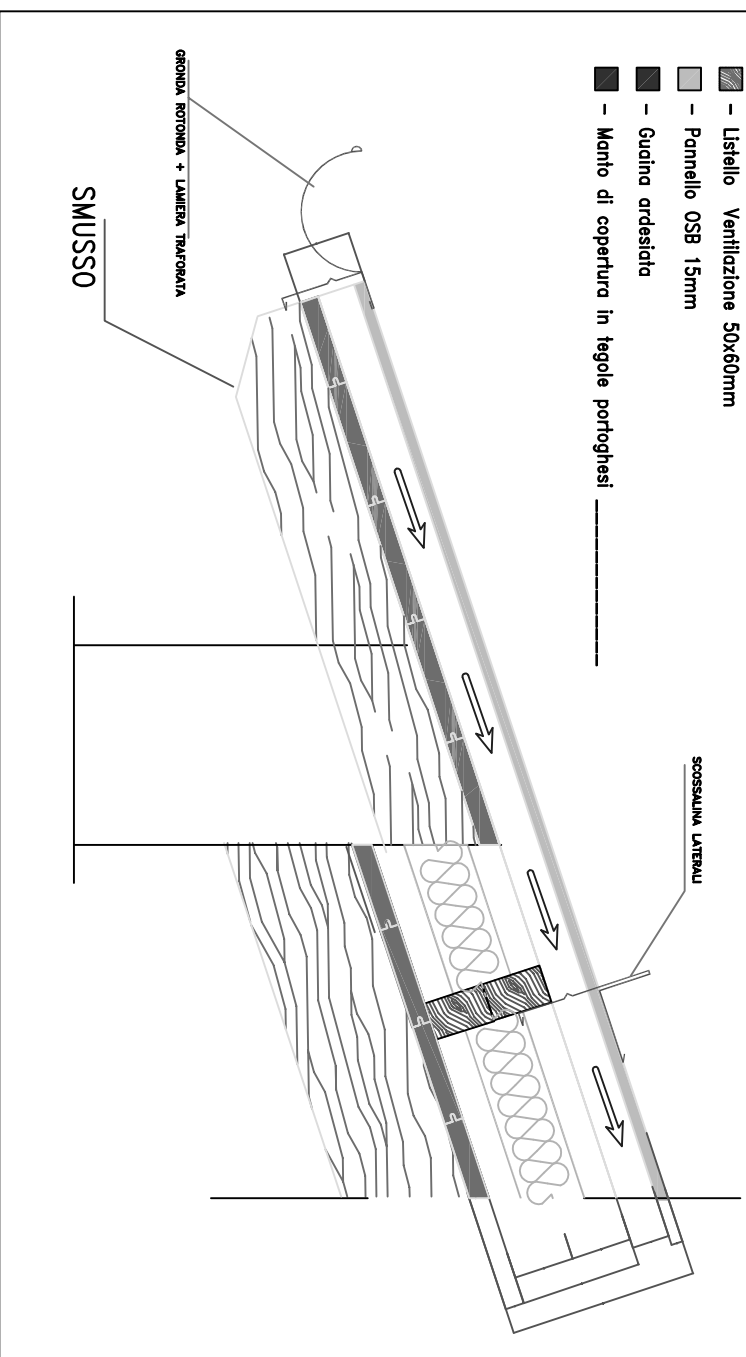
Nome tavola:

Assonometrie

Scala: 1:10

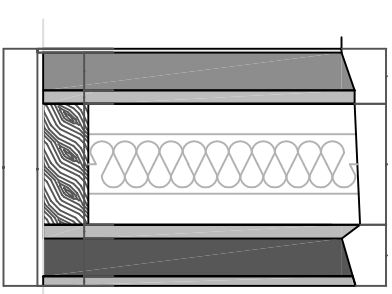
PACCHETTO DI COPERTURA

- - Perlino 135x25mm
- - Freno Vapore USB micro light
- - Listello da 50x60mm per isolante
- - Isolante lana di roccia 160mm doppia densità 90/190 Kg/Mc
- - Telo Traspirante USB Wall
- - Listello Ventilazione 50x60mm
- - Pannello OSB 15mm
- - Guaina ardesiata
- - Manto di copertura in tegole portoghesi



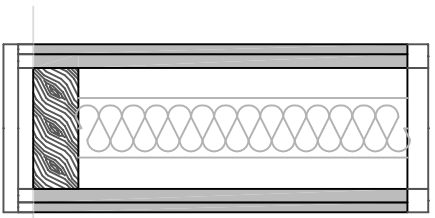
PARETE ESTERNA 314mm.

- - Cartongesso 13mm
- - Cemento legno 50mm cavetto impianti
- - Compensato fenolico OSB 18mm
- - Freno Vapore
- - Colibentazione lana di roccia 160mm
- - Telo Traspirante
- - Compensato fenolico OSB 18mm
- - Intonaco
- - Eracili 50mm

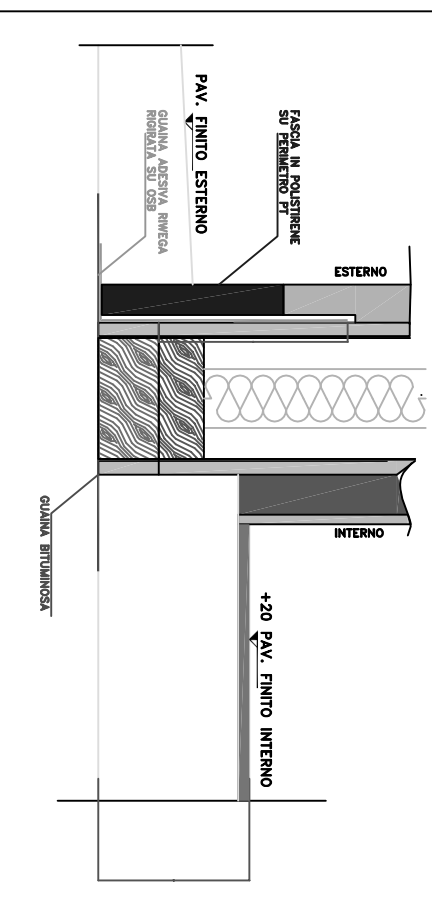


PARETE INTERNA PORTANTE 222mm.

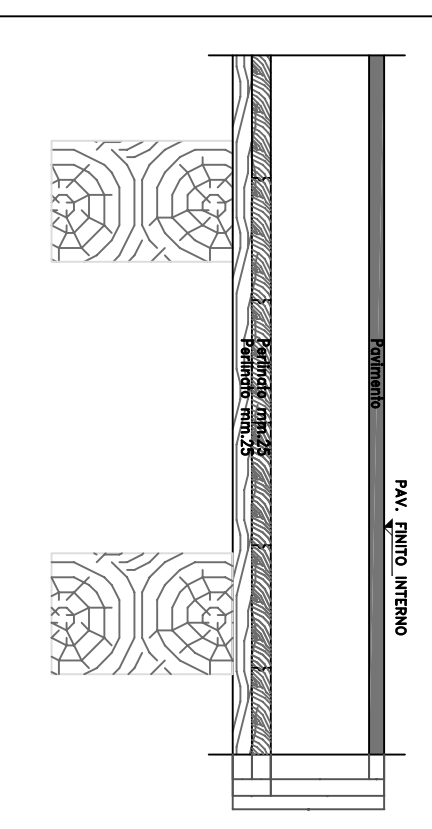
- - Cartongesso 13mm
- - Compensato fenolico OSB 18mm
- - Colibentazione lana di roccia 160mm
- - Compensato fenolico OSB 18mm
- - Cartongesso 13mm



Stratigrafia massetto PT

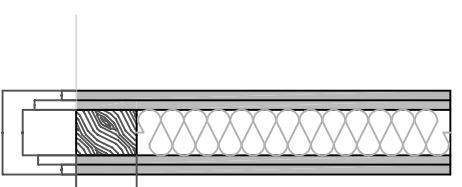


Stratigrafia solai 1P e 2P



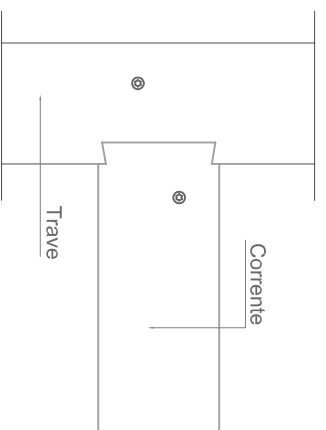
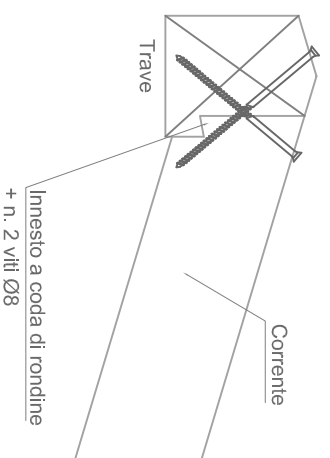
PARETE INTERNA 111mm.

- - Cartongesso 13mm
- - Compensato fenolico OSB 12.5mm
- - Colibentazione lana di roccia 60mm
- - Compensato fenolico OSB 12.5mm
- - Cartongesso 13mm



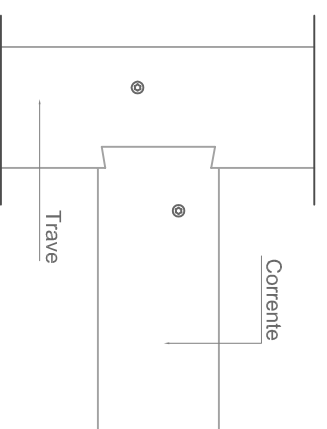
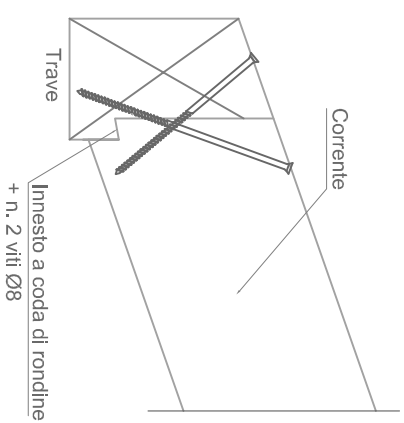
GIUNTO DI COLMO CORRENTE - TRAVE

SCALA 1:10



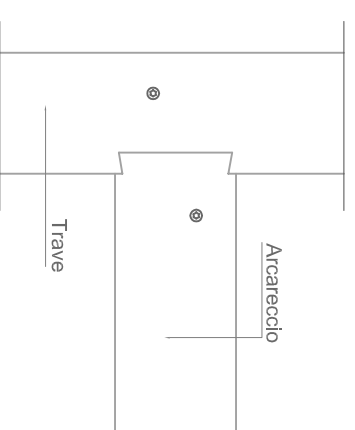
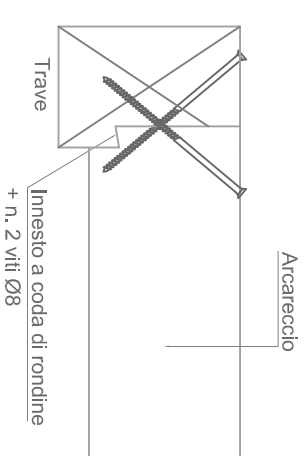
GIUNTO DI BANCHINA CORRENTE - TRAVE

SCALA 1:10



GIUNTO ARCARECCIO - TRAVE

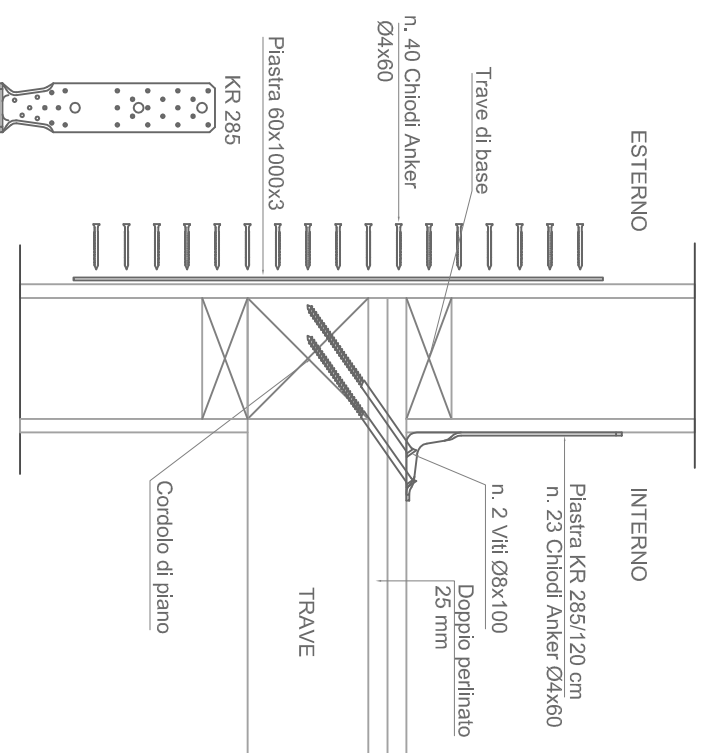
SCALA 1:10



GIUNTO DI PIANO

(PARETE ESTERNA ORTOGONALE AL SOLAIO)

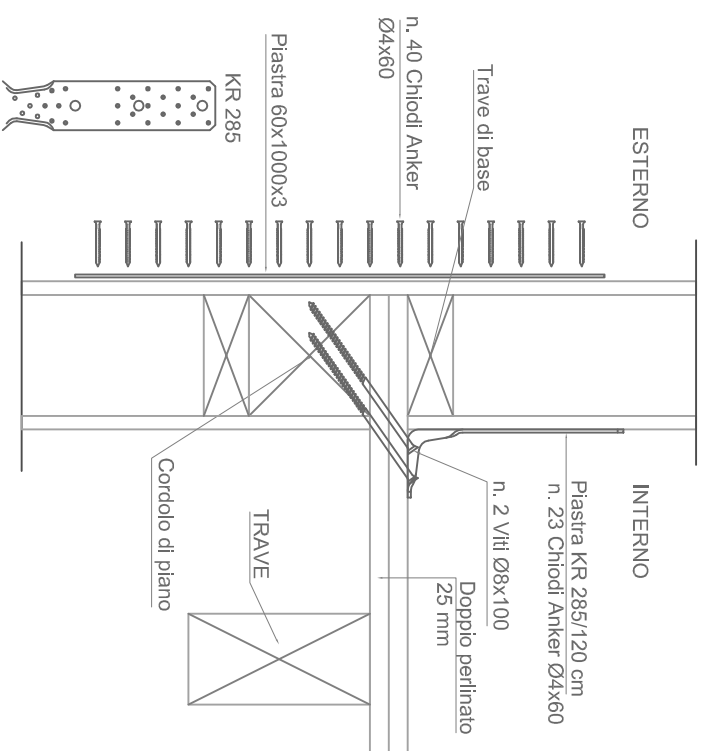
SCALA 1:10



GIUNTO DI PIANO

(PARETE ESTERNA PARALLELA AL SOLAIO)

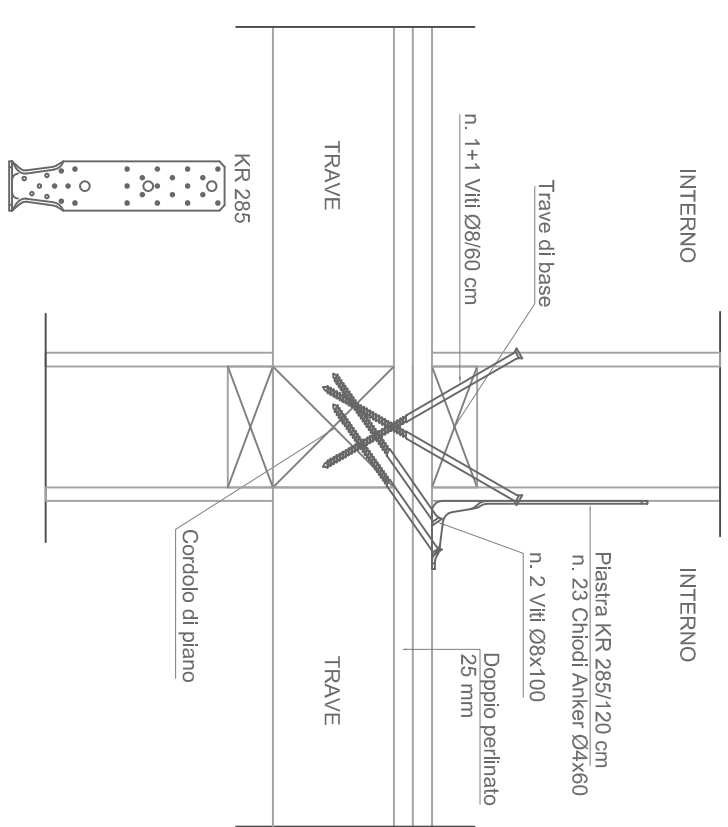
SCALA 1:10



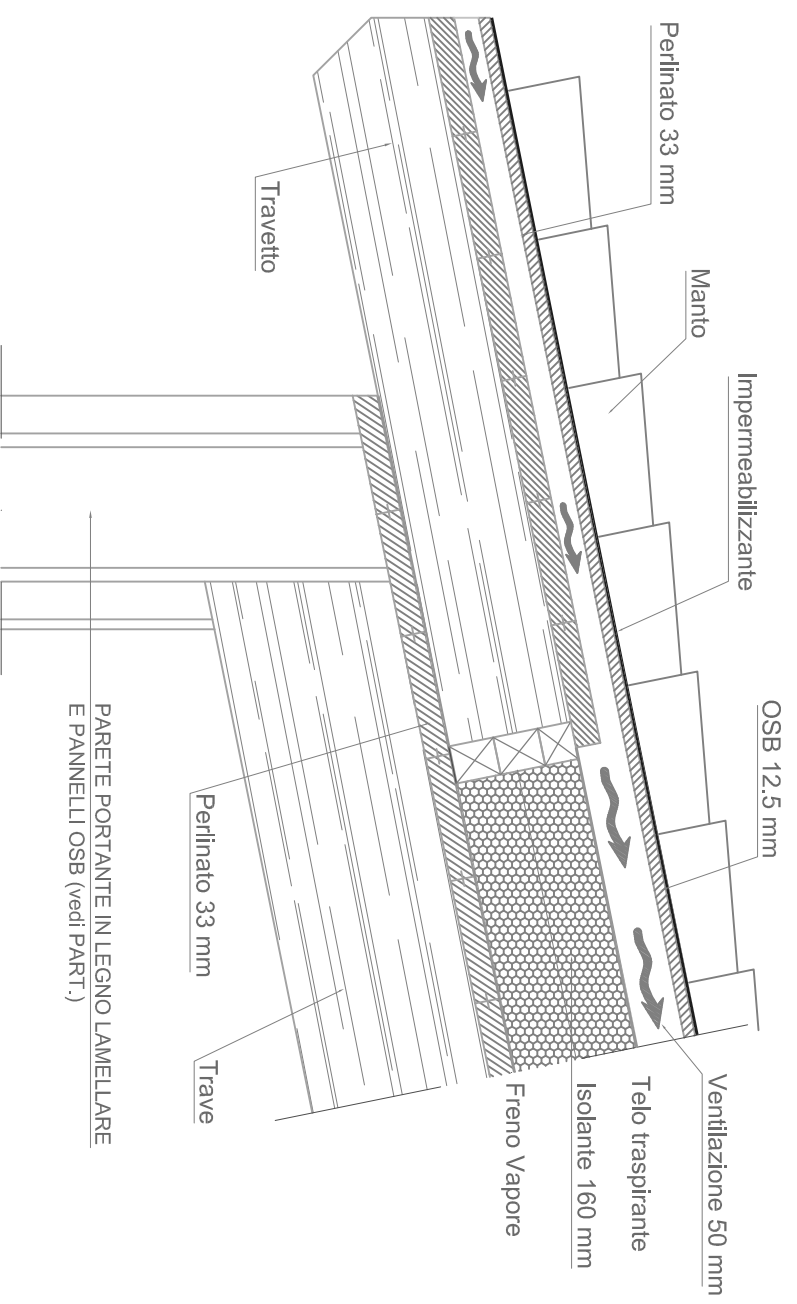
GIUNTO DI PIANO

(PARETE INTERNA)

SCALA 1:10

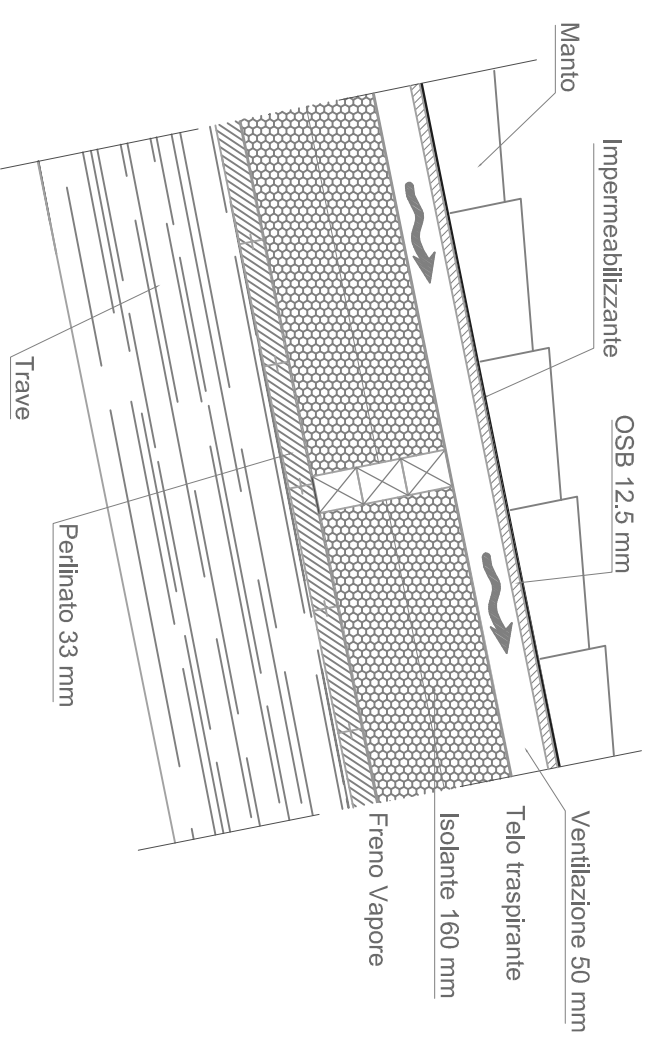


PARTICOLARE CORNICIONE



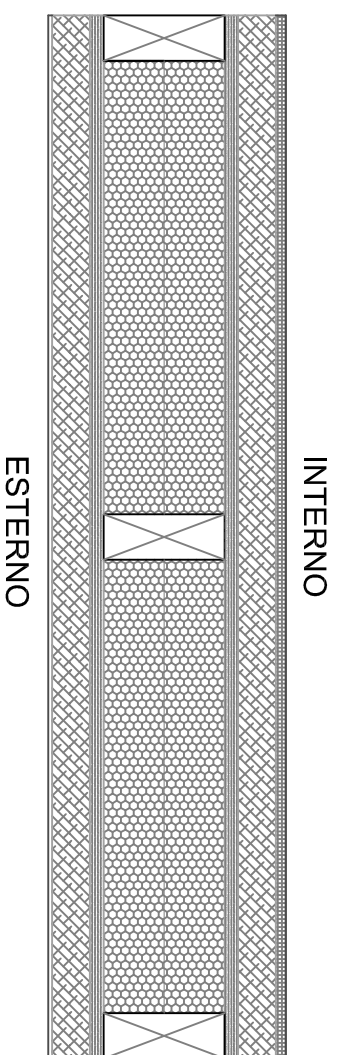
PARETE PORTANTE IN LEGNO LAMELLARE
E PANNELLI OSB (vedi PART.)

PARTICOLARE SOLAIO DI COPERTURA




PARETE ESTERNA S=314 mm

SCALA 1:10

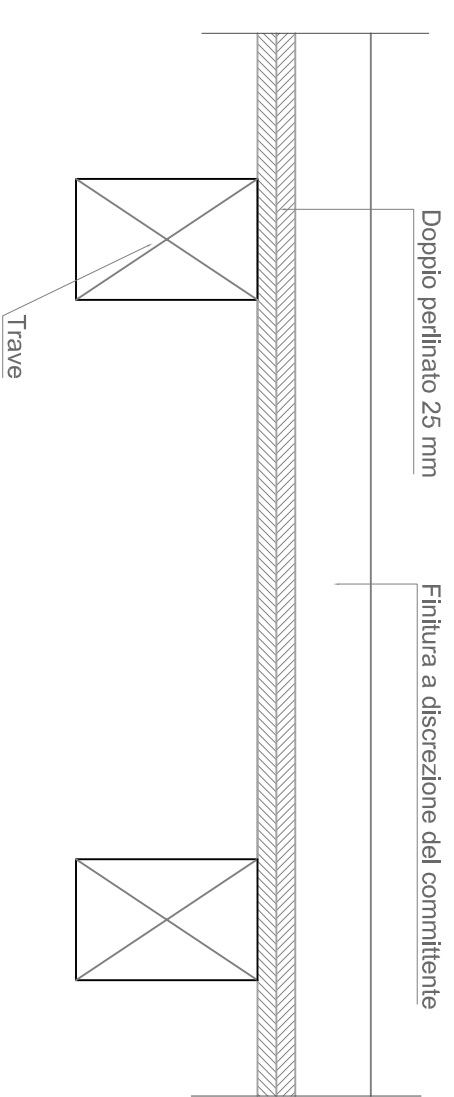


INTERNO

-  Cartongesso 13 mm
-  Legno-cemento 50 mm (cavedio impianti)
-  Pannello OSB 18 mm
-  Freno Vapore WALLINT T3
-  Isolante 160 mm
-  Montante lamellare in abete autoclavato 60x160 mm
-  Telo traspirante PHERMOVERT
-  Pannello OSB 18 mm
-  Legno-magnesite 50 mm
-  Intonachino finale silicati/silossanti 5 mm

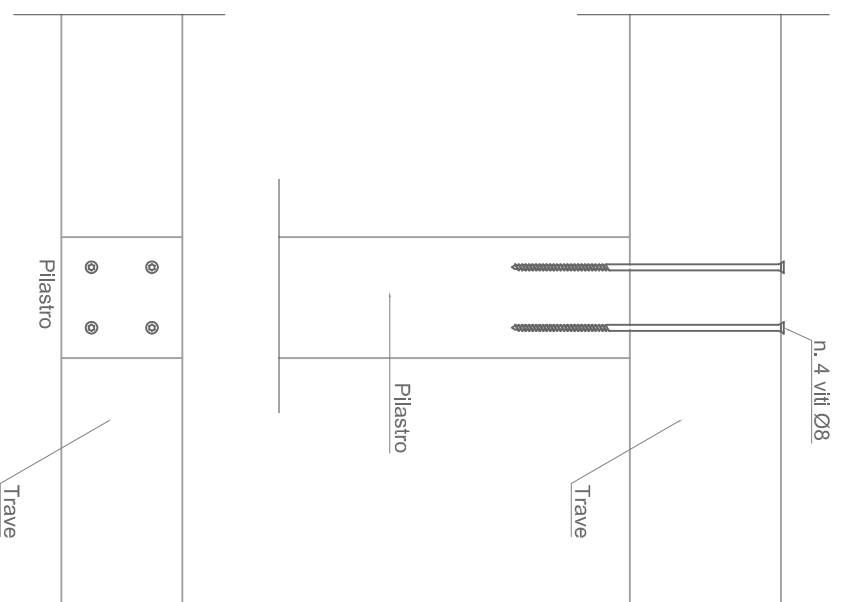
ESTERNO

PARTICOLARE SOLAIO DI PIANO



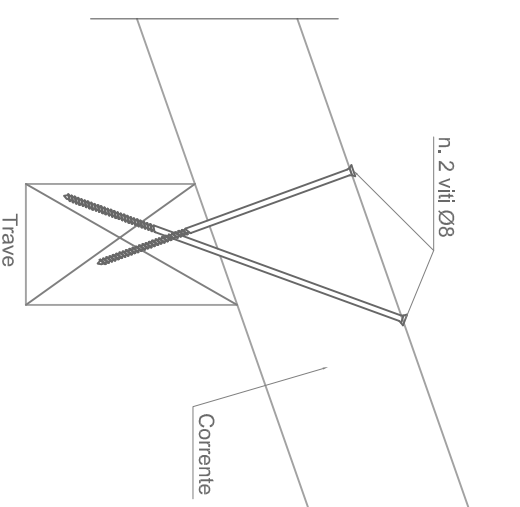
GIUNTO TRAVE - PILASTRO

SCALA 1:10



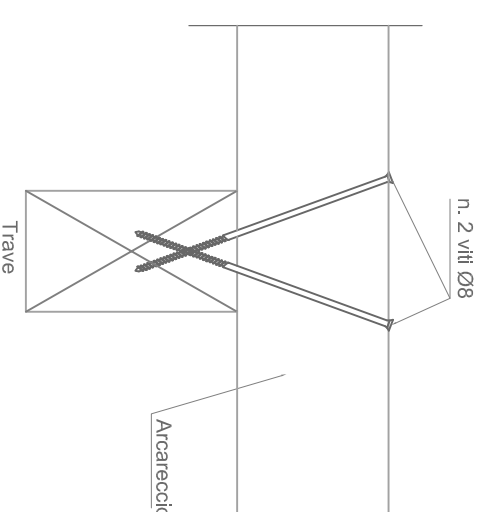
GIUNTO CORRENTE - TRAVE

SCALA 1:10



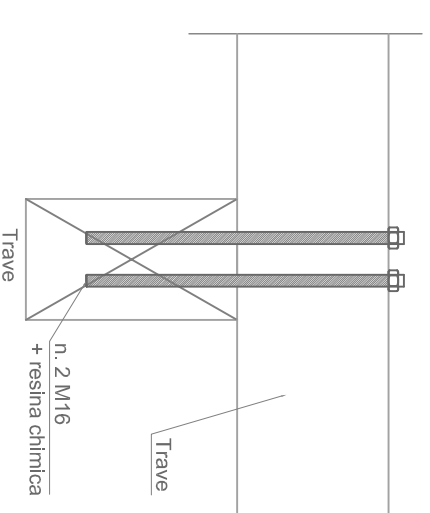
GIUNTO ARCARRECCIO - TRAVE

SCALA 1:10



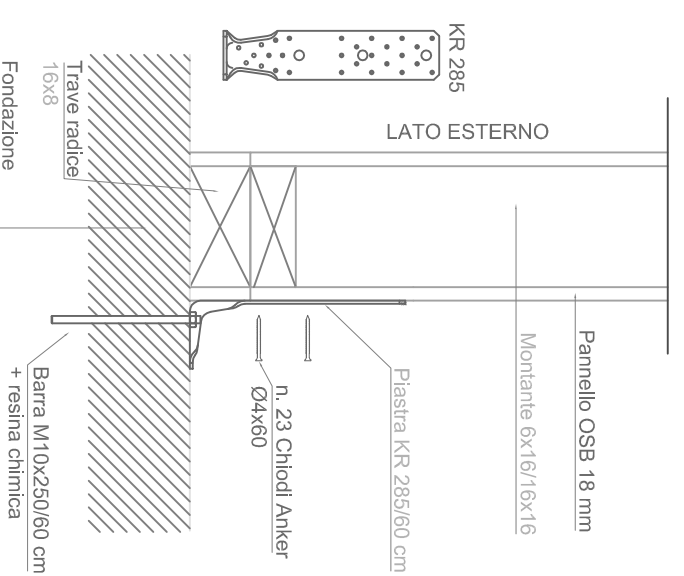
GIUNTO TRAVE - TRAVE

SCALA 1:10



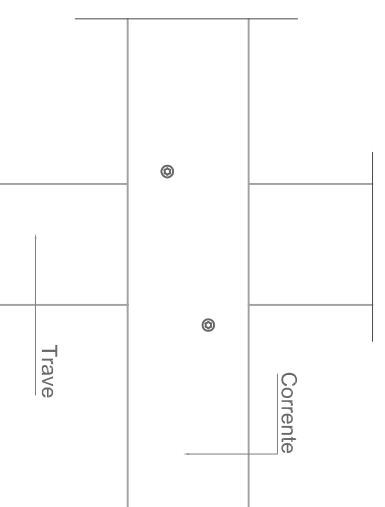
GIUNTO MONTANTE - FONDAZIONE

SCALA 1:10



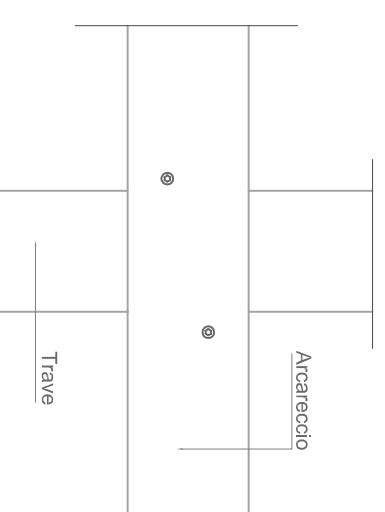
GIUNTO PARETI DI SPIGOLO

SCALA 1:10



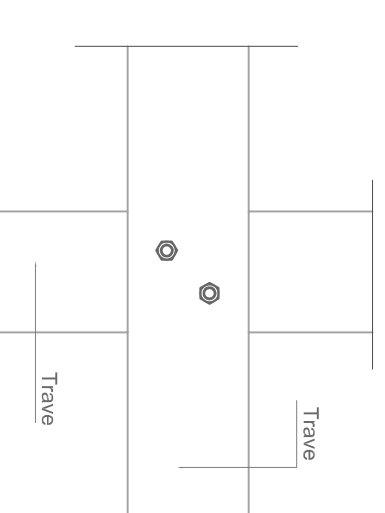
GIUNTO PARETI DI SPINA

SCALA 1:10

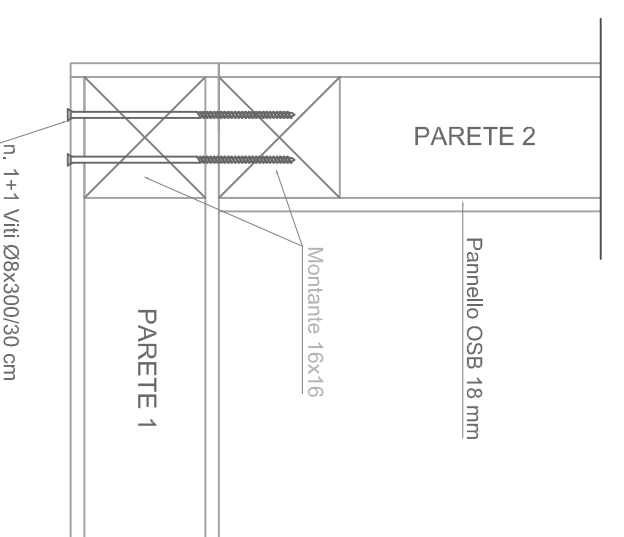


GIUNTO PARETI CONTINUE E DI SPINA

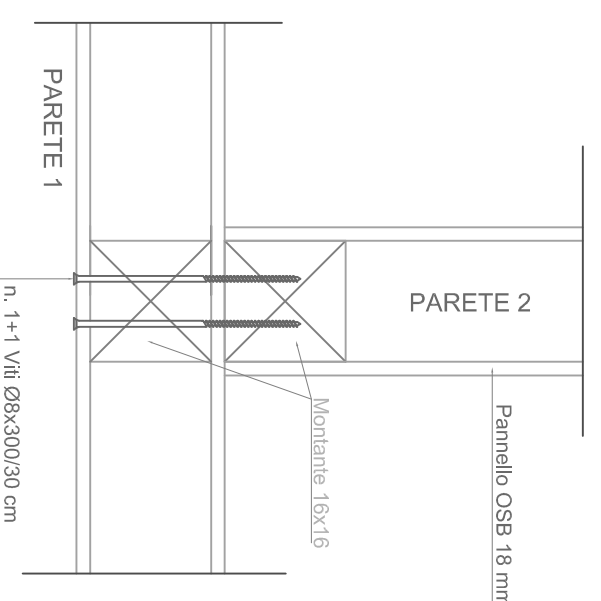
SCALA 1:10



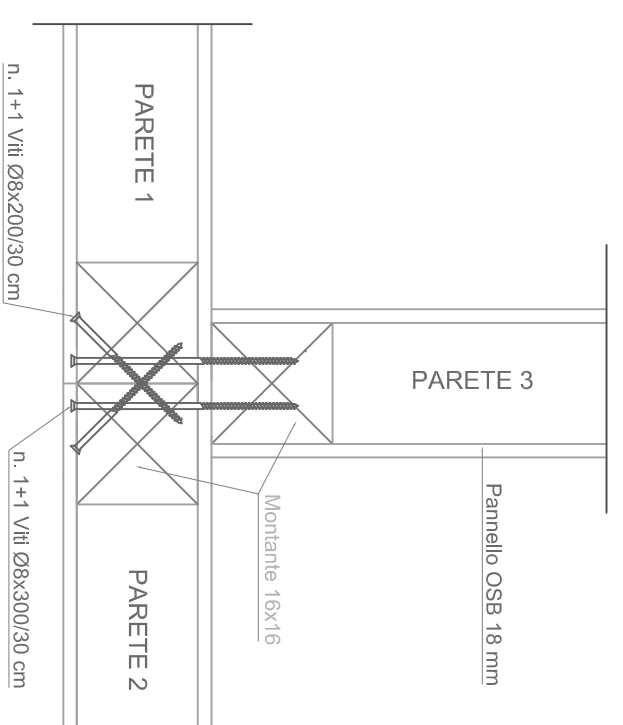
PARETE 2



PARETE 2



PARETE 3



Nome tavola:

Dettagli costruttivi

Scala: 1:100

2.5.1 Relazione delle struttura in legno

Il calcolo strutturale relativo all'intero edificio si suddivide in due fasi. La prima calcola la sola parte strutturale in legno, la seconda invece utilizza i valori appena trovati per dimensionare e verificare la struttura nel suo complesso, parte fuori terra in legno, parte interrata e fondazioni in c.a..

Le caratteristiche principali della struttura in legno.

La struttura è destinata a civile abitazione.

La struttura risulta costituita da un unico corpo di fabbrica ed in pianta occupa una superficie di circa 120 mq al piano terra e di circa 85 mq piano primo, di forma pressoché rettangolare. La copertura è a doppia falda simmetrica posta a quote differenziate.

La struttura si sviluppa in altezza su 2 piani fuori terra più un piano seminterrato per un'altezza massima in gronda di circa 6.5 m ed al colmo di circa 8.2 m.

Nel dettaglio la struttura presenta le seguenti caratteristiche strutturali.

La parte portante verticale fuori terra è realizzata con il sistema Platform-Frame (sistema a telaio-pannelli) costituita da pareti portanti realizzate nel seguente modo:

Montanti: Realizzati in legno lamellare di sezione 6x16 cm e 16x16 cm posti ad interasse di circa 60 cm che assorbono i carichi verticali.

Trave di base (trave radice): Realizzata in legno lamellare di sezione 16x8 cm che ripartisce i carichi verticali alle strutture sottostanti

Trave di sommità (cordolo): Realizzata in legno lamellare di sezione idonea ad ospitare le travi dei solai e della copertura che ripartisce i carichi verticali alle strutture sottostanti.

Sistema di controventamento: Realizzato con doppia pannellatura OSB di spessore 18 mm alla quale è demandata la resistenza ai carichi orizzontali (vento, sisma).

Strutture portanti orizzontali: I solai di piano sono in legno lamellare realizzati con travi portanti e orditura secondaria di sezione idonea con sovrastante doppio perlinato. La copertura è in legno lamellare realizzata con travi portanti e arcarecci di sezione idonea con sovrastante perlinato.

Scale: La scala che collega il piano terra e il piano primo è del tipo prefabbricato in struttura leggera.

Elementi non strutturali: L'edificio presenta tramezzature interne in legno e/o cartongesso.

La struttura in oggetto è collegata alla base con piastre in acciaio e tirafondi resinati come da disegni esecutivi.

Le strutture in c.a. sono state calcolate inserendo nel modello anche la parte in legno oggetto della presente Relazione.

Il calcolo strutturale è stato eseguito in conformità alle disposizioni normative.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione della parte in legno è la seguente:

D.M. 14/01/2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"

CIRC. MIN. 02/02/2009: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/1/2008

EUROCODICE 5: "Progettazione delle strutture di legno"

EUROCODICE 3: "Progettazione delle strutture di acciaio"

2.5.2 Valutazione della sicurezza

Per la valutazione della sicurezza si adotta il "metodo semiprobabilistico agli stati limite" basato sull'impiego di "coefficienti di sicurezza parziali" applicati ai valori caratteristici della resistenza dei materiali e delle azioni o degli effetti delle azioni.

Si definisce Stato Limite, una condizione superata la quale, la struttura non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

Gli stati limite si dividono in due categorie:

Stati limite ultimi (SLU): Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

La verifica di sicurezza nei riguardi degli SLU si effettua con la seguente equazione:

$$R_d \geq E_d$$

Dove:

R_d : Resistenza di progetto valutata in base alla resistenza dei materiali e alle grandezze geometriche interessate

E_d : Valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni

Stati limite di esercizio (SLE): Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile. La verifica di sicurezza nei riguardi degli SLE si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

2.5.3 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.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti costituite da pressioni e depressioni interne ed esterne agenti normalmente alle superfici. L'azione del vento per unità di superficie ortogonale viene determinata con l'espressione:

$$p = q_b * c_e * c_p * c_d$$

dove:

q_b , è la pressione cinetica di riferimento

c_e , è il coefficiente di esposizione

c_p , è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)

c_d , è il coefficiente dinamico

2.5.3 Carico da neve

Il carico della neve sulle coperture si valuta con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_e * C_t$$

dove:

q_s è il carico di neve sulla copertura

μ_i è il coefficiente di forma della copertura

q_{sk} è il valore di riferimento del carico neve al suolo

C_e è il coefficiente di esposizione

C_t è il coefficiente termico

Il carico agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. La località in cui sorge la costruzione, è posta ad un'altitudine di 460 m (≤ 1500 m) sul livello del mare, si può quindi far riferimento a quanto stabilito al punto 3.4.2 del D.M. 14/01/2008.

Di seguito si riporta il calcolo del carico neve.

2.5.4 Azione sismica

L'azione sismica è valutata secondo il paragrafo 3.2 del D.M. 14/01/2008 e calcolata in modo automatico dal Software di Calcolo utilizzato. I parametri sismici utilizzati sono riportati nel tabulato dei dati di input.

Per il fattore di struttura si assume il valore 2.4 che è cautelativo per le strutture di elevazione in legno e compatibile per la parte seminterrata in c.a..

2.5.5 Software di calcolo utilizzati

L'elaborazione dei calcoli è stata eseguita con i seguenti Software:

Mastersap della ditta AMV Studio Software s.r.l.
Fogli di calcolo Excel predisposti dal Progettista

2.5.6 Calcolo delle strutture in acciaio/legno

Il calcolo prevede due fasi distinte. La prima consiste nella determinazione delle azioni verticali ed orizzontali e nella verifica dei montanti e delle strutture portanti orizzontali.

Questa prima fase è condotta con il software Mastersap della ditta AMV s.r.l., utilizzando il metodo agli elementi finiti ed analisi elastica lineare dinamica.

La seconda fase utilizza i risultati ottenuti nella prima fase (taglio sulle singole pareti) per la verifica delle pareti.

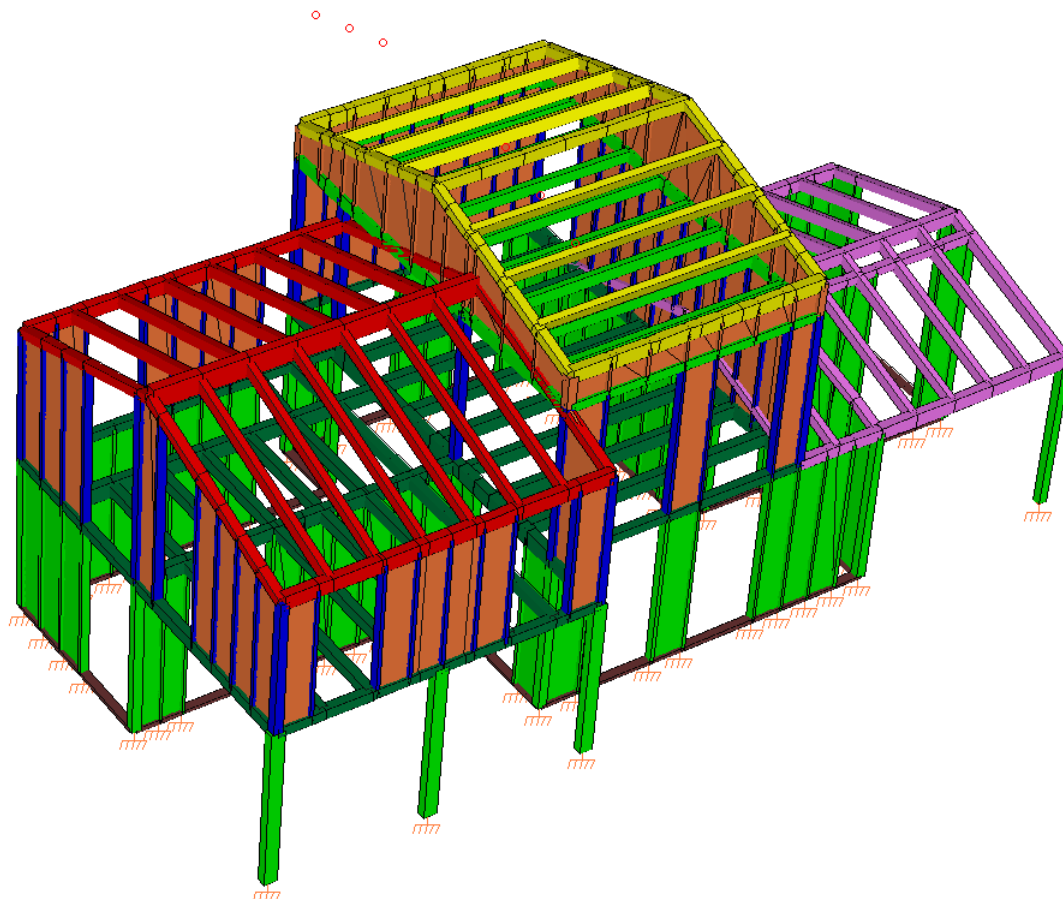
Queste verifiche sono state condotte con fogli di calcolo predisposti dal progettista.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale. Vengono effettuati i controlli riguardanti l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica, i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati. Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento

strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Modello 3D della struttura



Il programma di calcolo utilizzato è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate.

Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

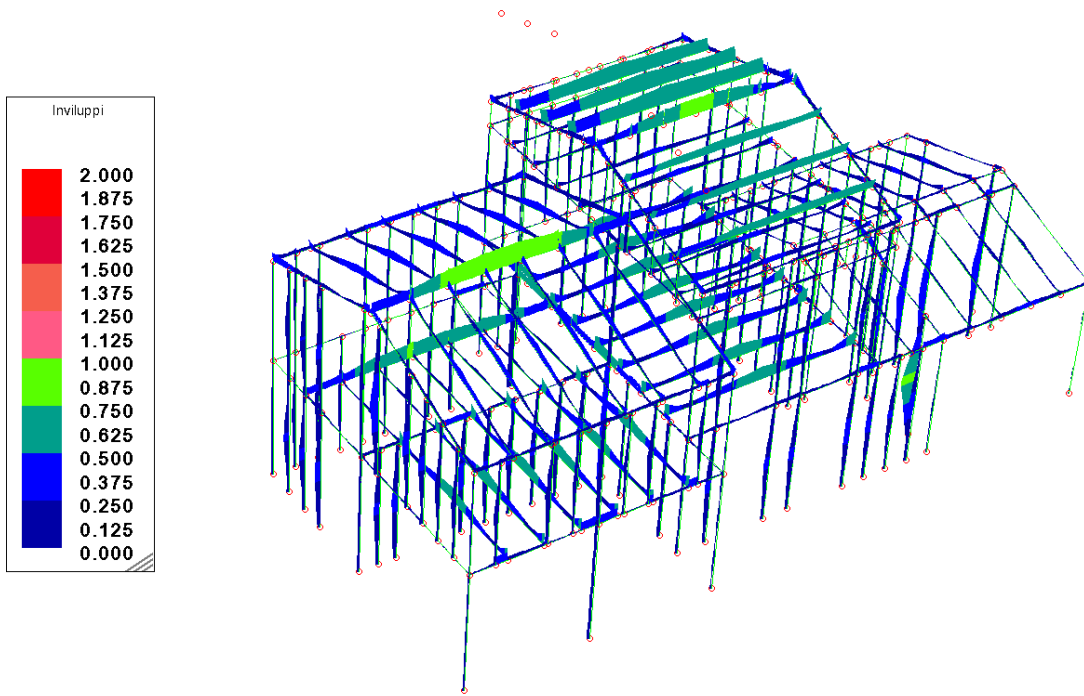
Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate

formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi.

Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.



Di seguito si riporta lo schema delle pareti portanti e le verifiche citate con riferimento alle massime sollecitazioni riscontrate.

2.6 Relazione geologica

Prima di procedere con i calcoli strutturali delle fondazioni è stata fatta una analisi geotecnica dei terreni

I risultati hanno rivelato che la colonna litostratigrafica può essere, dall'alto verso il basso, così descritta:

coltre eluviale: limi argilloso-sabbiosi beige nocciola senza distinta stratificazione, con frustoli vegetali, mediamente consistente.

peso di volume	γ	=	1,95 - 2,05	g/cm ³
coesione non drenata	c_u	=	0,8 - 1,0	kg/cm ²
coesione efficace	c'	=	0,05	kg/cm ²
angolo d'attrito efficace	ϕ'	=	21 - 23	° (gradi)
modulo elastico	E	=	40 - 50	kg/cm ²
modulo edometrico	E_d	=	30 - 40	kg/cm ²

formazione in posto: arenarie giallastre e granulometria medio-grossolana, in strati da medi e spessi, separati da sottili intercalazioni di argille marnoso-siltose di colore avana e grigio-azzurro

peso di volume	γ	=	2,15 - 2,25	g/cm ³
coesione non drenata	c_u	=	2,0 - 2,5	kg/cm ²
coesione efficace	c'	=	0,15 - 0,25	kg/cm ²
angolo d'attrito efficace	ϕ'	=	24 - 26	° (gradi)
modulo elastico	E	=	130 - 150	kg/cm ²
modulo edometrico	E_d	=	160 - 180	kg/cm ²

Sono state, quindi, consigliate all'ingegnere strutturista le tecniche per una adeguata interazione Struttura-Terreno.

La scelta della struttura di fondazione più opportuna da adottare per la ristrutturazione dell'edificio scaturisce da un'analisi che ha tenuto conto delle caratteristiche dei litotipi riscontrati, dei relativi cedimenti previsti in fase di progetto e delle ulteriori interazioni terreno-struttura.

In questo caso, viste le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi più superficiali si è ritenuto che la soluzione più opportuna fosse rappresentata dalla realizzazione di una fondazione diretta su travi rovesce.

In considerazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, del carico indotto dall'opera in oggetto, nonché dalla tipologia di fondazione consigliata, i cedimenti (assestanti) saranno minimi e comunque compatibili con la durata e la funzionalità del manufatto.

Coefficiente di sottofondo

Si ricorda che il coefficiente di sottofondo per un cedimento unitario del corpo di carico ed, essendo le sue dimensioni pari a Forza/Volume, esprime la densità di un liquido nel quale il corpo galleggia. La relazione che regola tale coefficiente ($k_s = p/w$; p =pressione fittizia, w =cedimento) si presenta come una costante del terreno, ossia indipendente dalla forma e dalla dimensione della superficie di carico, nonché dalle caratteristiche elastiche di questa, e pertanto è una situazione teorica che esprime il comportamento di un terreno irrealistico.

Le difficoltà e le inevitabili imprecisioni del calcolo analitico hanno fatto prediligere una valutazione empirica di tale coefficiente, ricavata da prove di carico su piastre standardizzate. Secondo il modello elastico di Winkler, nella bibliografia tecnica esistente è stato consigliato di adottare, per i terreni analizzati, un coefficiente di sottofondo statico $K_s = 2 - 4 \text{ kg/cm}^3$.

È stata inoltre valutata la velocità equivalente, V_{s30} .

Dalla bibliografia esistente sui litotipi rinvenuti nell'area oggetto d'indagine è stato possibile assumere velocità equivalente delle onde S per i primi 30 m di profondità paria a:

$$V_{s30} = 300 - 350 \text{ m/s}$$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si è stata valutata l'appartenenza del sito in oggetto alla categoria 'C' – Categoria di sottosuolo:

Categoria C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

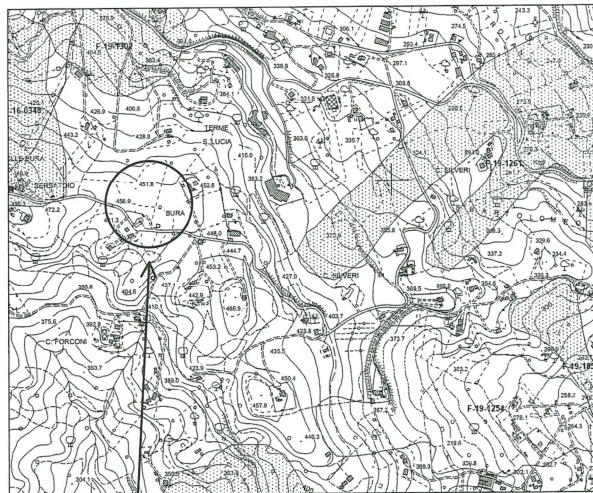
L'area in oggetto tenuto conto della classificazione per le categorie topografiche, rientra nella categoria T1.

Categoria T1

Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

TAVOLA n. 1

*PIANO d'ASSETTO IDROGEOLOGICO della REGIONE MARCHE
(non in scala)*



Area indagata

LEGENDA

Area a rischio frana
(Codice F-xx-yyyy)

- ☐ Rischio moderato (R1)
- ☐ Rischio medio (R2)
- ☐ Rischio elevato (R3)
- ☐ Rischio molto elevato (R4)

Area a rischio esondazione
(Codice E-xx-yyyy)

- ☐ Rischio moderato (R1)
- ☐ Rischio medio (R2)
- ☐ Rischio elevato (R3)
- ☐ Rischio molto elevato (R4)

Area a rischio valanga
(Codice V-xx-yyyy)

- ☐ Rischio molto elevato (R4)

☐ Limite di Bacino idrografico

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI

— numero identificativo di bacino

Z - XX - YYYY — numero progressivo fenomeno

— iniziale tipo di rischio

TAVOLA n. 2

CARTA GEOLOGICA (non in scala)



Area indagata

q	SUOLO PREVALENTEMENTE COLLUVIALE	ATTUALE
Qz	DETRITO ALLUVIONALE CON SCARSO SUOLO DI COPERTURA	QUATERNARIO
Qf	DETRITO ALLUVIONALE CON FORTE SPESORE DI SUOLO DI COPERTURA	QUATERNARIO
Pa	SABBIE	PLIOCENE
Pa	ARGILLE PREVALENTI	
Ca	ARGILLE E ARENARIE E MARNE (FORMAZIONE A COLOMBACCI)	MESSINIANO
AM	ARGILLE PREVALENTI	MESSINIANO
	CINERITE	MESSINIANO
Ma	ARENITI PREVALENTI	MESSINIANO
Ma	ARGILLE	MESSINIANO
	GESEO	MESSINIANO
Sm	MARNE CALCAREE (SCHLIER)	TORTONIANO ELVEZIANO

	FRATTURE E FAGLIE (a disegno ordinario)
	DIREZIONE E PENDENZA DEGLI STRATI (impressi in gradi centesimali)
	STRATI CURVATI
	STRATI VERTICALI
	STRATI ORIZZONTALI
	STRATI DA BIBLIOGRAFIA

Dott. Bruno Prugni
GEOLOGO
 cell. 339.3038499
 bruno.prugni@tin.it

COMMITTENTE: Parrocchia San Francesco
 Cantiere: Bura
 Comune: Tolentino
 Sondaggio n.: 1

Sond. tipo: trivelsonda
 Quota p.c.: 460 m s.l.m.

■ Campione indisturbato
 ▨ Campione rimaneggiato

Data: 11 settembre 2003

STRATIGRAFIA	PROF.		Campioni	LITOLOGIA	Rp	Hz0	OSSERVAZIONI
	REL.	P. C.					
	0.3	0.3		Terreno di riporto			
2.5				Limo sabbioso avana chiaro con tracce di ossidazione e presenza di fratturazione. Consistente.	2.0		
	3.2	3.5					
5.0				Limo argilloso avana grigiastro con livelli sabbiosi ocracei di spessore variabile da pochi millimetri a qualche cm, presenza di fratture. Consistente.	2.5		
	2.5	6.0					
7.5				Argilla marnosa grigio azzurra con struttura stratificata. Estremamente consistente.			
	2.0	8.0					
10.0							fine sondaggio
							falda assente

Rp = Resistenza alla punta in kg/cmq (POCKET PENETROMETER)

4

Dott. Bruno Prugni
GEOLOGO
cell. 339.3038499
bruno.prugni@tin.it

COMMITTENTE: Parrocchia San Francesco
Cantiere: Bura
Comune: Tolentino
Sondaggio n.: 2

Sond. tipo: trivelsonda
Quota p.c.: 460 m s.l.m.

■ Campione indisturbato
▨ Campione rimaneggiato

Data: 11 settembre 2003

STRATIGRAFIA	PROF.		Campioni	LITOLOGIA	Rp	H ₂ O	OSSERVAZIONI
	REL.	P. C.					
	0.6	0.6		Terreno di riporto			
2.5					2.5		
5.0				Limo argilloso avana grigiastro con livelli sabbiosi ocracei di spessore variabile da pochi millimetri a qualche cm, presenza di fratture. Consistente.	2.5		
	4.3	5.5					
7.5				Argilla marnosa grigio azzurra con struttura stratificata. Estremamente consistente.			
	2.0	7.5					fine sondaggio
10.0							falda assente

Rp = Resistenza alla punta in kg/cm² (POCKET PENETROMETER)

5

2.7 Relazione tecnico illustrativa della struttura in c.a.

L'edificio è stato realizzato nella posizione geografica determinata da Latitudine 43.213895 e Longitudine 13.250112, ed ad una quota di circa 460 metri sul livello del mare.

L'immobile in oggetto è stato realizzato su tre piani di cui uno interrato e i restanti fuori terra ad uso residenziale di dimensioni in pianta pari a 16,5 m x 9,0 m circa.

La struttura è stata calcolata in Classe di duttilità "B".

L'edificio è costituito da un piano interrato, avente struttura intelaiata in c.a. e muri laterali in c.a. per sopportare i carichi trasmessi dal terreno, il solaio di piano è stato realizzato in latero cemento con spessore pari a 20 cm + 5 cm.

Le fondazioni sono di tipo superficiale realizzate mediante travi rovesce in calcestruzzo armato.

Le strutture fuori terra sono, invece, state realizzate con struttura portante in legno del tipo parete.

La struttura è caratterizzata da una pianta a forma poligonale con lati perpendicolari tra di loro e dimensioni di massimo ingombro pari a 16,5 m x 9,0 m.

L'altezza della parte interrata è pari a 2,86 m. Le altezze della porzione fuori terra sono variabili.

L'altezza al colmo della copertura a due falde sarà pari a m 11,00, mentre alla gronda l'altezza massima è pari a m 9,5.

Interferenze

L'immobile è stato realizzato previa demolizione dell'edificio esistente. Il piano di posa delle fondazioni era caratterizzato da un livello di consolidamento maggiore rispetto a quello tipico di terreni vergini. L'asportazione di terreno, necessaria per la realizzazione del piano interrato dell'immobile, ha comportato la riduzione di carico sugli strati litologici di fondazione con conseguente riduzione della possibilità di formazione di cedimenti differenziali in quanto le sollecitazioni trasmesse in fondazione ad ultimazione del complesso strutturale risultavano in parte compensate dal carico di terreno scavato.

La nuova struttura è stata localizzata in posizione distante da strutture esistenti e pertanto non è avvenuta alcuna interferenza con gli immobili esistenti.

Normativa di riferimento

Il calcolo delle strutture è stato condotto nella osservanza del D.M. 14 gennaio 2008 che attualmente regola l'esecuzione delle strutture in zone sismiche, e dalle normative nazionali e regionali che regolano la materia.

2.7.1 Descrizione del modello strutturale e criteri di analisi

Per l'analisi del modello strutturale è stato utilizzato un programma agli elementi finiti che permette, mediante discretizzazione, la risoluzione numerica nel campo elastico lineare del problema differenziale della meccanica del continuo. E' stato implementato un modello numerico appositamente approntato per schematizzare tridimensionalmente la struttura in tutti i dettagli costruttivi necessari al fine di valutare il comportamento nei confronti delle azioni di tipo statico e sismico.

Le travi di fondazione sono state modellate con elementi "trave" di lunghezza inferiore a ml. 1,00 con vincoli esterni alla Winkler al fine di simulare l'azione del terreno sulle fondazioni.

Le travi ed i pilastri in elevazione sono stati modellati tramite elementi finiti del tipo "aste". Le pareti in calcestruzzo armato sono state invece schematizzate con elementi "shell" che in funzione della geometria locale hanno avuto dimensione prossime alla forma quadrata con misure di circa 1m per 1m.

Per l'analisi strutturale sono stati prodotti n. 2 modelli diversi, uno comprensivo di ogni elemento strutturale in c.a. e legno per il quale è stata eseguita l'analisi statica in quanto pur in presenza di un elevato n. di modi di vibrare (>85) non viene raggiunta la % minima della massa come richiesto da legge.

In tale condizione è stata effettuata l'analisi statica dell'immobile comprensiva di ogni elemento strutturale, la presenza di molti nodi al di fuori dei piani dei solai non hanno consentono di raggiungere la percentuale di massa richiesta dalla normativa in virtù della dispersione delle masse in corrispondenza dei singoli nodi.

Alla luce di quanto sopra è stato affrontato un ulteriore modello relativo alla sola parte di struttura in calcestruzzo armato dove sono stati riportati i pesi scaricati dalla struttura sovrastante, in tal caso è possibile eseguire l'analisi dinamica in virtù della maggiore regolarità della struttura in calcestruzzo armato e dalla minore dispersione delle masse.

Tutti gli elementi che non sono stati realizzati in calcestruzzo sono comunque riportati nel modello assegnando le dimensioni e le caratteristiche nominali dei materiali, tale scelta ha permesso di calcolare tutti gli elementi in calcestruzzo con le sollecitazioni effettive derivanti dall'intero

complesso strutturale e di utilizzare l'analisi effettuata per gli elementi non in calcestruzzo armato al fine del calcolo e della verifica degli stessi.

Le parti in legno sono poi state oggetto di specifica ed approfondita progettazione.

Nei modelli, i carichi permanenti ed accidentali sono stati assegnati separatamente, in modo da poter essere utilizzati nelle varie combinazioni (sismiche e non) cambiando i rispettivi coefficienti di combinazione, nel rispetto del principio di sovrapposizione degli effetti.

Alla luce di tutto quanto sopra riportato nei modelli strutturali proposti sono stati inseriti tutti gli elementi costituenti la struttura che hanno potuto influire sulla risposta all'azione sismica con i vincoli che sono propri in opera, ne consegue che l'analisi combinata dei modelli proposti ha consentito, per ogni elemento strutturale, la valutazione nel contesto in opera dell'insieme delle azioni statiche e sismiche con i relativi stati tensionali il tutto a garanzia della corretta rispondenza tra i modelli teorici e la struttura in opera.

Va ricordato che il programma utilizzato per la modellazione provvede all'analisi della struttura proposta ed alla verifica di tutti gli elementi in calcestruzzo armato. Di seguito si riporta la vista del modello del corpo di fabbrica di progetto.

Immagine Modello Tridimensionale completo(Vista 1)

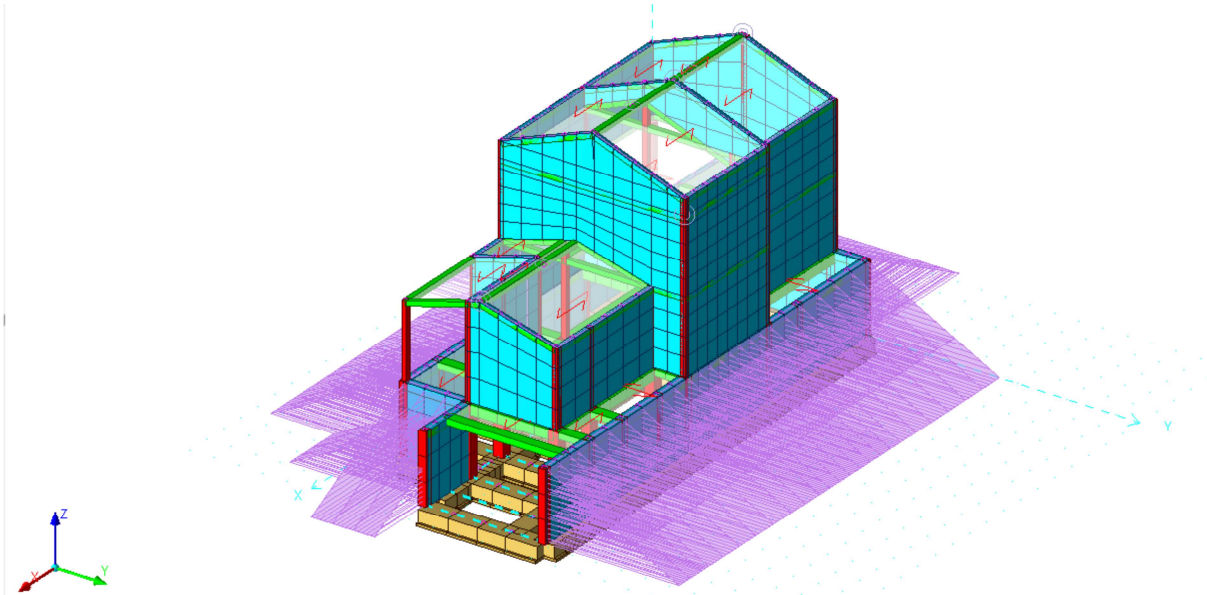
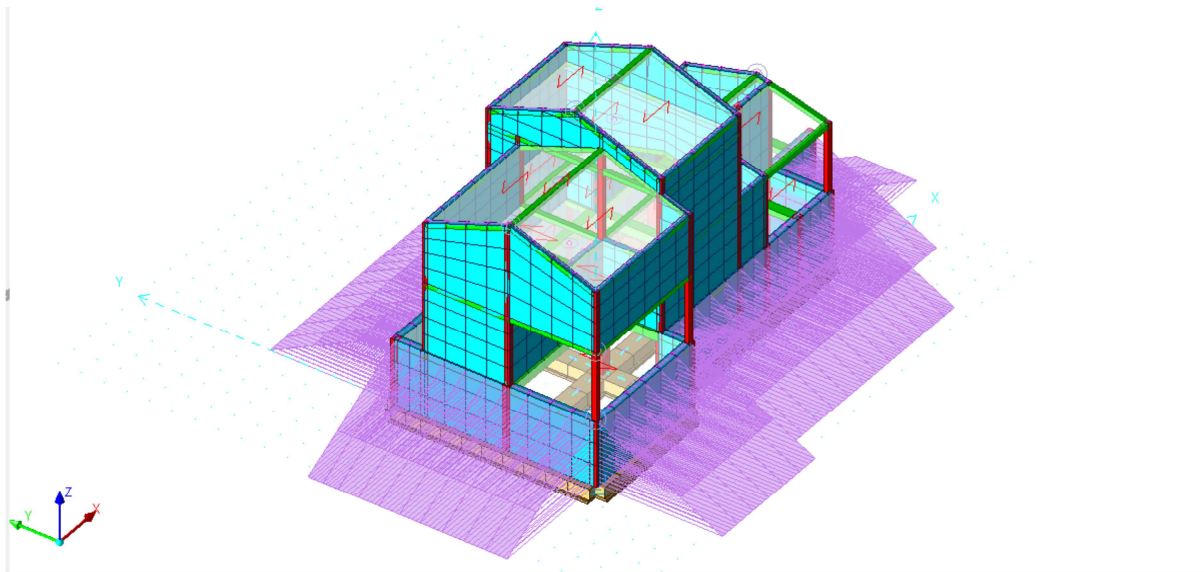


Immagine Modello Tridimensionale completo(Vista 2)



2.7.2 Valutazione della sicurezza

La peculiarità della struttura dal punto di vista della classe d'uso impone che sotto l'effetto delle azioni sismiche deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio, con riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo le strutture di fondazione, gli elementi strutturali, gli elementi non strutturali, e gli impianti.

Il rispetto dei vari stati limite, nel caso di qualsiasi classe d'uso, si considera conseguito nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche relative al solo SLD; relativamente invece agli stati limite ultimi, qualora siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV.

La vita nominale dell'opera in questione, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è stata valutata pari a 50 anni, in quanto trattasi di opera ordinaria.

$$V_n = 50 \text{ anni}$$

La classe d'uso scelta per la struttura in è la Classe II, in quanto la struttura da realizzare è destinata ad uso residenziale ($C_u = 1,00$).

L'analisi svolta è stata l'analisi dinamica modale lineare, in quanto le strutture risultano essere semplici e regolari.

Il metodo utilizzato per la determinazione delle sollecitazioni è il metodo degli spostamenti.

La modellazione della struttura, e l'elaborazione dei risultati del calcolo, sono stati effettuati con il programma Stru3D, realizzato da IngegneriaSoft SH versione 9.2.8 Build 870 del 05 ottobre 2012, prodotto da IngegneriaSoft 7, il programma è in grado di modellare tramite grafica spaziale, con input 3D di travi, pilastri, elementi shell, plinti su suolo elastico e vincoli generici.

Ogni parte è poi stata suddivisa in dati in input e dati in output, i dati di calcolo relativi agli elementi trave sono così strutturati:

I dati in input sono:

1. Normativa di riferimento
2. Sistemi di riferimento
3. Metodi di calcolo
4. Dati accessori

Unità di misura: Sistema Internazionale (Newton, KN, N/mm², cm).

Metodo di calcolo: stati limite.

Numero di sezioni delle aste in cui eseguire le verifiche: 5

Distanza minima tra i nodi (metri): 0.10

Lunghezza minima valida delle aste (metri): 0.10

Coefficiente moltiplicatore delle azioni di calcolo: 1.00

DATI SISMICI

Normativa sismica adottata: D.M. 14/1/2008 Normativa Tecnica sulle Costruzioni.

Tipo di costruzione

Vita nominale

Classe D'uso

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Posizione del sito

Parametri di pericolosità sismica

Tipo di analisi

Direzioni del sisma considerate

Categoria di sottosuolo

Categoria topografica
Rapporto h/H altezza pendio
Coeff. amplif. topografica
Coeff. smorzamento
Parametri spettri orizzontali e Fv
Parametri spettri verticali
Fattore di struttura spettro orizz. direz X1
Fattore di struttura spettro orizz. direz Y1
Fattore di struttura spettro verticale
Spostamento limite di danno: 0.00500 h
Classe di duttilità
Numero dei modi di vibrare del sisma orizzontale
Metodo di combinazione modale orizzontale
Numero dei modi di vibrare del sisma verticale
Metodo di combinazione modale verticale
Spettri di risposta
Condizioni di carico indipendenti statiche (casi di carico statici) e sismiche.
Combinazioni di carico slu ed sle
Combinazioni di carico per verifica dei terreni di fondazione
Archivio materiali
Archivio criteri di calcolo
Archivio terreni di fondazione
Coordinate nodi
Dati shell
Dati carichi shell

I dati in output sono:

Risultati dell'analisi dinamica lineare
Azioni shell
Reazioni vincolari verifica terreni
Spostamenti nodali assoluti slu, sle, sld
Verifica shell in c.a.
Verifica Travi in c.a.
Verifica spostamenti assoluti

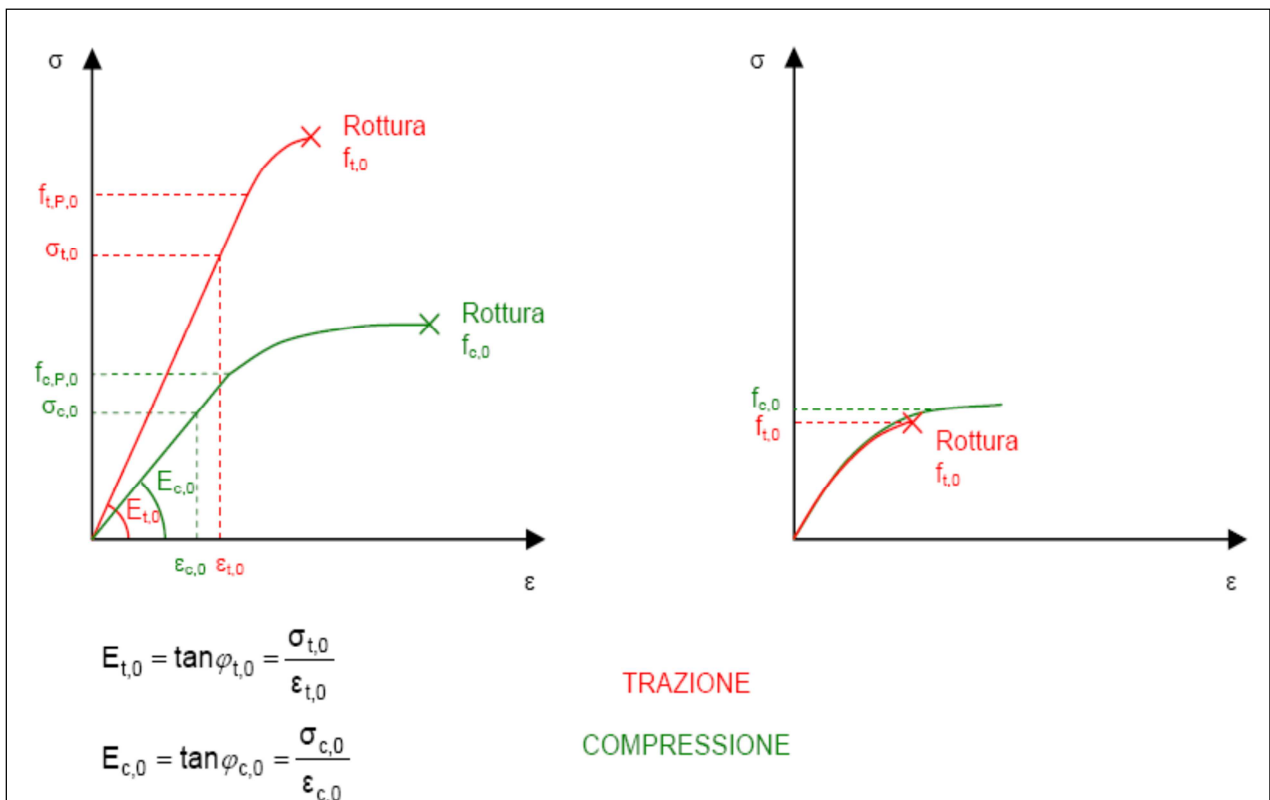
Verifica spostamenti relativi

Verifica tensioni sul terreno alla winkler

Informazione generale sull'elaborazione

Il codice di calcolo utilizzato verifica le sezioni di tutti gli elementi a presflessione deviata, taglio deviato e torsione, in modo rigoroso e utilizzando la curva parabola-rettangolo definita da normativa.

Per il legno si è fatto riferimento al seguente diagramma costitutivo dove a sinistra si fa riferimento ad un provino di piccole dimensioni mentre a destra a elementi di dimensioni maggiori.



Per la struttura oggetto della presente relazione il programma utilizzato per l'analisi strutturale è il solutore agli elementi finiti: Microsap 32 Plus Release 8.4 prodotto dalla società Tesys .

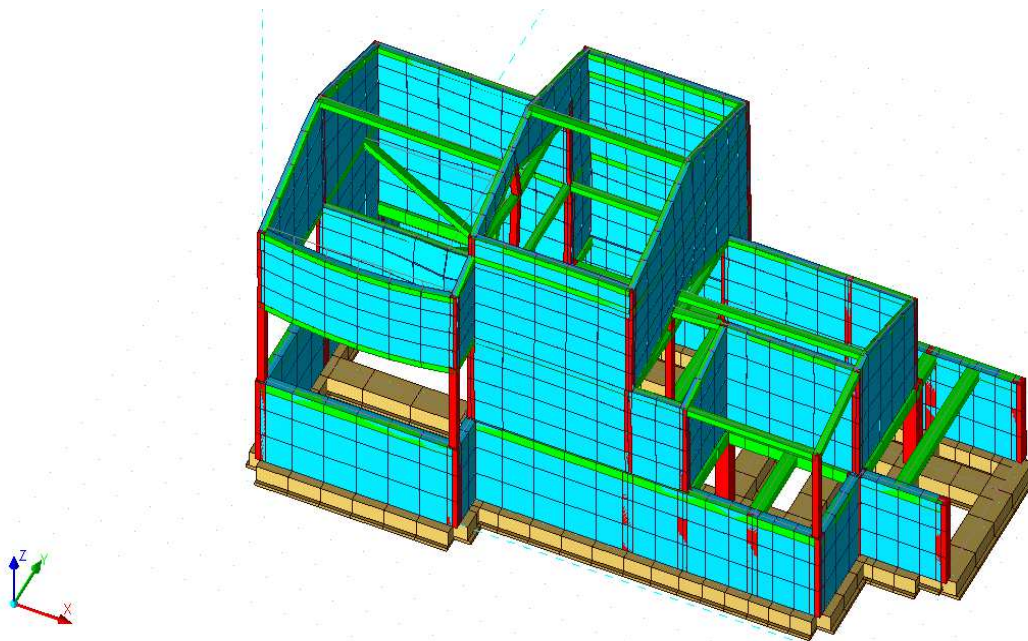
Prima di procedere all'accettazione dei risultati il sottoscritto progettista ha controllato preventivamente il modello realizzato mediante procedura di controllo del programma Stru3d, dopo l'analisi sono state effettuati ulteriori controlli a posteriori del modello creato, analizzando sia le deformate che si ottengono in seguito all'applicazione dei carichi statici che delle forze sismiche sia i diagrammi di sollecitazione.

Particolare attenzione ai controlli è stata posta in corrispondenza dei punti dove sono presenti svincoli interni dovuti alla discontinuità dei materiali (es. in corrispondenza delle travi in legno di

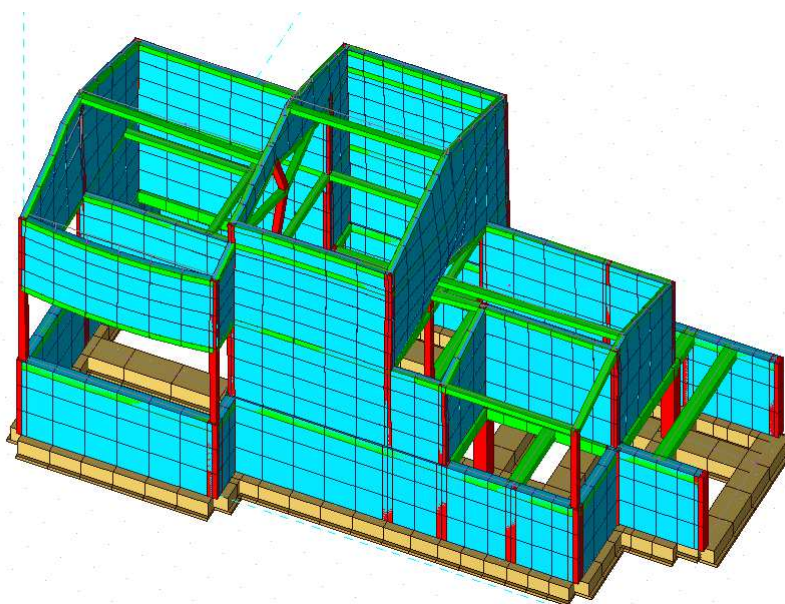
copertura) al fine di controllare che i vincoli teorici posti in essere nel modello corrispondano alle condizioni di vincolo in opera.

I controlli effettuati hanno confermato la validità del modello posto in opera e la rispondenza dei risultati rispetto alle previsioni teoriche nonché la coerenza delle scelte effettuate con la normativa vigente.

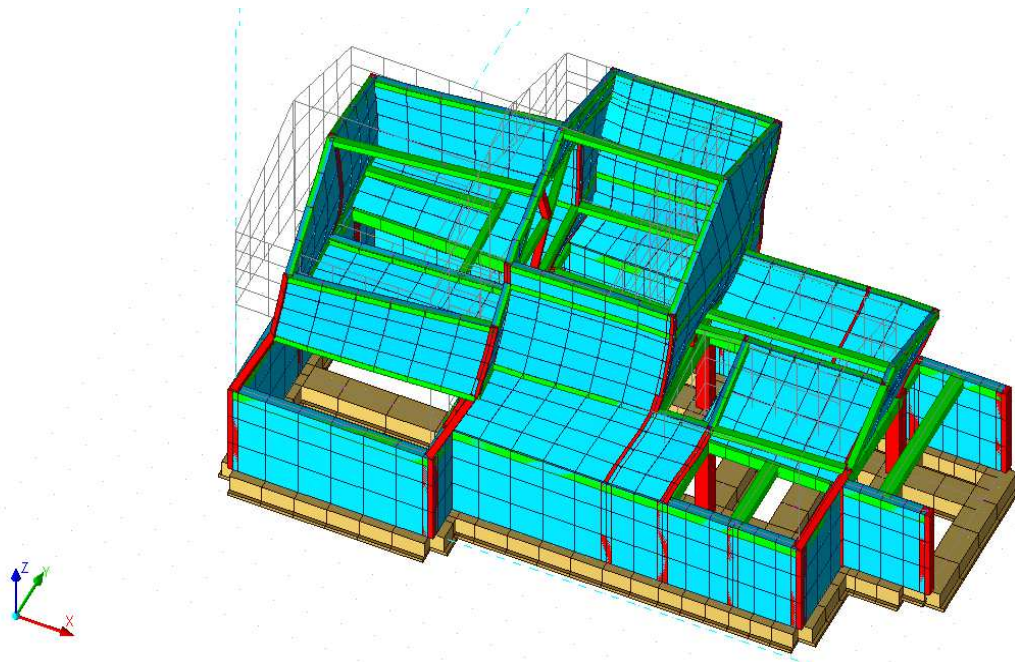
A conferma di quanto sopra riportato si allegano alcuni schemi grafici relativi alle deformazioni ed alle sollecitazioni:



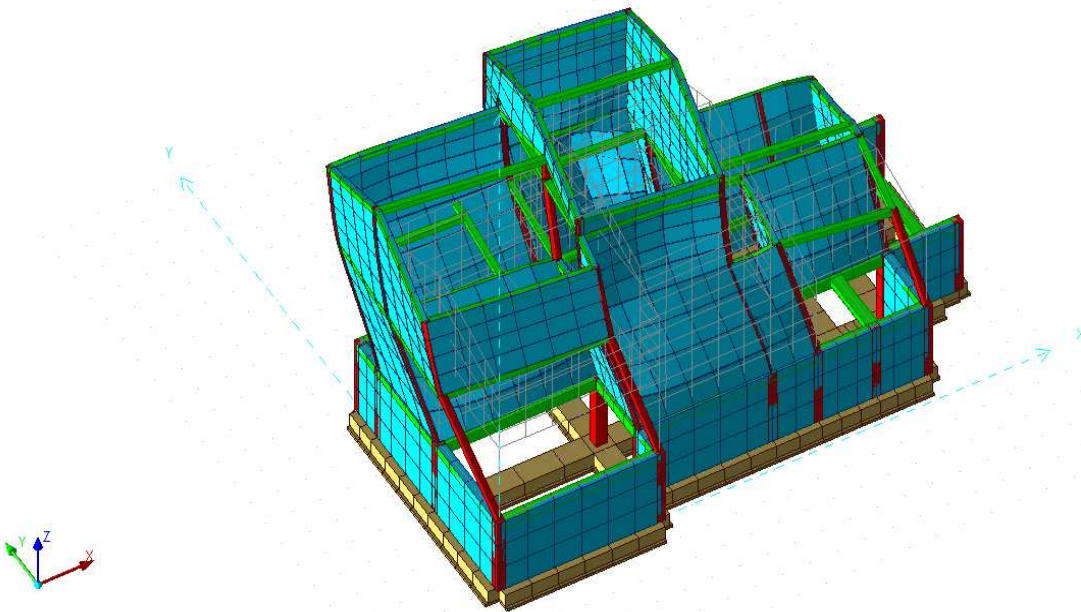
- Deformata Carichi Permanenti:



- Deformata Sovraccarico Neve

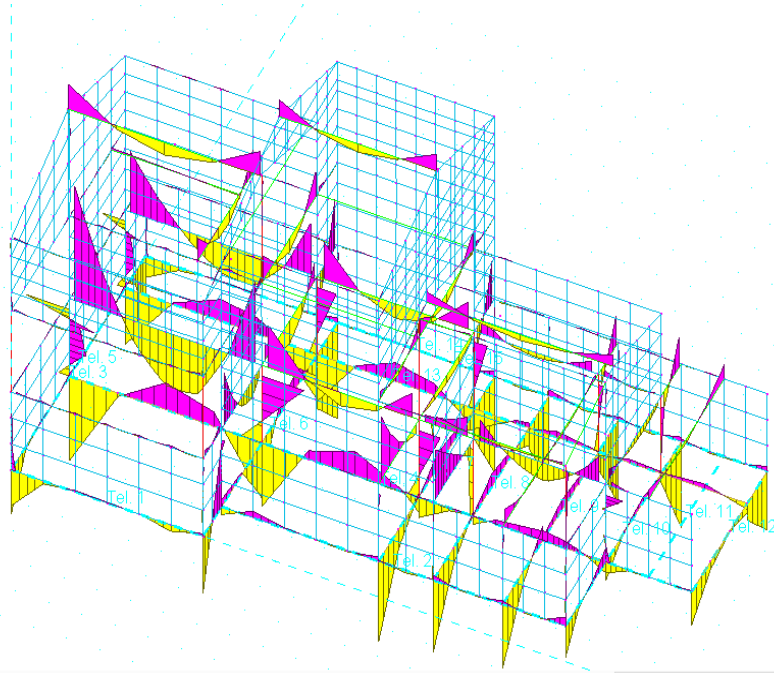


- Deformata Sisma in direzione x:



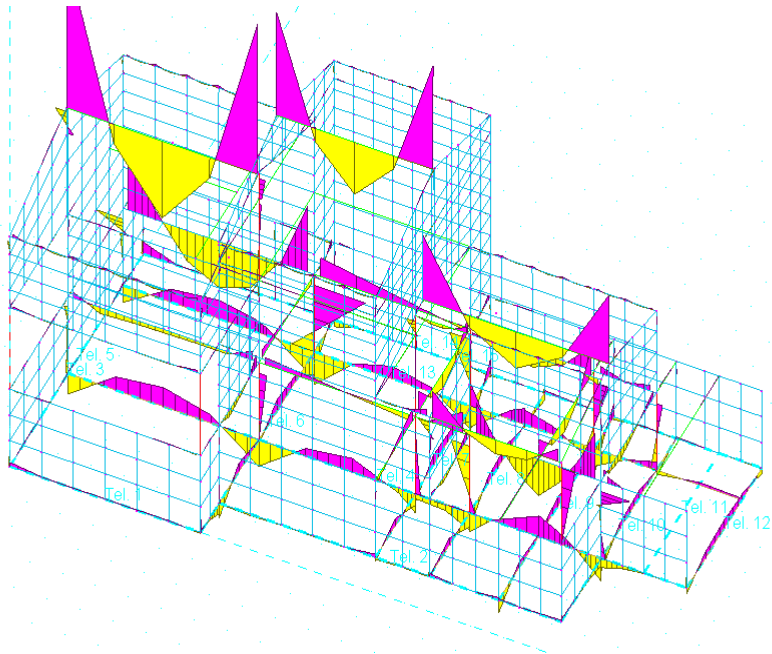
- Direzione Sisma in direzione y:

Condizione: CPerm
Momento flettente M33 (kN*m)



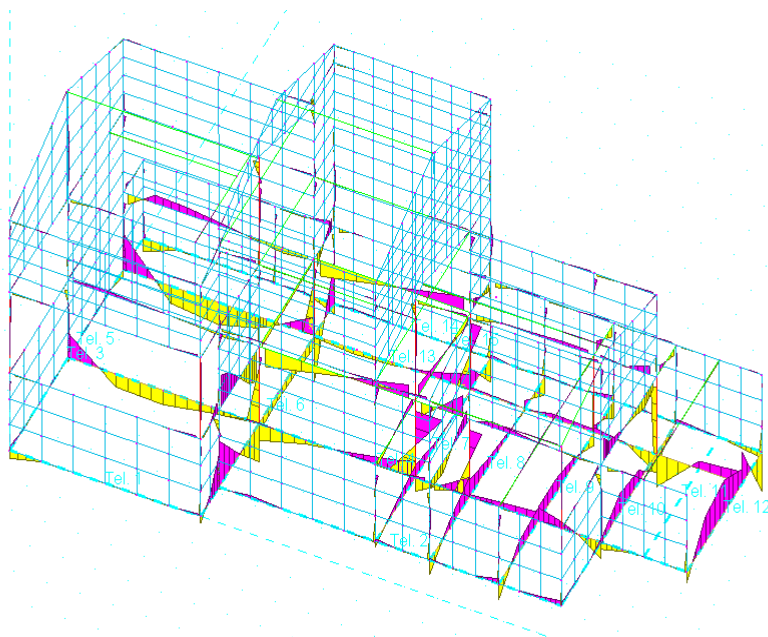
- Diagramma Momenti Carichi Permanenti:

Condizione: QNeve
Momento flettente M33 (kN*m)



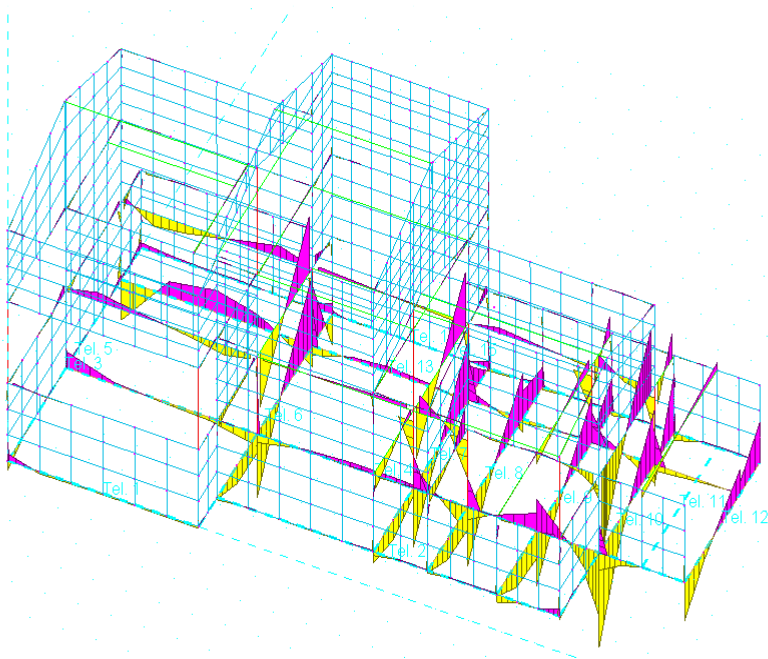
- Diagramma Momenti sovraccarico neve:

Momento flettente M33 (kN*m)



- diagramma Momenti Sisma in direzione x:

Condizione: Sisma Dir. Y1
Momento flettente M33 (kN*m)

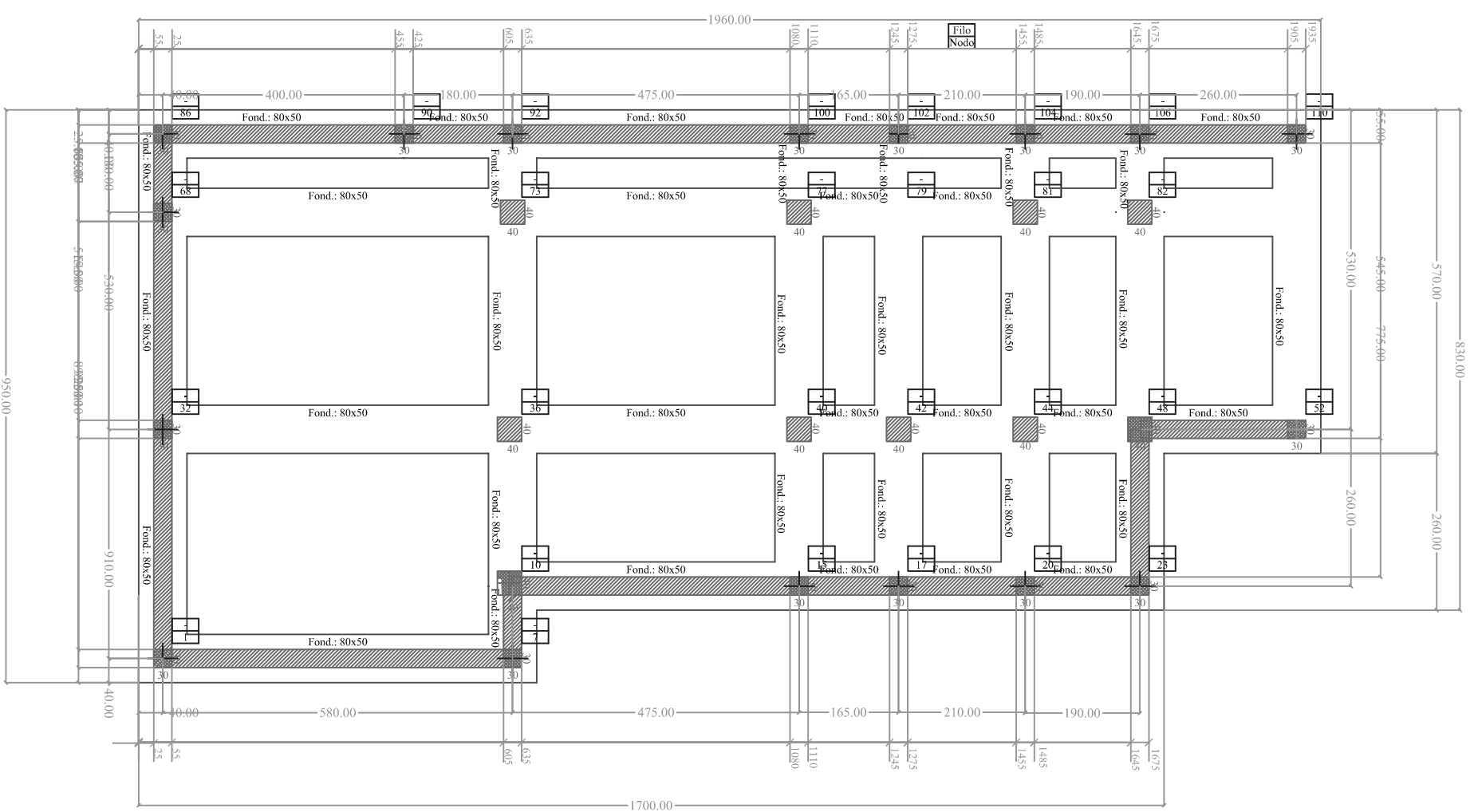


- Diagramma Momenti sisma in direzione y:

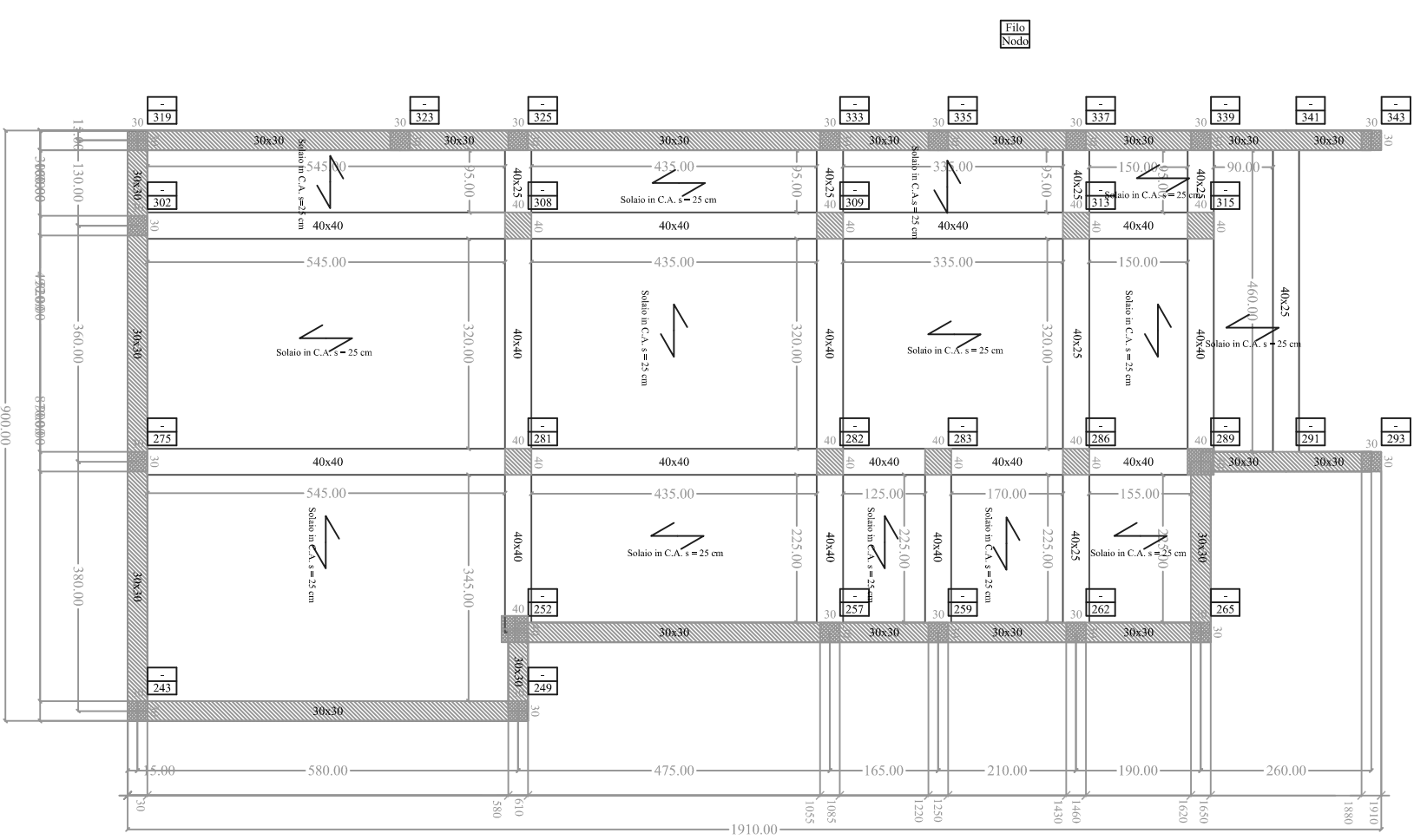
2.7.3 Impalcati c.a.

Di seguito vengono riportati i disegni relativi alle fondazioni e all'interrato in c.a..

Carpenteria Fondazioni Quota 0.00
Scala 1:25



Carpenteria Piano Terra Quota 2.86
Scala 1:25



Nome tavola:

Impalcati

Scala: 1:100

2.8 Impianto elettrico e fotovoltaico

Tra le esigenze implicite nella progettazione dell'abitazione, quindi riveste un ruolo primario l'installazione di un adeguato impianto elettrico, che va dal videocitofono fino a tutta l'illuminazione del giardino.

Una delle indicazioni esplicite fornite dal committente, invece, era appunto quella di rendere la casa il più possibile autonoma.

Proprio per rispondere a questa richiesta e quindi abbassare i costi di gestione si è pensato di adottare l'impianto fotovoltaico. Si è deciso però insieme al committente, nonostante il buon orientamento delle falde del tetto verso Sud-Est, di disporre i pannelli in una zona del giardino. Questa scelta quindi è stata fatta solamente per ragioni estetiche, mantenere l'aspetto dell'abitazione puramente tradizionale.

L'impianto fotovoltaico per autoconsumo dimensionato sulla base delle esigenze del cliente, della potenza nominale pari a 6,00 kW è composto da moduli fotovoltaici ad alta efficienza.

Sistema fotovoltaico con impiego di pannelli fotovoltaici policristallini ad alta efficienza europei, da installare su apposita struttura per fissaggio a terra.

Per quanto riguarda la fornitura dell'inverter, è stato scelto l'impiego del prodotto italiano Power One per motivi legati a:

la qualità ed affidabilità del prodotto

la disponibilità di una estensione di garanzia a 20 anni ad un costo estremamente contenuto

la capillarità sul territorio nazionale e l'efficienza del servizio di assistenza erogato dal fornitore.

Analisi economica impianto fotovoltaico

Impianto			6,00 kW
Produzione attesa anno			7.500,00 kWh
Autoconsumo			20,00 %
Risparmio in bolletta	A	€	375,00 costo energia €/kWh
Tariffa energia ceduta €/kWh		€	0,12
Totale energia ceduta €/kWh	B	€	720,00 su quota energia ceduta
Detrazione fiscale 50% in 10 anni €/anno	C	€	897,60
rendita totale	A+B+C	€	1.992,60
Costo impianto al kW		€	2.720,00 + IVA

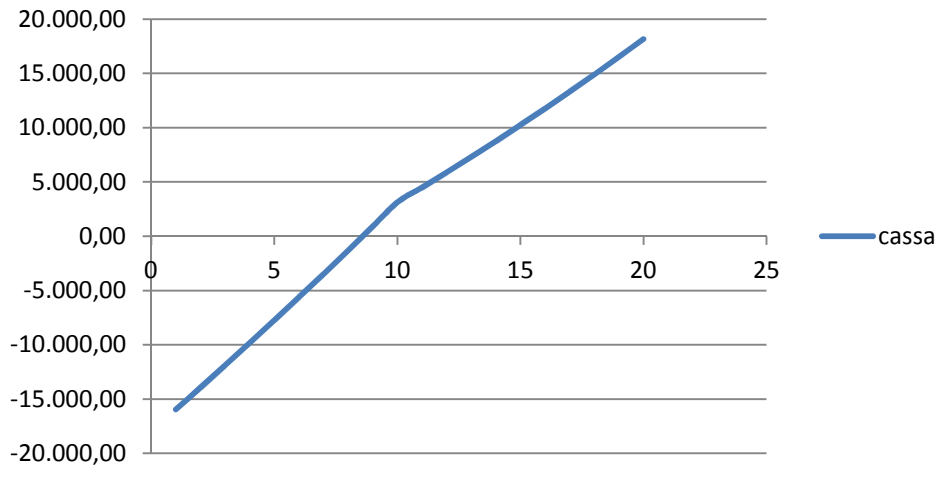
Costo impianto	€	17.952,00 IVA compresa
perdita annua resa impianto		0,80 %
Superficie impianto		45,00

Sulla base di questi valori viene fornito da contratto

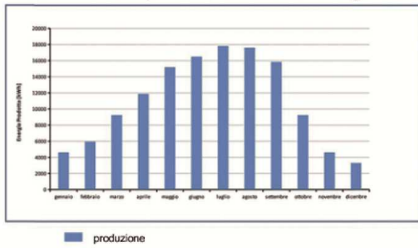
Capitale	17.952,00
anni di investimento	1,00
rata annua	17.952,00

anno	rata	Detrazione			
		Energia	Fiscale	Netto	cassa
1	€ 17.952,00	€ 1.095,00	897,60	€ 15.959,40	15.959,40
2	€ -	€ 1.119,09	897,60	€ 2.016,69	13.942,71
3	€ -	€ 1.143,71	897,60	€ 2.041,31	11.901,40
4	€ -	€ 1.168,87	897,60	€ 2.066,47	9.834,93
5	€ -	€ 1.194,59	897,60	€ 2.092,19	7.742,74
6	€ -	€ 1.220,87	897,60	€ 2.118,47	5.624,27
7	€ -	€ 1.247,73	897,60	€ 2.145,33	3.478,94
8	€ -	€ 1.275,18	897,60	€ 2.172,78	1.306,16
9	€ -	€ 1.303,23	897,60	€ 2.200,83	-894,67
10	€ -	€ 1.331,90	897,60	€ 2.229,50	-3.124,17
11	€ -	€ 1.361,20		€ 1.361,20	-4.485,37
12	€ -	€ 1.391,15		€ 1.391,15	-5.876,52
13	€ -	€ 1.421,76		€ 1.421,76	-7.298,28
14	€ -	€ 1.453,03		€ 1.453,03	-8.751,31
15	€ -	€ 1.485,00		€ 1.485,00	-10.236,31
16	€ -	€ 1.517,67		€ 1.517,67	-11.753,98
17	€ -	€ 1.551,06		€ 1.551,06	-13.305,04
18	€ -	€ 1.585,18		€ 1.585,18	-14.890,22
19	€ -	€ 1.620,06		€ 1.620,06	-16.510,28
20	€ -	€ 1.655,70		€ 1.655,70	-18.165,98

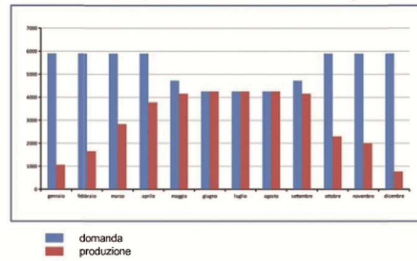
flusso di cassa



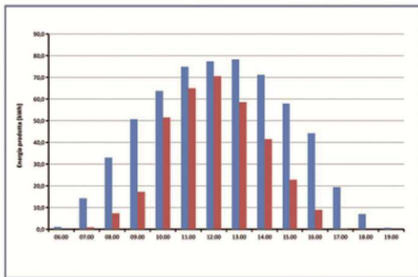
Andamento della produzione annua di energia elettrica



Andamento della produzione annua di energia termica



Andamento della produzione giornaliera di energia elettrica



■ giorno rappresentativo estate (10 agosto)
■ giorno rappresentativo inverno (15 febbraio)

2.9 Impianto termico

2.9.1 Pompa di calore per impianto di riscaldamento a pavimento ed acqua sanitaria

Un esempio evidente nel quale architettura e tecnologia si sono messe l'una al servizio dell'altra, completandosi, è stato proprio la progettazione dell'impianto termico. L'architettura, infatti, è stata pensata ed orientata secondo i punti cardinali e secondo quelli che sono i venti prevalenti. La forma e il posizionamento dell'edificio cercano difatti di raccogliere il più possibile il calore dovuto ai raggi solari provenienti da Sud e cercano nello stesso tempo di proteggersi da dalle correnti d'aria predominanti limitando la superficie d'impatto. Un altro aspetto a cui è stata fatta una particolare attenzione è stata la disposizione delle aperture, infatti, si è cercato di posizionarle in modo da permettere una buona circolazione d'aria in estate.

È facile notare però che da sole queste attenzioni alla architettura della casa non sono sufficienti per ottenere un adeguato comfort.

Sono quindi state analizzate e valutate le diverse tecnologie per il riscaldamento.

Per evitare di dover inserire una ulteriore canna fumaria e in seguito all'installazione dei pannelli fotovoltaici si è deciso di utilizzare la pompe di calore aria- acqua.

Questo perché permette di avere nella climatizzazione degli edifici numerosi vantaggi.

I vantaggi sono soprattutto di natura economica.

Se analizzano nel dettaglio costi- benefici, la pompa di calore è conveniente rispetto alla caldaia a gas.

La pompa di calore non necessita di una canna fumaria, che nel caso in esame creerebbe delle difficoltà di installazione.

Si tratta per di più di un sistema polivalente ad alto rendimento ed a basso impatto ambientale dal momento che per l'edificio studiato è stato scelto di adottare i pannelli fotovoltaici.



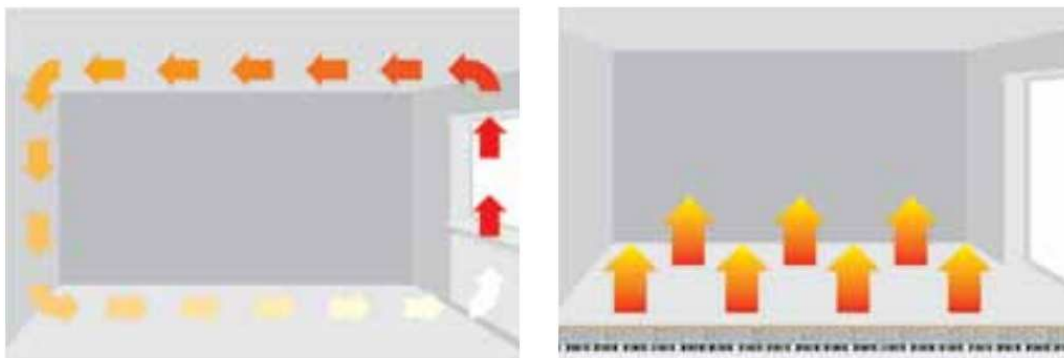
Per l'impianto elettrico di questa casa è stata quindi scelta la pompa di calore ad inverter (Mitsubishi) con una potenza nominale di 11.2 kW, con un bollitore solare da 200 litri.

Si è scelto l'impianto radiante di riscaldamento a pavimento collegato alla pompa di calore. Questa tipologia di impianto permette di avere uniformità di temperatura con benefici nel risparmio energetico.

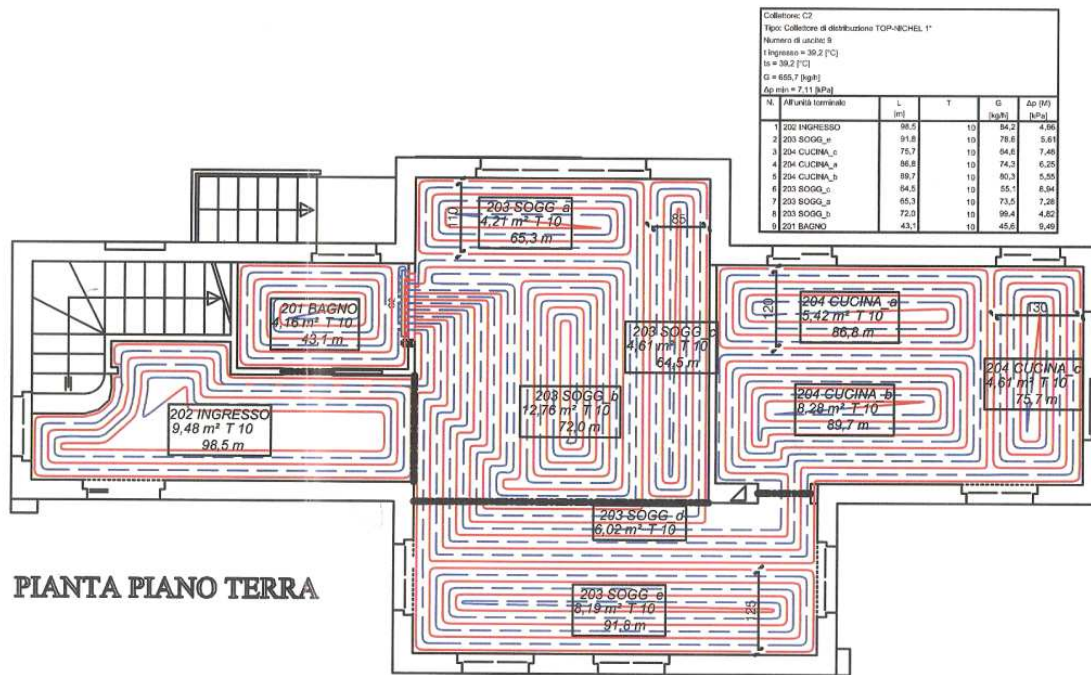
Il sistema di riscaldamento a pavimento inoltre permette un comfort maggiore rispetto ai tradizionali radiatori. Infatti quest'ultimi situati generalmente solo in una parete della stanza creano delle zone con temperature notevolmente differenti.



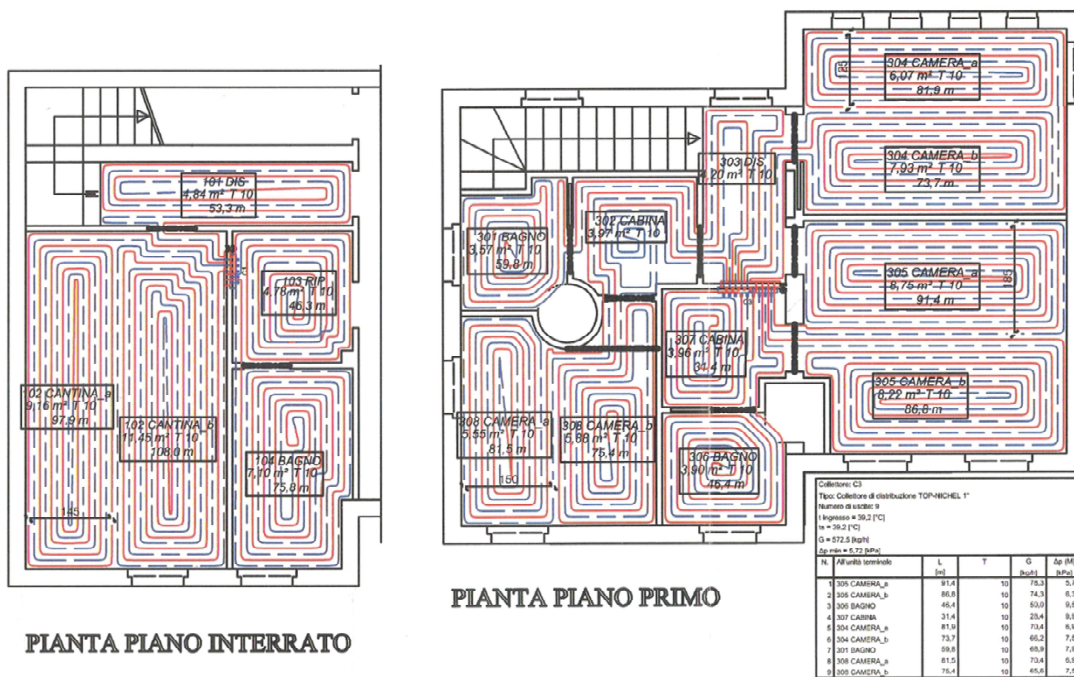
Gli impianti di riscaldamento con radiatori per effetto dei moti convettivi creano delle correnti dell'aria come illustrato nelle immagini sottostanti muovendo maggiormente le polveri, mettendo in circolo quindi più allergeni.



Si riportano di seguito i disegni del progetto dell'impianto a pavimento per l'abitazione in esame.



PIANTA PIANO TERRA



PIANTA PIANO PRIMO

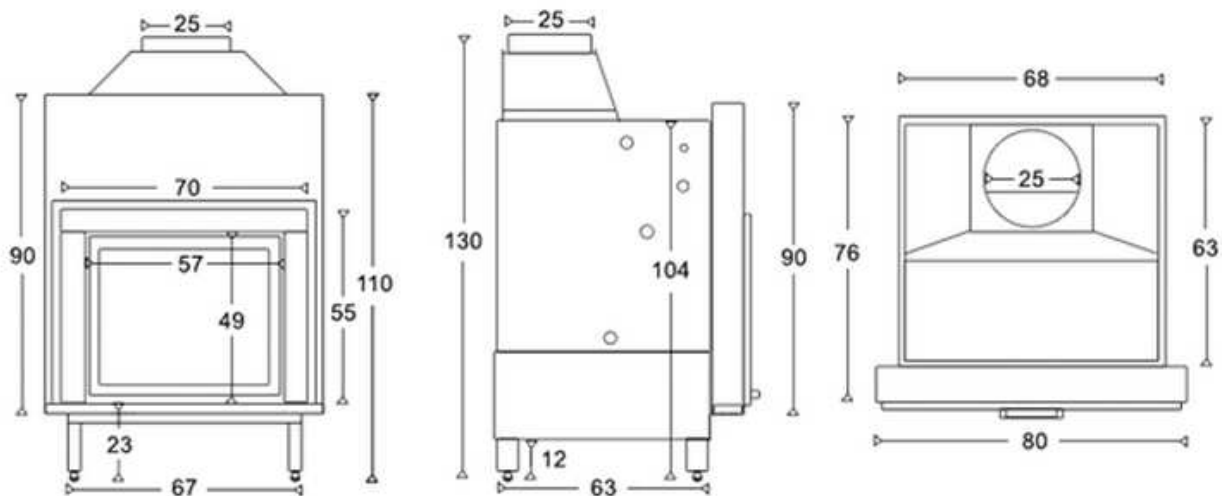
Un altro esempio in cui tecnologia e architettura hanno trovato insieme la soluzione del problema è appunto il riscaldamento della mansarda. In questo spazio infatti, non è stato installato il riscaldamento a pavimento. Non è stato previsto per una motivazione principalmente, l'altezza nel sotto tetto è un po' limitata. La realizzazione di un massetto per impianti che contenga anche il passaggio dei tubi avrebbe ridotto notevolmente la capacità di movimento. La creazione del doppio volume però oltre ad offrire maggiore luminosità agli ambienti permette il passaggio dell'aria, la quale tendendo verso l'alto riscalda anche tutta la mansarda. Ecco quindi trovata la soluzione al problema.

2.9.2 Termocamino

Per incrementare il riscaldamento dovuto alla pompa di calore nei giorni più freddi e anche per un semplice piacere estetico di vedere un camino acceso durante una lunga giornata invernale è stato pensato di installare un termocamino. Questo è collegato all'impianto esistente, che in questo caso è costituito dai pannelli radianti a pavimento, autonomo per tutta la casa.

Il termocamino (o camino termico) è un sistema di riscaldamento domestico alimentato a legna come combustibile, alternativo o affiancato agli impianti tradizionali alimentati a gasolio, GPL o metano. Si tratta di un camino a camera chiusa più efficiente del camino standard a camera aperta consentendo un buon risparmio energetico grazie al recupero, tramite particolari accorgimenti, di buona parte del calore prodotto che altrimenti si disperderebbe nella canna fumaria.

Il modello scelto è dotato di un apposito volano termico che lo rende particolarmente adatto proprio per l'impianto a pavimento.



Dati generali

Combustibile raccomandato: legna	Distanza minima da mat. infiammabili: cm 18
Contenuto acqua: litri 93	Massa dell'apparecchio: kg 317

Scambiatore primario

Potenza termica nominale: kW 21.5	Temperatura fumi: 219°
Potenza termica resa all'acqua: kW 14.5	Tiraggio minimo del camino: Pa 12
Potenza termica resa all'ambiente: kW 7	Flusso volum. gas di combustione: g/s 20.6
Rendimento: 82%	Massima pressione idrica ammessa: bar 1.5
CO: 0,23%	Perdita di carico: m. 0,1 H2O

Scambiatori secondari

Potenza termica nominale: kW 21.5	Temperatura fumi: 229°
Potenza termica resa all'acqua: kW 13.5	Tiraggio minimo del camino: Pa 12
Potenza termica resa all'ambiente: kW 8	Flusso volum. gas di combustione: g/s 20.5
Rendimento: 82%	Massima pressione idrica ammessa: bar 6
CO: 0,23%	Perdita di carico: m. 1.7 H2O

2.10 Finiture

2.10.1 Le pitture silossaniche

Sono state scelte per la tinteggiatura le pitture silossaniche in funzione delle loro particolari proprietà.

Quando si ha a che fare con prodotti vernicianti murali per esterni, infatti, si devono tenere in considerazione due fattori fondamentali:

l'umidità, che agisce sotto forma di vapore acqueo attraverso la pittura;

gli agenti atmosferici a cui è sottoposta costantemente, che ne provocano il graduale deterioramento.

Le caratteristiche ottimali quindi per una pittura da esterni devono essere traspirabilità e idrorepellenza.

I film di vernice/pittura infatti spesso sono soggetti ad inumidirsi a causa dei cicli gelivi o per le piogge acide causate dall'alta presenza di inquinamento soprattutto in grandi città, che facilitano la disgregazione dello strato di finitura e la formazione di muffe, muschi e batteri, che intaccano la facciata deteriorandone il rivestimento.

Ci sono però in commercio delle soluzioni di pittura che, per la loro particolare caratteristica, risolvono questi due principali problemi allungando di molto le manutenzioni e la conservazione delle facciate esterne.

La pittura silossanica è ottenuta dalla polimerizzazione della silice (SiO_2) combinata con altri prodotti organici o resine a base siliconica in funzione della tecnologia di produzione utilizzata o dalle specificità che si vogliono ottenere dal prodotto.

Questo prodotto possiede quindi una doppia proprietà:

una idrofila dovuta alla componente minerale (silice)

una idrorepellente dovuta alla componente organica.

Esteticamente i prodotti silossanici, una volta essiccati, si presentano come un materiale microporoso ma idrorepellente che, da un lato, consente la migrazione del vapore contenuto nel supporto verso l'esterno, dall'altro impedisce alle gocce di pioggia e all'umidità di penetrare all'interno della parete.

2.10.2 Tegola portoghese

Per la copertura sono state scelte le tegole portoghesi. Questa tipologia di copertura in laterizio è caratterizzata da una curvatura del coppo molto più accentuata e sensibilmente superiore rispetto alle altre tegole in commercio. La pronunciata sovrapposizione con l'alletta ripiegata ad angolo retto permette di ottenere ottima tenuta all'acqua piovana e al vento, oltre ad assicurare una precisa direzionalità alle file verticali. Senza bisogno di correre a staggiatura.



Caratteristiche tecniche



Tegola Portoghese

Peso/pezzo: 3,2 Kg

Peso/mq: 42,3 Kg

Pezzi/pacco: 192

Pezzi/mq: 13,2

Passo: 35,2 cm

Pendenza minima consigliata: 30%

Dimensioni

Lunghezza: 425 mm

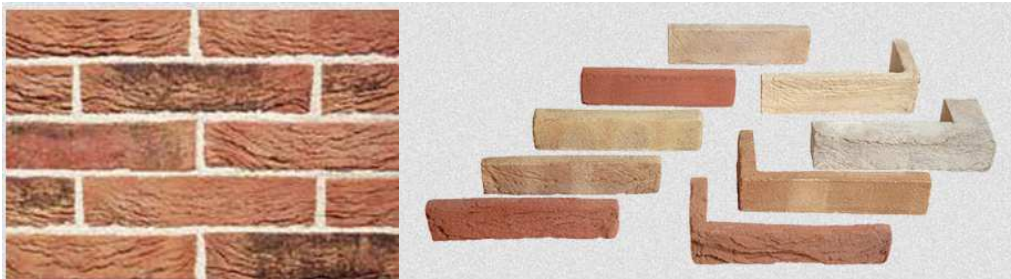
Larghezza: 245 mm

Peso pacco: 615 Kg

2.10.3 Listelli faccia vista

Come rifinitura esterna sono stati scelti dei listelli e degli angolari. È stato infatti pensato di rivestire in mattoncino i pilastri dei porticati e allo stesso modo di creare i marcapiani nel blocco centrale della casa. Per non appesantire troppo la parete, su consiglio della ditta di costruzione della parte del legno, si è scelto di applicare dei listelli dello spessore di 20 mm attraverso una colla.

Qui sotto vengono è stato riportato il prodotto scelto.



Listello normal format

misure: 250 x 55 Mm
spessore: 20 Mm

pezzi: 36 pezzi per scatola

Angolare normal format

250 x 120 x
misure: 55 mm
spessore: 20 mm
pezzi per
pezzi: 18 scatola

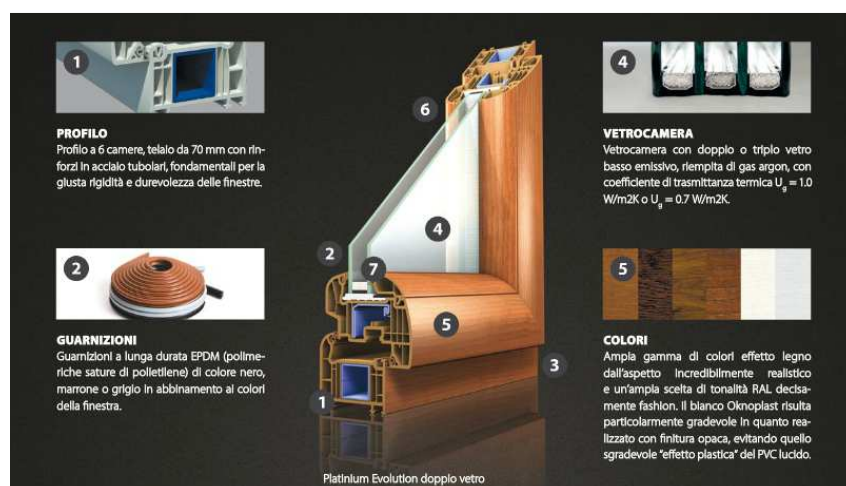
Il materiale utilizzato per la posa è una colla e malta. Per il fissaggio dei listelli la ditta fornitrice consiglia di utilizzare 5 kg e 7 kg di malta per ogni scatola di listelli o angolari.



2.10.4 Infissi

Non va trascurata la scelta dei serramenti per garantire una casa ben isolata termicamente. Per il caso in esame sono stati scelti gli infissi in PVC. Questa decisione è stata presa in funzione delle caratteristiche tecniche, della manutenzione necessaria e dei costi. I serramenti in PVC sembrano essere, infatti, la soluzione migliore tra prestazioni e costi.

È stata fatta particolare attenzione alla trasmittanza dell'intera finestra, proprio per garantire la Classe A della casa.



Dettagli tecnici

- Profilo:** Profilo in Classe A brevettato, con pareti esterne da 3 mm di spessore (consente un miglioramento del coefficiente di isolamento termico 'U' fino al 30%)
- Sistema:** Profilo a 6 camere di larghezza 70 mm
- Vetro:** Vetrocamera 1,0 con coefficiente di trasmittanza termica $U_g = 1,0$ W/m²K (il valore del coefficiente per l'intera finestra corrisponde a $U_w = 1,2$ W/m²K)
- Costruzione:** Profilo in PVC pigmentato in massa
- Rinforzo:** Rinforzo interno in acciaio ripiegato più volte per garantire la massima rigidità

3. FASE DI REALIZZAZIONE

3.1 Fasi di realizzazione struttura in c.a.

Rilievo topografico con Total-Station per identificare la posizione della futura struttura sul terreno

Scavo



Consolidamento del terreno

Gettata del magrone



Posizionamento dei ferri per i travi di fondazione

Posizionamento degli igloo

Posizionamento delle rete elettrosaldada

Posizionamento dei primi ferri per i pilastri



Posizionamento delle casseforme

Prima gettata a livello delle travi di fondazione



Posizionamento dei ferri per il muro perimetrale di sostegno dell'interrato

Posizionamento delle casseforme prevedendo la posizione delle future finestre

Posizionamento dei ferri per pilastri

Contenimento per i pilastri con le casseforme



Seconda gettata



Posizionamento delle casseforme per la travatura di primo solaio (solaio piano terra)



Posizionamento dei travetti e delle pignatte appoggiati su cassaforme

Posizionamento dei ferri di travi (prima i travi di spina poi i cordoli)



Posizionamento delle cassaforme per i marciapiedi (marciapiedi a sbalzo, marciapiede con laterizio, scolo per l'acqua di 20 cm)

Messa in sicurezza dello spazio con delle ringhiere provvisorie



Posizionamento dei ferri del marciapiedi prima in aggetto poi quelli poggianti sulle travi



Gettata solaio





Modello della scala

Posizionamento delle cassaformi per la scala

Posizionamento dei ferri della scala

Gettata della scala



3.2 Fasi del montaggio Struttura in legno

I giorno

Verifica della corrispondenza delle misure in cantiere con gli elaborati.

Posizionamento delle travi radice secondo l'ordine programmato dall'ufficio tecnico.

Fissaggio di pannelli osb lateralmente alle travi per mezzo di chiodi.

Fissaggio al solaio in calcestruzzo attraverso viti autofilettanti f_i 12 nei punti di contatto tra le travi secondo i sistemi di ancoraggio.



Posa della guaina impermeabilizzante di separazione tra le travi e il solaio.

Livellazione delle travi radice utilizzando piccoli cunei in legno.



Il giorno

Posizionamento autogru e rimorchio del tir.



Posizionamento e primo ancoraggio degli agganci in acciaio ai pilastri dei porticati.

Livellamento e fissaggio con le viti autofilettanti *fi 16*.



Posizionamento della prima parete secondo l'ordine stabilito dall'ufficio tecnico.

Ancoraggio alla trave radice per mezzo di viti.



Messa a piombo della prima parete in modo provvisorio attraverso un puntone di acciaio.

Posizionamento e ancoraggio di hold-down alla parete in legno ogni 60 cm (in questa fase non vengono fissati al solaio in c.a.).



Posizionamento e ancoraggio della seconda parete, adiacente alla precedente e messa in bolla.



(a questo punto è possibile rimuovere il puntone in acciaio provvisorio sulla prima parete poiché le pareti successive vengono messe in bolla ancorandole alle prime due).

Seguendo questo procedimento vengono posizionate, una di seguito all'altra, tutte le pareti fino a completamento del piano terra.



Messa in opera della guaina impermeabilizzante nello spigolo esterno della casa, questa sale di circa 30 cm lungo la parete verticale e si estende circa 20 cm lungo il solaio in c.a.



Fissaggio per mezzo di viti e bulloni dei pilastri dei porticati.

Posizionamento e fissaggio delle travi principali in appoggio ai pilastri dei portici attraverso viti autofilettanti.



Posizionamento e ancoraggio delle travi di collegamento tra le pareti già montate e la trave del portico.



III giorno

Montaggio delle travi principali ad incastro e fissaggio per mezzo di viti autofilettanti (nelle travi sono già sagomate le scanalature per l'incastro dei travetti a coda di rondine).

Montaggio travetti che vanno ad inserirsi, con le code di rondine, nelle scanalature predisposte sulle travi.





Fissaggio dei travetti per mezzo di viti autofilettanti.

(Il montaggio delle travi e dei travetti permette un'ulteriore verifica della messa a piombo della parete e del corretto posizionamento di tutti gli elementi strutturali).



Posa del perlinato a vista dal piano nell'intradosso ortogonalmente ai travetti e quindi fissaggio in corrispondenza dei travetti per mezzo di chiodi.



Viene posto poi un secondo strato di perlinato, tavolette maschiettate, sopra al precedente che viene sempre fissato per mezzo di chiodi.

Con i chiodi viene fissato un telo USB Tape, freno a vapore, che copre tutto il piano.



Ancoraggio degli hold-down alla soletta in c.a.

Viene forato il c.a. in corrispondenza dell'asola della piastra ad L. Quindi viene iniettata una resina bicomponente e, prima che faccia presa, si infila una vite con bullone che verrà poi tirato una volta che la resina si sarà solidificata.



Si crea un bordino di confinamento con un cemento a presa rapida lungo tutto lo spigolo interno del piano terra creando così una sponda solida.

Nella piccola vasca che si è creata tra lo spigolo e la sponda di cemento viene versato un calcestruzzo molto fluido che si distribuisce lungo il piano orizzontale e in tutti gli interspazi sottostanti la trave radice.



Con i pannelli di eraclit viene completato il cappotto esterno anche nei punti di giunzione delle pareti (quei punti che per praticità di montaggio non erano già stati ricoperti in azienda). Utilizzando l'OSB vengono chiusi i pilastri dei portici esterni e i punti di collegamento tra le varie pareti creando un piano uniforme che poi viene rivestito dal cappotto esterno in eraclit sul quale verrà poi fatta la rasatura con intonachino ed intonaco.

IV giorno

Montaggio della prima parete del primo piano (si procede come già fatto nel piano terra). Attraverso la gru la prima parete è posizionata e ancorata alla trave sottostante, quindi messa a piombo attraverso un puntone in acciaio. Si procede con il posizionamento della seconda parete, adiacente ed ortogonale alla precedente, quindi ancorata a alla trave sottostante e in ultimo fissata attraverso viti *fi 8* alla prima parete così da garantire la messa a piombo.



A questo punto può essere tolto il puntone di ferro nella prima parete dal momento che le due pareti creano già un angolo solido in bolla. Vengono poi fissati prima alla parete attraverso dei chiodi e

poi al piano sottostante per mezzo di viti autofilettanti gli hold-down, che saranno piastre ad L in luogo di spigoli con il piano sottostante o piastre piane (tie-down) in assenza di solaio.



Man mano che si procede con il montaggio delle pareti vengono smontati i ganci utilizzati per il sollevamento delle pareti.

Una volta completato l'assemblaggio delle pareti perimetrali si procede con il montaggio dei solai. Come già fatto nel primo piano vengono incastrati i travetti negli incassi già previsti sulle travi delle pareti, quindi fissati attraverso viti f_i 8 a queste ultime. Si procede con la posa dei due strati di perlinato e del telo USB Tape traspirante fissato con i chiodi.

Per il secondo piano si procede come già visto per gli altri due. Si posiziona la prima parete e si mette in bolla attraverso il puntone in acciaio, si fissa alla trave sottostante con viti libere e piastre in acciaio inchiodate nei giunti alle pareti. Si procede con la posa della seconda parete, la quale è fissata e messa in bolla attraverso la prima, e così via fino a chiudere tutte le pareti del secondo piano.

A questo punto vengono coperti tutti i giunti con l'OSB dove necessario e l'eraclit, creando una copertura uniforme in tutta la parete.



Si procede con il montaggio delle coperture. Posizionata la trave di colmo, si fissa nell'incasso già previsto sulla trave e di seguito si posano e assicurano tutti i travetti negli incassi già previsti.

Come per i solai si procede con la posa di uno strato di perlinato con orditura ortogonale rispetto ai travetti.



Si posa uno strato di USB Tape fissato per mezzo di chiodi.

Si posa uno strato di isolate termico ignifugo (lana di roccia) sopra tutta la copertura. Viene quindi posto un altro strato di USB Tape sopra l'isolante.



Vengono poi posti e fissati per mezzo di chiodi dei montanti che seguono intervallati di circa 40 cm nella stessa direzione dei travetti (sono questi a creare la camera d'aria per il tetto ventilato).



Si posa e assicura sempre attraverso chiodi una retina molto fine che viene posta lungo tutta la linea di gronda per impedire l'ingresso di insetti.

Si crea un piano uniforme con i pannelli OSB che vengono inchiodati ai montanti precedentemente fissati.

Si posa la guaina isolante lungo tutto il piano inclinato incollandola all'OSB attraverso la fiamma a gas.



In ultimo si posizionano le canaline e i pluviali.

(l'eraclit cotto a 400 °C, posto esternamente, ha un colore biancastro. Il celarit cotto a 300 °C, posato internamente, ha un colore grigiastro. Quest'ultimo è meno rigido del precedente per questo più adatto al passaggio degli impianti).

(Ogni parete esterna è costruita dall'interno verso l'esterno: celarit, OSB, freno al vapore USB Tepe, isolante, freno traspirante, OSB, eraclit).

V giorno

Montaggio ponteggio (effettuata da una ditta esterna)



Montaggio dei tetti più alti con lo stesso procedimento dell'tetto più basso.



Montaggio delle pareti divisorie interne.

Si procede posizionando e fissando sul solaio le travi radice. Si creano i telai che fungeranno da struttura per la parete, verificando sempre la messa a piombo. Quindi sono assicurati sia sulla piccola trave radice sia sulle travi del solaio di copertura.



Si confina la struttura di uno dei due lati utilizzando i pannelli OSB, poi si posa la lana di rocca negli interspazi interni alla parete. In ultimo si richiude la parete sempre con pannelli OSB (le pareti divisorie interne hanno la stessa strutturazione, in piccolo, delle pareti portanti perimetrali, in questo caso però vengono assemblate sul posto).





VI giorno

Montaggio canaline e pluviali.



Montaggio delle soie fissate attraverso la colla. Sono montate con una leggera pendenza verso l'esterno per facilitare lo scorrimento dell'acqua al di fuori della struttura.



Montaggio della scala interna. Preliminarmente si fissano i montanti in posizione obliqua, poiché fungeranno da appoggio per le alzate e le pedate che si realizzeranno partendo dal basso. Ogni elemento viene fissato attraverso viti autofilettanti.

4. FEEDBACK

4.1 Ricadute progettuali in seguito alla scelta del legno

Un elemento da tenere sempre presente in fase di progettazione è quello di fare sempre una valutazione a cascata dietro ogni decisione.

Per ogni singolo elemento devono quindi essere fatte almeno una valutazione puntuale e almeno una globale. È infatti essenziale arrivare in cantiere dopo uno studio a tavolino con una programmazione già definita, in modo da rendere la realizzazione del progetto un semplice assemblamento dei diversi elementi, piuttosto che ricadere negli imprevisti che portano a dilatazioni temporali sempre crescenti.

Scegliere di costruire in legno non comporta sostanziali differenze, è bene però fare attenzione ad alcuni piccoli dettagli.

La ditta costruttrice all'atto della vendita, ovviamente, rimarca solo i vantaggi di questa scelta, ma in seguito a questa decisione è bene considerare le differenze che intercorrono nella riprogettazione di quello che era un telaio pensato in c.a..

Uno di questi è la previsione delle colonne di scarico, le quali non potendo passare internamente alla parete perimetrale creano un piccolo cassone lungo la parete. Non ci sono invece problemi riguardo al passaggio di tutti gli altri impianti di sezione inferiore a 5 cm, in quanto possono essere alloggiati senza problemi nel cavedio impianti, già previsto nella parete, in legno-cemento.

Uno degli altri elementi che è bene considerare durante la progettazione è il passaggio delle canne fumarie. Necessitano, infatti, diversamente dal caso di costruzioni di tipo tradizionale di un particolare isolamento. È bene quindi considerare le maggiori dimensioni di ingombro dell'elemento, per effetto dell'isolamento, e scegliere di conseguenza i materiali adeguatamente.

Un altro particolare da considerare è il rivestimento in pietra e/o mattoni, è preferibile, infatti, utilizzare listelli o pietre ricostruite molto sottili, in modo da poter essere fissate alla parete per mezzo di colla. È possibile utilizzare anche mattoni e pietra tradizionali che andrebbero agganciati attraverso dei sostegni, ma questo comporterebbe di appesantire molto la struttura.

L'intonaco e tintura previsti sono ai minerali silossanici. Offrono una maggiore traspirazione e una maggiore idrorepellenza. È stato messo a punto un protocollo per l'intonaco del cappotto delle case in legno e non tutte le tonalità di pittura comune sono compatibili.

È preferibile scegliere quindi colori con un alto indice di riflessione (meglio se superiore a 70/80), questi però sono generalmente tinte molto leggere, è quindi importante prevedere anche le disponibilità cromatiche.

4.2 Il processo costruttivo

L'architettura e la tecnologia sono state il filo conduttore di tutta la progettazione.

La soluzione al problema è stata ottenuta proprio giocando con queste due materie, l'una in funzione dell'altra.

Data la vastità del tema, una sola fra queste, non sarebbe stata sufficiente a soddisfare le richieste del committente. Dove non è arrivata l'una si è cercato di arrivare con l'altra.

Questi due elementi, architettura e tecnologia, non sono però sufficienti per la realizzazione ultima della costruzione.

Nascono generalmente infatti, nonostante una progettazione attenta al dettaglio, delle difficoltà nelle fasi di cantiere. Ci si ritrova il problema avanti, ci si ferma, e l'unico modo per superarlo è trovare la soluzione più semplice che permetta di proseguire i lavori.

Spuntano sempre in questi momenti le divergenze tra le singole materia, probabilmente proprio per la mancanza di comunicazione tra le diverse specializzazioni, che ormai sono sempre più settoriali. Nel campo delle costruzioni, fino ad oggi infatti la tendenza è stata sempre quella della ricerca del progresso attraverso l'innovazione del singolo prodotto, dimenticando l'estrema importanza del processo che mette in connessione e coordina tutte le specializzazioni.

Oggi quindi, piuttosto che volgere sempre verso una sempre sola innovazione del prodotto, sarebbe importante concentrarsi verso una ormai necessaria innovazione del processo.

4.3 Commento all'intervista a posteriori

Durante l'intervista a Paolo Subissati è emersa la politica commerciale della sua azienda. Questa si basa non solo su un prodotto di qualità, ma anche su un continuo miglioramento del processo produttivo e realizzativo. La ricerca dell'innovazione da parte dell'azienda è incentrata soprattutto nella velocizzazione delle fasi di realizzazione dell'opera finita. Questa accelerazione del processo di realizzazione avviene sia in azienda, dove si studiano dei cicli di taglio e montaggio sempre più efficienti, sia in cantiere, dove la squadra di montaggio che conosce già ogni pezzo, segue un dettagliato schema di montaggio tempificato. Entrambe le fasi di realizzazioni sono programmate in ogni dettaglio dall'ufficio tecnico interno all'azienda.

Questa accelerazione del processo porta principalmente ad un incremento di margine per l'azienda, la quale incassa la stessa quantità di denaro, pattuita ad inizio lavori, ma "spende" un tempo inferiore rispetto a quello conteggiato in distinta base.

Una veloce ultimazione dei lavori, porta un notevole vantaggio economico all'azienda che può reinvestire in ulteriore innovazione e in attività di marketing. Di riflesso porta una considerevole soddisfazione del cliente, il quale, prevenuto da quanto avviene normalmente nell'edilizia tradizionale, vedendo concludersi in tempi molto rapidi e senza difficoltà o blocchi di alcun genere l'intero edificio, rimane piacevolmente sorpreso. Una buona customer satisfaction, quindi, innesca un passaparola positivo relativamente a questa tipologia costruttiva e all'azienda costruttrice, che genera nuove opportunità commerciali. Anche nella vendita, la riduzione dei tempi dedicati è determinata. Grazie all'utilizzo di adeguato materiale informativo e di una ben articolata showroom si riducono le domande del cliente e si superano gran parte delle obiezioni in pochi appuntamenti. Ciò consente di realizzare nel tempo un numero sempre maggiore di contratti e di costruzioni, che porta ad un ulteriore margine da reinvestire.

La ricerca della velocità e dell'efficienza, che però non va a trascurare in nessun modo le eccellenti caratteristiche del prodotto, è quindi una politica tecnico commerciale che può considerarsi un ottimo esempio di innovazione del processo di realizzazione.

CONCLUSIONE

Ciò che ho imparato è che il progetto di costruzione è l'attuazione pratica di un'idea progettuale in cui immaginazione, inventiva e consapevolezza tecnica convergono. La qualità di ogni scelta progettuale e la definizione del processo realizzativo sono fondamentali fattori di successo del progetto.

Nella messa in opera del progetto, la tecnologia dell'architettura, diventa una disciplina che permea tutte le fasi del processo edilizio, configurandosi come indispensabile mezzo di coordinamento tra differenti competenze specifiche. Da un lato serve a studiare i processi di produzione e gestione dell'ambiente costruito, dall'altro i prodotti di tali processi ovvero la costruzione, sia nell'insieme che nei singoli componenti.

Il progetto di costruzione e la tecnologia dell'architettura devono poter comprendere gli aspetti organizzativi, culturali e tecnici delle costruzioni, guardando ai processi e ai prodotti in modo integrale.

In questo fondamentale dialogo tra progetto, tecnologia ed esecuzione tecnica ho evidenziato lacune più di tipo culturale che professionale. Gli attori che sono intervenuti hanno manifestato, infatti, profonde conoscenze individuali, ma limitate al loro specifico settore di competenza.

E' emersa forte, in tutte le fasi del processo, l'esigenza di una figura che superi i tradizionali compiti di un direttore dei lavori, qualcuno capace di interloquire con committenti e fornitori per interpretarne le esigenze al fine di tradurle in termini di realizzazione e gestione del progetto da costruire. La progettazione e la realizzazione di un edificio, infatti, non devono essere pensate come fasi sconnesse, ma come l'una l'evoluzione dell'altra.

La soluzione può essere ricercata nella figura di un professionista in grado di gestire tutto il processo. Il *project management* che nella sua definizione (l'insieme di attività volte alla realizzazione degli scopi/obiettivi di un progetto) evidenzia un cambio culturale rispetto al mero ruolo di direzione dei lavori.

In generale, un progetto, con una data di partenza e una di completamento, è uno sforzo delimitato nel tempo diretto a creare dei prodotti e/o risultati specifici che comportano dei benefici o del valore aggiunto al committente/cliente.

La sfida principale del *project management*, dunque, deve essere quella di raggiungere gli obiettivi del progetto restando all'interno dei vincoli dati dal contesto e dal committente, solitamente le normative, il costo, il tempo e la qualità. In secondo luogo è necessario ottimizzare quella che nelle

scienze economiche è detta *Asset allocation* (gestione delle risorse) al fine di raggiungere gli obiettivi definiti.

Il *project manager*, è un professionista con una conoscenza progettuale, tecnica e tecnologica a 360° che risolve i problemi e mitiga i rischi che ciascun progetto, in misura diversa, incontrerà lungo la sua strada.

Il project manager (o mediatore tecnico) deve assumere, dunque, un ruolo di gestione operativa. Una figura con la responsabilità della valutazione, pianificazione, realizzazione e controllo del progetto. Il P.M. deve assicurare il rispetto delle normative, dei costi, dei tempi e della qualità concordati, più qualcosa di nuovo che l'evoluzione tecnologica e la forte specializzazione delle varie figure professionali sta imponendo: la gestione del processo.

Ciò che ho potuto verificare nella mia limitata esperienza è soprattutto questo ultimo aspetto: a fronte dei grandi passi avanti fatti dalla progettazione costruttiva e dalla tecnologia architettonica, non c'è stata un'adeguata innovazione di processo dall'idea, alla realizzazione, alla misurazione del risultato.

Vivendo il paradosso della globalizzazione, dove ogni singolo è specialista e innovatore nella sua area di competenza, manca una figura poliedrica che sia aggiornata e formata nei diversi campi di realizzazione di un progetto di costruzione, che sappia armonizzare, mediare, studiare la soluzione migliore mettendo in un dialogo concertato tutte le professionalità coinvolte.

Il *project manager* deve, allora, conoscere le tecnologie e coordinare, collegare e connettere tutti gli attori di un progetto.

In sintesi, auspico l'avvio di un nuovo percorso di ricerca incentrata sull'innovazione di processo. Attraverso meccanismi codificati e verificabili, le fasi di un progetto di costruzione e la tecnologia dell'architettura contribuirebbero, a mio parere, a un reale sviluppo della qualità delle costruzioni, ad un'ottimizzazione dei costi, alla sostenibilità e al soddisfacimento delle aspettative della committenza.

Non è quindi utile una sfrenata ricerca di innovazione del prodotto se questa non è accompagnata da un'adeguata innovazione del processo di realizzazione.

BIBLIOGRAFIA

- Lemma Massimo. *Qualità e sicurezza negli edifici*, Ed. Il Sole 24 ORE S.p.A., 2008
- Lenci Stefano, Consolini Laura. *Percorsi per un metodo progettuale tra forma e struttura*, ARACNE editrice s.r.l., Roma, 2007
- Bonelli Giulia. *Tecnologia dell'architettura*, Università degli studi di Napoli Federico II, 2010

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il Prof. Ing. Luca Guardigli per l'opportunità datami di poter eseguire questo lavoro a me particolarmente caro.

Desidero ringraziare Giugiù, Mamma e Papà, semplicemente di tutto.
Se infatti oggi sono qui, è solo grazie a loro.

Desidero ringraziare tutta la mia famiglia, i miei nonni, i miei zii, i miei cugini, i miei nipotini, Francesco e Domenico che mi sono sempre accanto.

Desidero ringraziare tutti gli amici che mi hanno incoraggiato e con cui ho vissuto e condiviso gioie e dolori in questi anni.