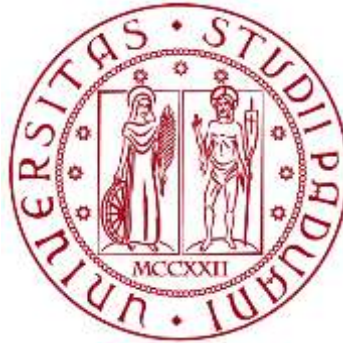


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



TESI DI LAUREA

**Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo
pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile**

**n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sports
center in Vas: a sustainable economic solution**

Relatore:
Chiar.mo **PROF. ROSSANA PAPARELLA**
Correlatori:
Chiar.mo **PROF. MAURO CAINI**

Laureando: **LUIGI BOSO**
Matricola: **2021297**

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

*Una buona soluzione in architettura
esprime sempre con evidenza
il problema da cui muove.
Il suo problema, la sua ragione di essere.*

G. Grassi.

Sommario

<i>Introduzione</i>	4
1. <i>Il contesto normativo per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici</i>	7
1.1 Gli edifici n.Z.E.B.	7
1.2 Principi di calcolo	9
1.3 Alcune criticità	12
1.4 Valutazioni	16
2. <i>Analisi della struttura esistente</i>	17
2.1 Inquadramento generale	17
2.2 Stato dei luoghi	19
2.3 Caratteristiche e criticità	22
2.3.1 sicurezza sismica	22
2.3.2 gli ambienti	23
2.3.3 l'illuminazione.....	25
2.3.4 l'impianto termoidrosanitario	26
3. <i>Il progetto di riqualificazione</i>	28
3.1 Premessa	28
3.2 La riqualificazione energetica nZEB e gli interventi previsti	30
3.3 Gli interventi	33
3.3.1 coibentazione delle pareti	33
3.3.2 coibentazione palestra.....	34
3.3.3 coibentazione della copertura piana.....	35
3.3.4 controsoffitto della palestra	35
3.3.5 controsoffitto locale spogliatoi e zona spettatori	36
3.3.6 pavimentazioni	37
3.3.7 sostituzione dei serramenti e oscuranti	38
3.4 Gli impianti e la termoregolazione degli ambienti	41
3.4.1 impianto di riscaldamento	41
3.4.2 impianto idrico-sanitario.....	42
3.4.3 sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni.....	42
3.4.4 riepilogo degli interventi di riclassificazione nZEB	43
4. <i>Le problematiche strutturali e la loro risoluzione</i>	44
4.1 La zona palestra	44
4.2 Le zone pubblico e spogliatoi	47
4.3 La modellazione F.E.M.	48
4.4 La modellazione dello STATO DI FATTO	50
4.4.1 I materiali.....	51

4.4.2 Spettri di risposta.....	52
4.4.3 Combinazioni di carico.....	53
4.5 La modellazione dello STATO DI PROGETTO	54
4.5.1 Il carico vento.....	55
4.5.2 Materiali e spettro di risposta del progetto	56
4.5.3 I risultati	57
5. <i>Gli strumenti di finanziamento dell'opera</i>.....	62
5.1 Il contesto normativo.....	62
5.2 Il Piano Operativo Regionale e il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.....	64
5.2 Il Conto termico 2.0.....	67
5.2.1 Il Calcolo dell'incentivo	71
5.3 Value for Money.....	77
6. <i>Conclusioni</i>.....	83
<i>Elenco degli allegati di progetto</i>	<i>89</i>
<i>Normativa</i>	<i>90</i>
Legislazione nazionale.....	90
Norme UNI	91
<i>Bibliografia</i>	<i>93</i>
<i>Sitografia</i>	<i>96</i>

Introduzione

Il presente lavoro tratta la riqualificazione energetica n.Z.E.B. di un edificio a destinazione sportiva nel comune di Quero Vas (BL), il contestuale adeguamento sismico e l'integrazione progettuale di nuovi spazi funzionali necessari a rendere la struttura omologata secondo le normative CONI.

L'interesse per questo tipo di intervento deriva dal recente mutamento del panorama nazionale in materia di finanziamenti per strutture pubbliche, che porta l'attenzione sulla riduzione della spesa *corrente* in luogo di quella in *conto capitale*.

Per attuare questa strategia economica, finora poco diffusa, l'Amministrazione comunale ha deciso di intervenire sull'attuale impianto sportivo di Vas con gli strumenti contributivi previsti a livello nazionale e regionale oltre ad una preanalisi di *Value for Money* basata sulla alternativa negoziale tramite project financing. In particolare, per accedere all'incentivo del *Conto Termico 2.0*, la progettazione ha richiesto di adeguare i valori e criteri di dimensionamento del modello energetico previsti per un edificio di tipo *nZEB* (*nearly Zero Energy Building*), aspetto che ha comportato alcune difficoltà nell'ingegnerizzazione trattandosi di struttura esistente. Il processo di progettazione ha preso avvio alla fine del 2020 e trattandosi di *riqualificazione* e non di *nuova costruzione* la struttura non rientra negli obblighi previsti dall'*art. 5 del D.L. 63/2013*, convertito in *Legge n° 90/2013* che a partire dal 31 dicembre 2018 vincola le Amministrazioni alla realizzazione di edifici *nZEB* per le nuove costruzioni. Si evidenzia che dal primo gennaio 2021 l'obbligo si estende anche agli edifici sottoposti a *ristrutturazione rilevante* come nel caso in oggetto. Tale situazione che al 2020 non presentava aspetti di cogenza normativa, è stata invece volutamente inserita in un contesto di progettazione sostenibile per potere beneficiare degli incentivi e permettere all'Amministrazione di Quero Vas di realizzare l'opera pur non disponendo dell'intera somma nel capitolo di spesa del *Piano triennale delle Opere pubbliche*. Ad inizio 2020 è stato aggiornato l'elenco annuale con l'indicazione dei mezzi finanziari stanziati sullo *stato di previsione* contenente gli incentivi derivanti dal *Conto Termico 2.0* per gli aspetti energetici e un finanziamento derivante dai fondi europei *POR FESR 2014-2020* per quanto riguarda il miglioramento sismico.

Nella costruzione del quadro economico l'Amministrazione comunale ha tenuto ben presente la possibilità di cumulo dei diversi incentivi, che avendo natura diversa hanno permesso la loro aggregazione, portando di fatto ad una partecipazione limitata e sostenibile della quota di parte pubblica.

A riguardo di questa ultima somma, l'Amministrazione ha deciso di operare con un mutuo a *tasso zero*, erogabile dall'*Istituto di Credito Sportivo Italiano*, esclusivamente con il vincolo del rispetto dimensionale degli spazi di gioco e dei locali accessori degli atleti ed arbitri secondo le norme del CONI. Questa situazione, subentrata a progettazione avviata, ha richiesto un'ulteriore revisione di alcuni aspetti già definiti, in particolare le altezze di gioco e il ridimensionamento delle aree funzionali, garantendo contestualmente il necessario equilibrio dei parametri energetici necessari al rispetto dei limiti normativi per un edificio nZEB, oltre al miglioramento sismico degli elementi strutturali esistenti.

Le soluzioni progettuali perseguite, le valutazioni di merito e le scelte necessarie a bilanciare i numerosi e complessi aspetti dell'opera sono a seguito descritte a partire dalla situazione di fatto e sono il risultato di una concertazione derivante da un processo partecipativo tra Amministrazione, progettista e stakeholder del territorio.

Questo processo è significativo anche nell'ambito degli obiettivi inseriti all'interno del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza 2021 sulla base del quadro finanziario pluriennale europeo 2021-2027. Il PNRR prevede all'interno della *Missione 2* la componente *Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici* che, a differenza del passato, non dovrà essere una semplice risposta alle esigenze di patrimonio pubblico, ma dovranno essere realizzati e riqualificati quegli edifici che realmente hanno carattere di sostenibilità, non solo energetica, ma anche economica, di gestione e di provata utilità sociale.

In generale l'utilizzo di risorse economiche per migliorare le opere esistenti deve quindi essere considerato come un'azione che si affianca alle tradizionali procedure progettuali. A questo proposito le recenti indicazioni contenute nel D.lgs 50/2016 e s.m.i. hanno assunto un valore strategico ai fini del contenimento della spesa legata alla realizzazione di opere pubbliche. La figura del progettista in Italia rientra in un quadro normativo ancora tradizionale, delegando di fatto l'Amministrazione alla scelta di operatori tecnici *esperti* per lo più sulla base di offerte al ribasso piuttosto che di procedure di gara economicamente più vantaggiose in cui valorizzare la competenza e il knowhow

progettuale. La situazione è ancora radicata nelle piccole realtà, non tanto per volontà propria, quanto piuttosto per la mancanza di formazione delle figure amministrative apicali che perseguono le tradizionali forme di individuazione dei professionisti, più veloci e solide dal punto di vista normativo, ma slegate da percorsi di eccellenza ormai necessari a garantire la sostenibilità degli interventi.

La descrizione che segue, è il risultato del lavoro svolto in un anno, in cui a partire dalla volontà dell'Amministrazione di realizzare un'opera di riqualificazione realmente sostenibile, si sono aggiunti aspetti di ingegneria economica ed armonizzazione delle fonti normative europee, nazionali e regionali che permettono il finanziamento del progetto.

1. Il contesto normativo per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici

1.1 Gli edifici n.Z.E.B

Da molti anni, con riferimento al contesto internazionale delle costruzioni a basso consumo energetico, si è sperimentato e realizzato un tipo di edificio che potesse, per quanto possibile, bilanciare l'equilibrio tra l'energia fornita dalle fonti tradizionali e rinnovabili e i consumi dovuti all'utilizzo; di fatto la base dei vari protocolli che trattano edifici sostenibili comprende due aspetti fondamentali: l'impianto e l'involucro.

Esistono diverse correnti ingegneristiche di pensiero che pesano diversamente il rapporto tra le strategie energetiche passive e quelle di produzione efficiente di energia. In termini generali, nei Paesi posti geograficamente più a nord, la mitigazione delle dispersioni energetiche tramite involucri performanti assume un'importanza fondamentale nella progettazione, con la realizzazione di coibentazioni di notevole spessore che necessariamente devono essere abbinate a sistemi di ventilazione meccanica controllata per il corretto controllo dell'umidità interna all'edificio e delle condizioni di benessere. E' il caso del protocollo Passive House che è nato in Germania. In Paesi dove il clima è meno rigido, come in Italia, pur essendo presenti delle sperimentazioni basate su principi analoghi, si è preferito da sempre un approccio orientato a dare importanza alle fonti di produzione energetica rinnovabili abbinate ad involucri performanti, ma non quasi adiabatici. Piuttosto si è consolidata negli anni una letteratura tecnica significativa sulle tecniche di risoluzione dei ponti termici, aspetto di forte criticità presente in particolare sugli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti.

Esistono poi dei protocolli energetici di carattere volontario che si occupano di edifici a basso consumo che prevedono il solo utilizzo di tecnologie costruttive a secco, come la certificazione ARCA per gli edifici in legno. Questo tipo di certificazione è nata in Trentino Alto Adige a seguito della realizzazione del primo edificio in legno alto sette piani, che nel 2007 resistette alla simulazione di un terremoto di magnitudo 7,2 su scala Richter e all'incendio di un'ora. In seguito, il sistema di rating è stato implementato mutuando alcuni aspetti dal sistema LEED e quindi implementando crediti di premialità che fossero migliorativi rispetto alle prestazioni delle normative cogenti, in ambito

simico, energetico, di innovazione e filiera. In questo caso va ricordato che la provincia di Trento ha un proprio Organismo autonomo di certificazione energetica denominato *Odatech*, slegato dal modello nazionale e che gestisce anche la certificazione ARCA, integrando gli aspetti di certificazione energetica già all'interno di tale protocollo.

Queste certificazioni, assieme ad altre leve progettuali di eccellenza, rappresentano degli esempi significativi di realizzazioni che vanno oltre i requisiti minimi energetici richiesti, ma avendo carattere volontario sono di fatto limitate a piccole percentuali del mercato edilizio e quasi trascurabili nel contesto economico globale del settore delle costruzioni in Italia.

Per quanto riguarda il panorama nazionale, anche se con tempi più dilatati e con riferimento iniziale orientato alla Pubblica Amministrazione, il panorama normativo della efficienza energetica degli edifici prende formalmente avvio con il pacchetto di Direttive Europee definite dall'acronimo EPBD (Energy Performance Building Directions) nel 2010. In particolare, l'articolo 9 dell'EPBD 31/2010 riporta che:

- *entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero;*
- *entro il 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero;*

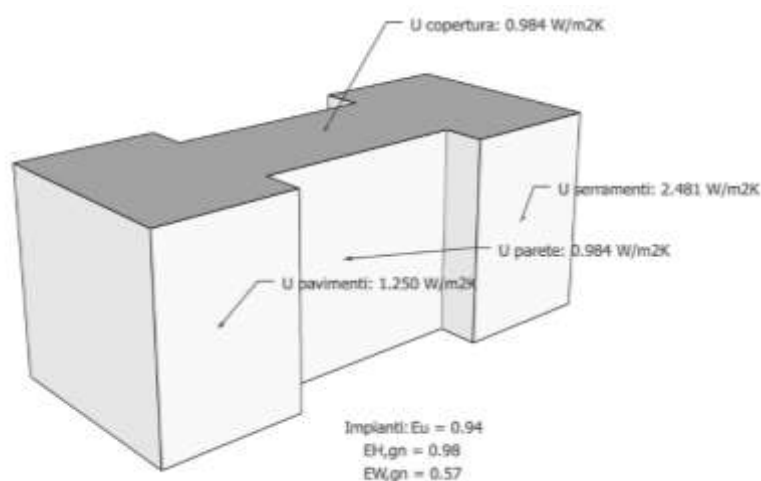
La direttiva è stata recepita in Italia con il D.L. 63/2013, convertito in legge nel 2013.

A seguito dell'adozione della normativa, vi è l'obbligo della realizzazione di edifici *nZEB* a partire dal primo gennaio 2019 per gli edifici pubblici di ***nuova realizzazione***, mentre dal primo gennaio 2021 l'obbligo è esteso anche agli edifici oggetto di ***ristrutturazione importante di primo livello***, pubblici e privati. In tale contesto va evidenziato che le regioni Lombardia ed Emilia Romagna hanno anticipato lo scenario temporale con proprie deliberazioni.

1.2 Principi di calcolo

Per verificare che i requisiti di legge per un edificio nZEB siano soddisfatti, è necessario confrontare gli indici di prestazione dell'edificio oggetto di intervento, denominato *edificio reale* con i medesimi valutati per un edificio detto di *riferimento*. Il D.M *Requisiti minimi* 26/06/2015 lo definisce nell' Appendice A dell'Allegato 1 come: *un edificio identico in termini di geometria, orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati.*

EDIFICIO REALE



EDIFICIO DI RIFERIMENTO

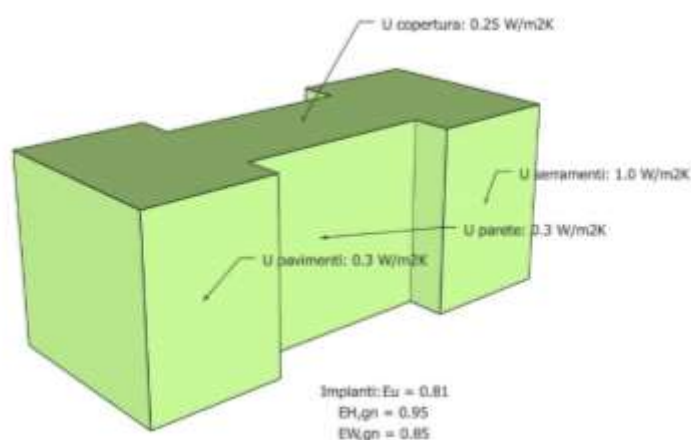


Fig. 1.1 esempio di eidotipo di modello di calcolo e confronto con edificio di riferimento

Oltre alle caratteristiche dell'involucro, l'edificio di riferimento deve presentare i medesimi dati per le tipologie di impianti. Per le trasmittanze degli elementi opachi e trasparenti, l'edificio di riferimento va progettato con i valori indicati nel D.M. 26.06.2015.

Zona climatica	U [W/m ² K]				
	Strutture opache verticali vs esterno, ambienti non climatizzati, terreno	Strutture opache orizzontali o inclinate copertura vs esterno, ambienti non climatizzati	Strutture opache orizzontali pavimento vs esterno, ambienti non climatizzati, terreno	Chiusure trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensive di infissi, vs esterno e ambienti non climatizzati	Strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti
A e B	0,43	0,35	0,44	3,00	0,8
C	0,34	0,33	0,38	2,20	0,8
D	0,29	0,26	0,29	1,80	0,8
E	0,26	0,22	0,26	1,40	0,8
F	0,24	0,20	0,24	1,10	0,8

Fig. 1.2 valori di trasmittanza U dell'edificio di riferimento

Si evidenzia come i valori indicati nella tabella soprastante siano comprensivi dei ponti termici, aspetto significativo in edifici particolarmente complessi nelle forma architettonica. Analogamente alla valutazione dell'involucro, per gli edifici nZEB gli impianti devono rispettare efficienze medie previste per l'edificio di riferimento. In particolare per la climatizzazione invernale, estiva e la produzione di ACS devono essere utilizzate efficienze medie η_u per l'erogazione, la distribuzione, la regolazione e i sistemi di accumulo.

Efficienza η_u	Servizio		
	Riscaldamento	Raffrescamento	ACS
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aerea	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

Fig. 1.3 valori di efficienza dei sottosistemi di utilizzazione

Vi sono due aspetti significativi nel processo progettuale che riguardano l'involucro e l'impianto previsto per l'edificio. Con riferimento all'*Allegato 1* di cui al D.M., vi è la necessità di eseguire le verifiche di condensa superficiale ed interstiziale secondo quanto prescritto dalla norma tecnica UNI EN ISO 13788 per le strutture opache. Per raggiungere i valori previsti del coefficiente medio globale di scambio termico $H'T$ è necessario porre molta attenzione sul comportamento della struttura durante le fasi riscaldate; contestualmente va verificato il rapporto di forma che incide nel calcolo in funzione della zona climatica di riferimento. Si riporta la tabella dei valori previsti nella più recente revisione della normativa espressi in W/m^2K .

Rapporto di forma (S/V)	Zona climatica				
	A e B	C	D	E	F
$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Rapporto di forma (S/V)	Zona climatica				
	A e B	C	D	E	F
Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Fig. 1.4 valori del coefficiente $H'T$

Il secondo aspetto, di fondamentale importanza nel progetto nZEB, riguarda le verifiche dell'impianto previsto. E' richiesto di determinare gli indici di prestazione energetica utile per riscaldamento e raffrescamento $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ e di prestazione globale energetica $EP_{gl,tot}$. La differenza tra un edificio nZEB standard e un edificio nZEB ottimamente

progettato sta proprio nel corretto bilanciamento di questi parametri, al di là del raggiungimento dei requisiti minimi di normativa. Un valore elevato di dispersioni dovute a superfici troppo esposte, combinate ad un'eccessiva ventilazione durante il periodo invernale, possono apparentemente giustificare un corretto comportamento estivo e viceversa. Il risultato potrà essere il raggiungimento del requisito nZEB senza però garantire il giusto comfort per tutti i periodi dell'anno ed in generale questo aspetto tenderà ad essere più presente in strutture di grandi dimensioni.

Va inoltre tenuto in conto l'obbligo di utilizzo delle fonti rinnovabili così come previsto dall' *Allegato 3* del D.lgs 28/2011, che la normativa individua come *integrazioni* per la produzione di energia termica secondo le seguenti percentuali:

- almeno il 50% per acqua calda sanitaria (ACS)
- almeno il 50% per acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento.

1.3 Alcune criticità

Come è stato esposto finora, la progettazione di un edificio nZEB dal punto di vista analitico non presenta particolari difficoltà, trattandosi di ottemperare i requisiti normativi e raggiungere i valori previsti per l'edificio di riferimento, ma contestualmente per raggiungere un risultato eccellente è necessario andare oltre l'applicazione di semplici procedure di calcolo ed operare con cura ed attenzione nella scelta della strategia progettuale. Ogni edificio presenta aspetti e caratteristiche che lo rendono unico e come un vestito sartoriale, necessità di prove e valutazioni diverse, a volte numerose, prima di individuare il percorso progettuale più indicato, sia per scelta di materiali che per caratteristiche degli impianti. Oltre a questo si deve tenere in conto della gestione e manutenzione futura, aspetto economico molte volte sottovalutato in opere di dimensioni importanti. Di base si tratta di trovare un equilibrio tra l'utilizzo di vettori energetici che facciano ricorso per la maggior parte a fonti rinnovabili e il corretto dimensionamento delle stratigrafie opache, risolvendo i ponti termici presenti e rendendo di fatto l'involucro un elemento continuo. La componente soggettiva è di norma sempre presente e dipende dalla sensibilità del progettista e dalla sua propensione a privilegiare l'aspetto passivo oppure un uso significativo di fonti energetiche rinnovabili. All'interno di questo contesto

vi sono delle criticità ricorrenti che, sulla base dell'esperienze rilevate, molto spesso determinano la vera riuscita del progetto o una sua realizzazione mediocre, se pur conforme al protocollo *nZEB*.

La prima criticità, evidente in molti progetti di elevata complessità architettonica, riguarda la presenza e relativo posizionamento di superfici vetrate e schermature solari. Le stesse andrebbero valutate in maniera accurata già in fase di progettazione architettonica, ma in alcuni casi un approccio non orientato alla progettazione integrata separa anche concettualmente la visione dell'architetto dalle esigenze energetiche e porta a rincorrere le criticità da parte del progettista energetico, piuttosto che a considerarle già in fase di studio preliminare al progetto. Questa situazione è evidente soprattutto in piccoli studi, dove non è possibile avere in sede tutte le figure che richiede un approccio multidisciplinare come quello di un edificio *nZEB* e quindi si opera esternalizzando le prestazioni specialistiche, molto spesso in fase avanzata di progettazione architettonica e strutturale. In questo caso si è riscontrato più volte l'utilizzo della normativa di calcolo più permissiva tra quelle applicabili, che pur risolvendo "*sulla carta*" le questioni di raggiungimento dei parametri previsti, incide negativamente sulla prestazione reale dell'edificio. Per gli edifici *nZEB* ad oggi è possibile utilizzare indifferentemente la norma UNI TS 11300 oppure la più performante UNI EN ISO 52016 in vigore dal 2018. La prima si riferisce ad una prestazione energetica dell'edificio in condizioni *quasi stazionarie*, assumendo la condizione del valore di temperatura in un periodo di trenta giorni, che si considera il medesimo nell'arco delle 24 ore; se male applicato, questo metodo di calcolo può produrre risultati non sempre veritieri in presenza di apporti gratuiti importanti. La seconda prevede un calcolo di tipo dinamico che in condizioni di raffrescamento determina i risultati su base oraria. E' evidente che una definizione puntuale delle condizioni al contorno si avvicina all'effettiva situazione degli ambienti dell'edificio, in particolare nei mesi più caldi dell'anno. L'utilizzo di questa norma si lega inoltre a protocolli di bioclimatica che trovano applicazione nel progetto delle geometrie di schermature degli edifici per i solstizi di riferimento, estivo ed invernale del 21 giugno e 21 dicembre.

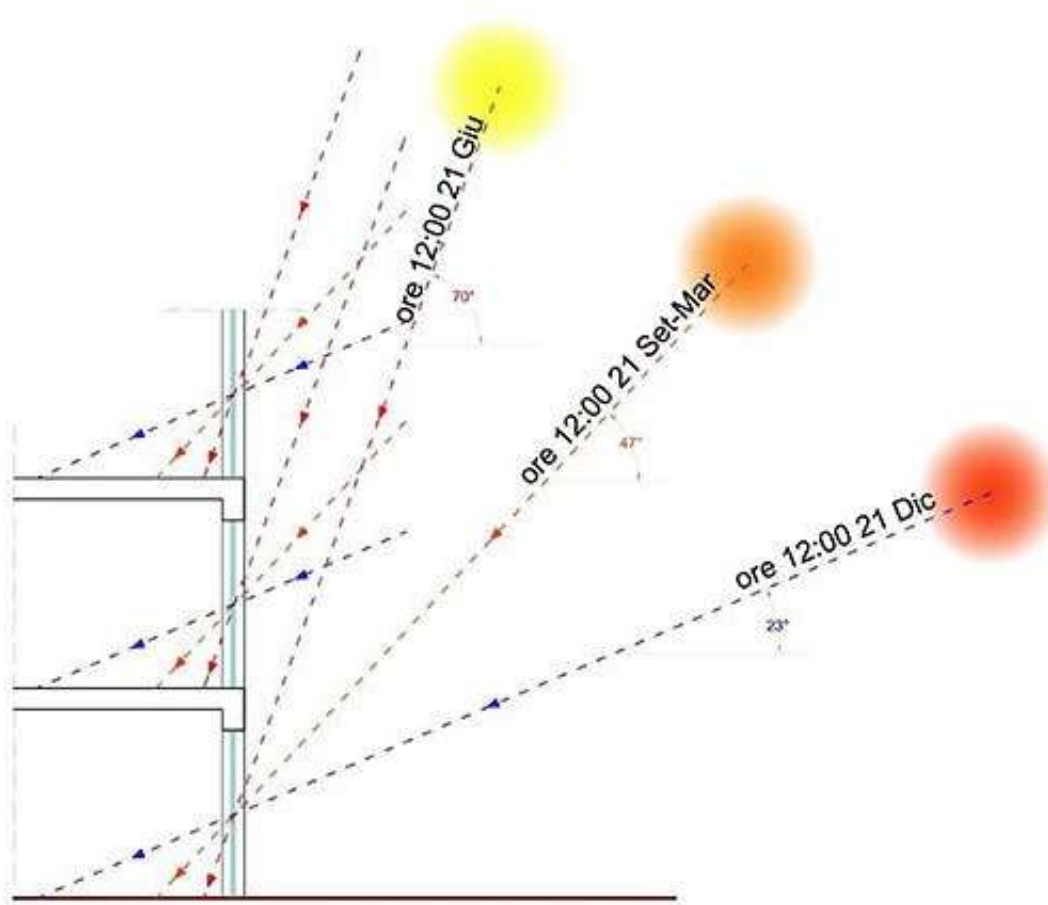


Fig. 1.5 percorso solare in relazione alla facciata di riferimento

Un ulteriore elemento di attenzione che riguarda l'intero processo, dalla progettazione alla realizzazione di un edificio nZEB, riguarda l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi secondo il D.M. 11 ottobre 2017 che riporta l'obbligo per le Pubbliche Amministrazioni di includere criteri di valenza ambientale indicati dall'acronimo CAM. Il contenuto della norma deriva da linee guida europee ed in particolare si rifà a quanto previsto per la redazione dei PAESC SEAP, Piani di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima che legano le Amministrazioni aderenti al Covenant of Mayors ed a ridurre l'impatto ambientale in tutti i processi di trasformazione energetica, compresa l'edilizia pubblica. Gli stessi criteri sono definiti nel Piano di Azione per la Sostenibilità Ambientale dei Consumi della Pubblica Amministrazione.

L'elenco che li comprende è formato da circa 20 voci che riguardano anche i servizi oltre che i prodotti. Per quanto riguarda il settore dell'edilizia devono essere perseguiti nell'affidamento della progettazione e dei lavori, sia per ristrutturazione che per nuove costruzioni. Per un edificio di tipo nZEB e per le sue prestazioni energetiche, si fa riferimento alla tabella sottostante.

Requisito	Nuova costruzione Ristrutturazione importante di I livello	Ristrutturazione importante di II livello Riqualificazioni energetiche involucro
allegato 1 par.3.3 punto 2 lett. b) del D.M. 26 giugno 2015, anticipando i limiti attualmente previsti per il 2019	X	
appendice B del D.M. 26 giugno 2015 tabelle 1-4, verifica dei valori minimi di trasmittanza, anticipando i limiti attualmente previsti per il 2019		X
capacità termica areica interna periodica (Cip) ⁽²⁾ : per le strutture opache dell'involucro esterno almeno 40 kJ/m ² K	X	X ⁽¹⁾
Temperatura operante estiva massima ⁽²⁾⁽³⁾ :	X	X

Fig. 1.6 Requisiti dei criteri ambientali minimi per edifici della P.A.

Oltre a questo, al paragrafo 2.3.3. il DM 11 ottobre 2017 richiede l'utilizzo maggiorato di almeno il 10% delle fonti rinnovabili rispetto alle indicazioni del D.lgs 28/2011, delegando al progettista la discrezionalità nella scelta delle fonti, ma vincolandolo di fatto ad un utilizzo significativo. Le recenti esperienze di edilizia per la P.A. rilevano che l'applicazione dei CAM trova le principali criticità nel passaggio dal progetto alla realizzazione esecutiva. Tale situazione è ben nota agli stakeholder del settore che da sempre cercano la mediazione tra impresa costruttrice, progettista ed Amministrazione committente. Infatti, per quanto riguarda i materiali coibenti, molto spesso quanto indicato nel Computo metrico e nella voce descrittiva di supporto viene disatteso in luogo di un prodotto con *caratteristiche equivalenti*. Questo significa che prodotti con spessori e trasmittanze analoghi a quanto previsto possono essere sostituiti per impossibilità di reperire il prodotto originale, aspetto previsto nel capitolato prestazionale e nello stesso Codice degli appalti. E' in tale delicato passaggio che spesso vengono disattese alcune

indicazioni di scheda tecnica per quanto riguarda il riciclo o recupero futuro dei materiali, aspetti che passano in secondo piano rispetto alle tempistiche di cronoprogramma previste. Dal punto di vista normativo la situazione è al momento difficilmente risolvibile in Italia, proprio per la complessità che deriva dall'ordine delle fonti che afferisce al Codice degli appalti. Alcune commissioni tecniche del MISE prospettano la creazione di un abaco di materiali coibenti con LCA certificato a cui fare riferimento, ma l'ANCE si è recentemente opposto a questa soluzione prospettando una situazione di oligopolio che di fatto escluderebbe dal mercato le aziende produttrici più piccole.

1.4 Valutazioni

Le considerazioni fino a qui esposte evidenziano come la realizzazione di un edificio nZEB, dal progetto alla situazione *as built*, sia un processo complesso, ma comunque con difficoltà affrontabili, in quanto la normativa permette ampia discrezionalità al progettista. E' parere dello scrivente che la formazione continua dei progettisti, il confronto con realtà di eccellenza, anche estere e la ricerca sperimentale, siano la migliore soluzione per orientare le procedure progettuali verso soluzioni adeguate alla realtà dell'edificio ed al suo uso efficiente durante tutto l'anno. Diversamente in futuro, pur se con un significativo miglioramento della qualità edilizia nella P.A., soffriremo il divario con altre nazioni europee che già in questo momento perseguono protocolli di pareggio del bilancio energetico negli edifici ad uso collettivo.

2. Analisi della struttura esistente

2.1 Inquadramento generale

L'impianto sportivo attuale è situato in via Case Sparse del comune di Quero Vas nella località di Vas. L'immobile è identificato catastalmente al foglio n. 17, particella 713, subalterno 1 nel C.C. Vas.

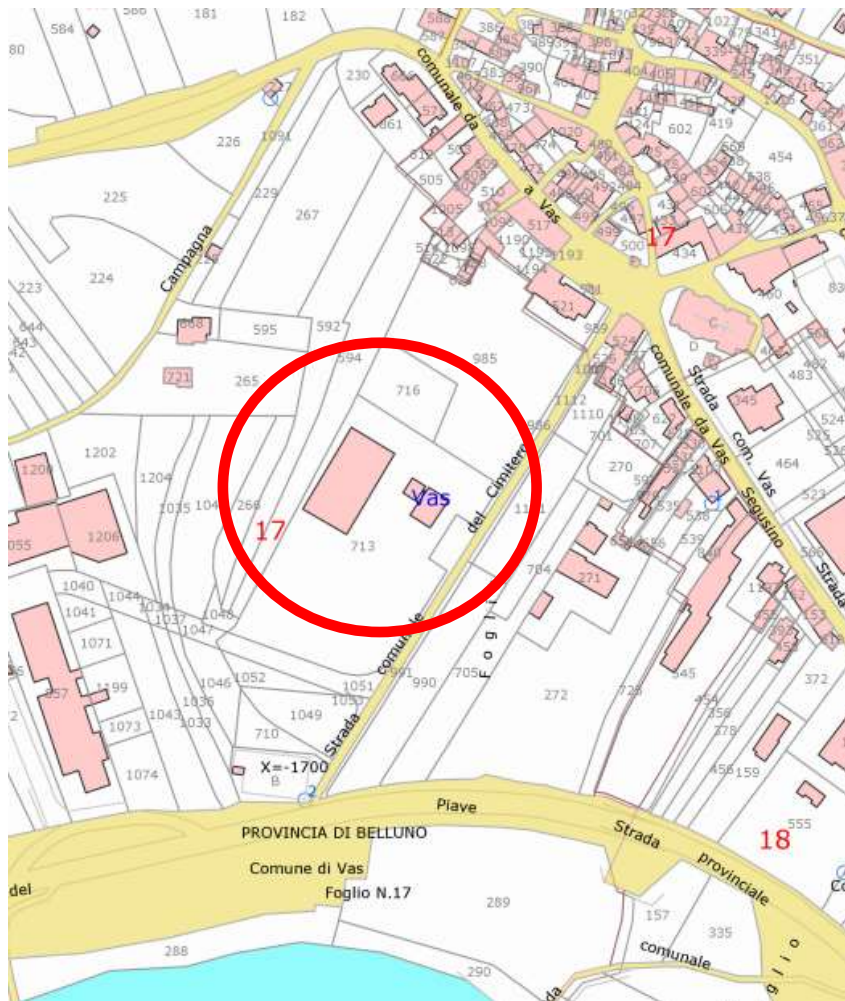


Fig. 2.1 estratto mappa catastale

L'edificio ricade in Z.T.O. "F2" – Aree attrezzate a parco, gioco, sport.



Fig. 2.2 estratto P.R.G.

2.2 Stato dei luoghi

L'impianto sportivo di Vas risale a metà degli anni '70, anche se fino al 2010 è stato oggetto di graduali miglioramenti; si compone di due strutture funzionali: la porzione adibita alle attività sportive, costituita da un volume con altezza necessaria allo svolgimento delle discipline del tennis e del calcetto, oltre ad attività aerobiche tradizionali; la seconda struttura è adibita a spogliatoi, in cui sono ubicati i servizi igienici necessari agli atleti, sia per la preparazione all'entrata in campo, sia per il termine delle attività.

La parte adibita a gioco è costituita da una tensostruttura con centine in legno e copertura semicilindrica in membrana di poliestere spalmata PVC.

Gli spogliatoi costituiscono un blocco esterno a sé stante in muratura in laterizio semipieno e copertura in legno con manto in tegole. In generale la struttura si presenta in buone condizioni, ma presenta numerose criticità minori. La problematica maggiore è rappresentata dalla distribuzione funzionale degli ambienti sportivi e di quelli logistici, come ad esempio gli spogliatoi e docce; questi locali si trovano fisicamente separati dal luogo di gioco, non consentendo agli atleti un passaggio protetto e soprattutto alla medesima temperatura ambiente, in quanto per raggiungere tra di loro le strutture è necessario uscire all'aperto. Una seconda criticità riguarda i consumi di riscaldamento che sono molto elevati ed economicamente rilevanti nella gestione dell'impianto sportivo. Tale aspetto è quello più sentito dall'Amministrazione e motivo per cui si è avviata la presente progettazione per il raggiungimento del protocollo di *"Edificio ad energia quasi zero nZEB"*. Sono presenti criticità anche per quanto riguarda l'illuminazione dell'area di gioco, sia in termini di percezione visiva, sia di consumi molto elevati dei fari alogeni. In generale la parte impiantistica risulta quella con minore efficienza a causa anche della diversa modalità di produzione del calore per i due blocchi edilizi. Dal rilievo effettuato sono emerse alcune situazioni puntuali di ammaloramento, in particolare dell'edificio che ospita gli spogliatoi. In conclusione, pur essendo la struttura funzionante e non presentando gravi problematiche, la somma delle molte criticità rilevate, anche in termini di conduzione economica della struttura, ha portato a valutare positivamente un intervento di riqualificazione globale in luogo di piccoli interventi mirati e diluiti nel tempo, ma non sufficienti a garantire la piena funzionalità dell'impianto sportivo. Gli accessi all'area

sportiva avvengono da est e sono costituiti da due viali pedonali. Il primo è posizionato a nord e collega la viabilità carrabile all'edificio in cui è ubicato il magazzino comunale, l'appartamento del gestore e l'adiacente spogliatoio sportivo; il secondo è posto in corrispondenza del fronte sud ovest dell'edificio magazzino e custode. Entrambi gli accessi congiungono la viabilità carrabile con il viale pedonale che corre parallelamente al lato sud est della palestra, il quale da nord a sud si collega con l'area di gioco a verde esterna. Il collegamento tra l'area di gioco della palestra e il viale di accesso avviene tramite una rampa in alluminio con pendenza adeguata all'accesso di persone diversamente abili. Tra i due accessi, in adiacenza all'edificio ove è ubicato il gestore, sono presenti alcuni parcheggi disposti a pettine ed utilizzati dagli atleti. L'area sportiva non confina con altri edifici ed è delimitata da basse recinzioni e barriere verdi.



Fig. 2.3 viale di accesso alla struttura lato sud

Per quanto riguarda le tipologie costruttive ed i materiali impiegati all'epoca di costruzione, si riassumono di seguito le caratteristiche ricavate da indagine in loco.

Pareti:

murature in laterizio semipieno per gli spogliatoi

telo in poliestere spalmato PVC per il campo

Serramenti:

telai in legno con vetrocamera per spogliatoi

porte esterne e interne in legno per spogliatoi

porte esterne in alluminio per il campo

Copertura:

travi di legno con manto di tegole per spogliatoi

arcarecci a centina in legno lamellare con telo in poliestere spalmato PVC per campo.



Fig. 2.4 tensostruttura in legno e copertura in PVC



Fig. 2.5 blocco spogliatoi e alloggio del gestore sul versante est

2.3 Caratteristiche e criticità

L'edificio oggetto di intervento è un ambiente sportivo che necessita di particolari accorgimenti connessi allo svolgimento delle attività. Di seguito si descrivono le esigenze e le criticità che hanno caratterizzato le scelte progettuali.

2.3.1 sicurezza sismica

L'edificio non manifesta alla vista particolari segni di pericolosità e non rientra nell'elenco dei manufatti di interesse strategico e delle opere di rilievo censiti alla data del 23/12/2019 dalla Regione Veneto. A tale proposito l'opera non è classificabile come strategica o rilevante ai sensi della OPCM 3685/2003 e DGR 3645/2003.

In funzione della realizzazione di una nuova copertura con elementi in legno, in affiancamento alla centinatura esistente, sono state condotte specifiche valutazioni sulla struttura di nuova realizzazione. Gli eventi sismici non sono prevedibili né evitabili ed è

quindi necessario pianificare un'azione di contenimento dei danni da essi derivanti, soprattutto rendendo le strutture capaci di resistere al sisma senza provocare danni alle persone.

L'analisi adottata ha avuto come scopo principale quello di stabilire il livello di sicurezza della struttura esistente. Nel capitolo 4 che tratta gli aspetti strutturali, sono indicati i parametri e valori di calcolo che hanno evidenziato il rispetto dei limiti normativi. In particolare la nuova copertura di progetto avrà come funzione principale il sostegno per la coibentazione della parte opaca di rivestimento, elemento importante della riqualificazione energetica prevista. In tale contesto la valutazione della sicurezza sismica è stata condotta nel rispetto dei requisiti e dei procedimenti che vengono esposti nell'OPCM 3362/04; sono state eseguite verifiche lineari e non lineari sullo stato di fatto nonché per verifiche di tipo globale e verifiche di tipo locale sui cinematismi. Nella modellazione non lineare dello stato di progetto sono stati inseriti valori di resistenza cautelativi. Per la nuova porzione di edificio adibito a spogliatoi non si segnalano criticità in tal senso.

2.3.2 gli ambienti

Durante i sopralluoghi sono emerse problematiche relative all'acustica del campo; i rumori emessi durante l'attività sportiva prevalgono sul vocale, causando situazioni di difficile comprensione durante le attività didattiche dei corsi sportivi. Sempre in merito al campo si evidenzia che il riscaldamento con aereotermi, pur garantendo la velocità di riscaldamento dell'ambiente, ha un rendimento termico piuttosto basso a causa della notevole altezza della copertura; tale impianto nel nuovo progetto verrà sostituito con riscaldamento a pavimento e coibentazione della superficie controterra. Per quanto riguarda gli spogliatoi vi sono evidenti tracce di umidità che evidenziano il discomfort dei locali, in particolare nelle stagioni autunnali ed invernali. Anche in questo caso la riqualificazione del blocco spogliatoi verterà su una efficace coibentazione che il nuovo progetto affronta specificatamente per la risoluzione di tali problematiche.



Fig. 2.6 interno palestra e campo da gioco

Le strutture esistenti dell'area sportiva si differenziano notevolmente per le caratteristiche dell'involucro a causa della loro destinazione d'uso e costruzione in tempistiche differenti. Il blocco degli spogliatoi risale agli anni '90 ed all'epoca era a servizio delle attività sportive all'aperto. La copertura del campo da tennis risale al 2009. Gli edifici sono quindi caratterizzati da un diversa filosofia costruttiva e l'impiego di materiali diversi. La palestra ha un volume lordo riscaldato di oltre 7000 mc e un'altezza media di circa 10 ml. Il fattore di forma S/V è contenuto e risulta essere di 0,35. Il materiale dell'involucro è costituito da una membrana di poliestere spalmata in PVC. I serramenti di accesso sono in alluminio. Il blocco spogliatoi è invece realizzato con muratura portante in mattoni semipieni mentre la tramezzatura interna è costituita da elementi ad alta percentuale di foratura. Durante i sopralluoghi è emersa la presenza di infiltrazioni diffuse per quanto riguarda l'attacco a terra delle murature perimetrali del blocco

spogliatoi. Questo fenomeno è dovuto a due cause principali: una cattiva realizzazione o assenza di isolamento della fondazione dal terreno e assenza di ventilazione costante all'interno degli ambienti interessati dal fenomeno. Il nuovo progetto affronta i dettagli di attacco a terra con adeguato isolamento, così come indicato nella allegata tavola architettonica A08. Non si evidenziano fenomeni analoghi per quanto riguarda l'attuale palestra.



Fig. 2.7 presenza di umidità da risalita

2.3.3 l'illuminazione

L'impianto di illuminazione di vecchia concezione, è stato realizzato con due tipologia di corpi illuminanti.

Gli spogliatoi sono illuminati da corpi lineari fluorescenti a singolo reattore; la palestra è servita da proiettori con lampada agli alogenuri metallici con elevato consumo e resa cromatica mediocre.

2.3.4 l'impianto termoidrosanitario

I blocchi edilizi che costituiscono l'attuale impianto sportivo hanno impianti specifici che servono la funzione dell'area di gioco e quella di spogliatoio e docce in maniera separata. Come già indicato precedentemente, questa situazione deriva dalle diverse epoche di costruzione dell'impianto.

Per quanto riguarda la palestra, il generatore di calore è costituito da un impianto di aria calda a metano con potenza di circa 236 kW e diffusione dell'aria tramite bocchette. L'impianto si trova all'esterno dell'edificio, ubicato in adiacenza al fronte nord est. Non vi è produzione di ACS.

Gli spogliatoi sono anch'essi riscaldati da caldaia a metano dedicata, di potenza 28 kW. La caldaia è collegata ai corpi scaldanti in acciaio lamellare e al serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria necessaria per le docce e per i lavandini. E' presente anche un piccolo generatore dedicato alla sola ACS in parallelo. Non sono presenti sistemi di regolazione automatizzata per entrambe le strutture e l'accensione avviene manualmente, elemento evidenziato come criticità nella gestione ordinaria.



Fig. 2.8 UTA esterna a metano

3. Il progetto di riqualificazione

3.1 Premessa

Gli interventi in seguito descritti sono volti a potenziare e migliorare i servizi che la struttura sportiva precedentemente analizzata garantisce sul territorio. In particolare si ritiene necessario realizzare l'ampliamento degli spogliatoi, attualmente sottodimensionati, e contestualmente riqualificare la struttura anche dal punto di vista energetico, sia in termini di involucro che di impianti. Si ritiene di intervenire in tal senso in quanto la struttura è utilizzata per tutto l'anno e la riduzione dei consumi è tra gli obiettivi primari.

Alla luce di questa necessità si è scelto di intervenire in modo significativo sull'involucro edilizio e sull'impiantistica per rendere l'immobile un *edificio ad energia quasi zero* N.Z.E.B. secondo quanto prescritto dal D.M. 26/06/2015 ("Decreto Requisiti Minimi"). Le azioni volte al raggiungimento di tale standard energetico sono state ideate per accedere ai finanziamenti Conto Termico 2.0 in quanto l'Amministrazione intende avvalersi di tali incentivi. Inoltre parte dei lavori potrà essere finanziata sul bando POR FESR proprio per le caratteristiche di sostenibilità dell'intervento. Con questa possibilità l'Amministrazione si trova a potere affrontare la spesa di quadro economico con una quota molto ridotta. Nel capitolo 6, inerente il finanziamento dell'intervento, sono state analizzate le possibili soluzioni di cumulabilità degli incentivi, oltre ad una previsione sulle spese di gestione legate anche agli aspetti energetici. Il progetto qui presentato intende ottimizzare i percorsi di collegamento dalla zona sportiva ai nuovi spogliatoi, con un unico volume coperto. Sia gli spogliatoi che la palestra sono stati rivisti per offrire la piena funzionalità nel corso di eventi agonistici, sia per gli atleti che per il pubblico interessato.

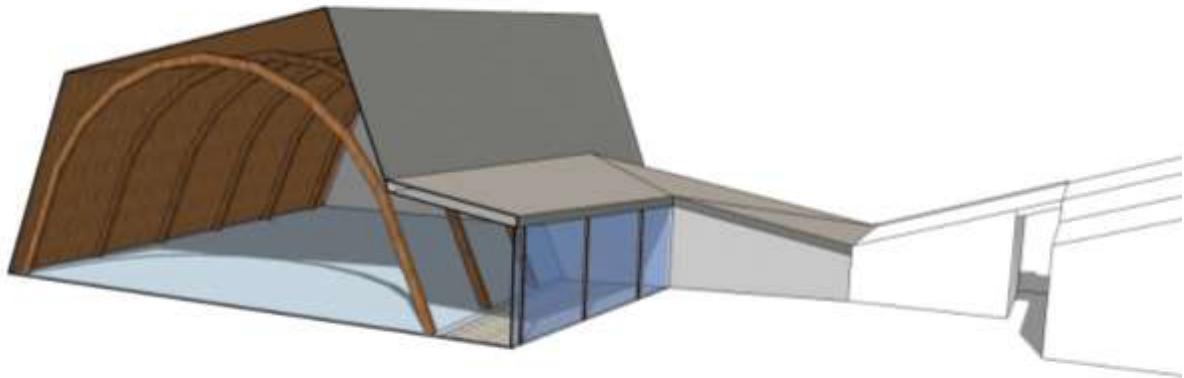


Fig. 3.1 eidotipo di studio e integrazione con la struttura esistente



Fig. 3.2. definizione del volume massimo nel rispetto delle regole del C.T.2.0.

3.2 La riqualificazione energetica nZEB e gli interventi previsti

Il progetto prevede di intervenire in modo significativo sull'involucro edilizio e sull'impiantistica per rendere l'immobile un *edificio ad energia quasi zero* (N.Z.E.B.) secondo quanto prescritto dal D.M. 26/06/2015 ("Decreto Requisiti Minimi"). Contestualmente all'intervento di efficienza energetica viene affrontata la riqualificazione architettonica dell'edificio. Il processo compositivo ha inglobato in un unico involucro le due porzioni materiali di palestra e spogliatoi ed ha portato alla ridefinizione dell'architettura della struttura come meglio evidenziato dalle immagini sottostanti.



Fig. 3.3 vista sud est



Fig. 3.4 vista nord ovest



Fig. 3.5 vista fronte nord

Oltre alla rivisitazione architettonica, elemento visivamente più evidente, gli interventi proposti mirano ad aumentare le prestazioni energetiche della struttura ed ottimizzare la distribuzione funzionale dell'intero sito che attualmente si trova con due porzioni edificiali con reciproca funzionalità, ma fisicamente separate.

Per quanto riguarda la palestra polifunzionale gli interventi previsti sono:

- *sostituzione della copertura in poliestere con involucro ad alta efficienza*
- *realizzazione di struttura di supporto e nuove coibentazioni sulle superfici di copertura, orizzontali e verticali*
- *sostituzione impianto termico con pompa di calore e nuova distribuzione*
- *realizzazione di impianto fotovoltaico*
- *sistemazione di finiture e riorganizzazione spazi interni.*
- *nuovo impianto di illuminazione a basso consumo ed elevata resa cromatica*

Il blocco spogliatoi verrà riqualificato con:

- *integrazione della struttura alla nuova palestra, con distribuzione totalmente coperta*
- *riqualificazione delle murature perimetrali ed orizzontamenti con coibentazione*
- *sostituzione degli impianti esistenti ed allacciamento alla nuova pompa di calore*
- *nuovo impianto di illuminazione a basso consumo ed elevata resa cromatica.*

In generale l'intervento si pone l'obiettivo di rendere la nuova struttura sportiva realmente funzionale.

3.3 Gli interventi

3.3.1 coibentazione delle pareti

Al fine di ridurre i consumi energetici e garantire il rispetto dei limiti di trasmittanza previsti dalla normativa, la coibentazione delle pareti esterne è stata progettata con diverse tipologie, in funzione del posizionamento sul modulo palestra, sul modulo spogliatoi e sul collegamento. La parete perimetrale degli spogliatoi è formata da una muratura in laterizio di 30 cm e cappotto termico costituito da pannelli in EPS. Lo spessore di materiale isolante da posare è pari a 16 cm. I pannelli da porre in opera sono previsti in forma sfalsata e da fissare alla parete con colla resinosa e tasselli in numero e disposizione adeguati. Gli stessi saranno ricoperti con due strati di malta cementizia mediante intonaco dato in opera per uno spessore massimo di 2 mm con annegata una rete di fibra di vetro risvoltata per almeno 10 cm in corrispondenza dei bordi e degli spigoli. Prima della messa in opera dei pannelli la superficie sarà opportunamente preparata e pulita da qualsiasi impurità, parti di umidità e intonaco ammalorato. E' inoltre necessaria la formazione di un basamento, per un'altezza media pari a 50 cm nel punto più basso, mediante la posa di specifici pannelli in XPS per zoccolature. Lungo le zone del piano di campagna si prevede la posa di un pavimento in cemento drenante. Allo scopo di garantire la continuità della coibentazione in prossimità dei serramenti andranno utilizzati pannelli con spessore ridotto di almeno 5 cm opportunamente posati.

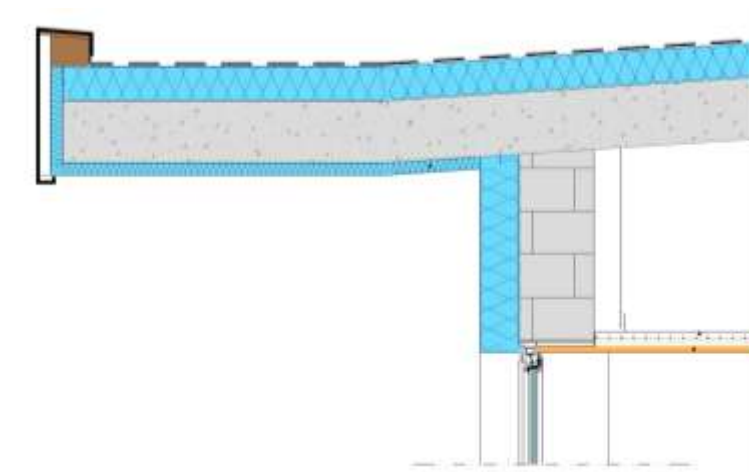


Fig. 3.6 posa coibentazione per risoluzione del ponte termico sullo sporto

Per quanto riguarda le pareti dei fronti nord e sud del volume del campo, si prevede la realizzazione di una struttura a telaio in pilastri e traversi in legno lamellare tamponato da ambo i lati con lastre di gesso fibrorinforzato tipo *aquapanel*; la coibentazione interna prevista è in lana di roccia con spessore complessivo 14 cm.

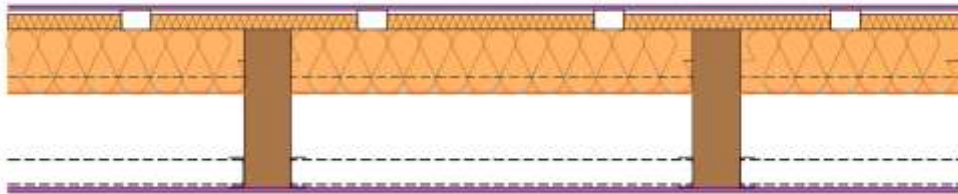


Fig. 3.7 particolare della struttura pareti fronti nord e sud della palestra

3.3.2 coibentazione palestra

La copertura della palestra presenta una forma architettonica con diverse inclinazioni e la scelta progettuale prevede tre diverse stratigrafie. Il fronti inclinati lato est e lato ovest presentano sostanzialmente la medesima stratigrafia anche se con differenti spessori dovuti alla differenza della camera di ventilazione. La coibentazione è sostenuta da pannelli OSB confinati da un freno a vapore verso il lato isolante costituito da un doppio strato di lana di roccia. Al di sopra è posto un telo antivento, il tavolato e successivamente allo strato di separazione, la copertura in acciaio zincato preverniciato; gli spessori della lana di roccia misurano 20 cm.

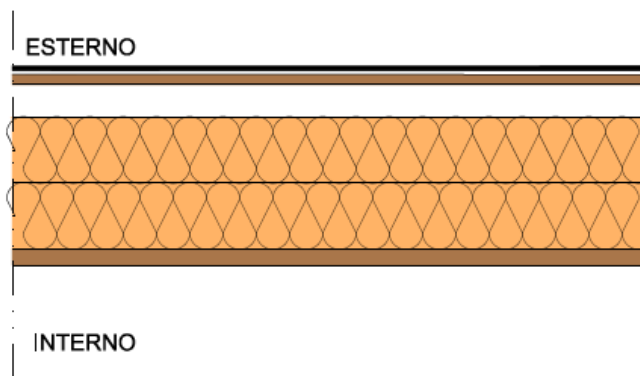


Fig. 3.8 particolare struttura copertura inclinata palestra

La porzione superiore della copertura della palestra verrà realizzata con guaina ardesiata. Si evidenzia che sul lato est verrà posizionato un impianto fotovoltaico utilizzato per l'alimentazione della pompa di calore e servizi elettrici per le struttura. Le dimensioni complessive dei pannelli sono definite da un rettangolo di forma 37,4 x 4,2 mt.

3.3.3 coibentazione della copertura piana

Le porzioni di coibentazione che riguardano gli sviluppi orizzontali della copertura verranno eseguite utilizzando isolante in *stiferite* di 14 cm di spessore e quindi eseguito il manto in lamiera zincata. Le sporgenze verranno anch'esse circoscritte sia lateralmente che in intradosso con materiale formato da EPS di spessore di circa 5 cm.

Si prevede in ordine la posa di un massetto inclinato per le pendenze a spessore variabile, di un freno a vapore, di pannelli termoisolanti in EPS150 per un totale di 20 cm, nonché dello strato impermeabilizzante costituito da doppia membrana ardesiata. Il progetto richiede inoltre la predisposizione delle pendenze, dei compluvi e delle scossaline in lamiera necessarie allo scarico delle acque meteoriche.

3.3.4 controsoffitto della palestra

Uno degli interventi che presentano maggiore complessità riguarda la realizzazione del controsoffitto della palestra. Questo intervento oltre a migliorare la prestazione termica, permette significative performance dal punto di vista acustico. Definito il profilo di posa emisferico con posizionamento in prossimità dell'estradosso delle centine in legno esistenti, si dovrà operare con la posa di uno strato termoisolante e di pannelli fonoassorbenti tipo CELENIT. Lo sviluppo di tale coibentazione dovrà seguire puntualmente la curvatura delle travi creando un effetto di continuità a pelle della calandratura strutturale esistente.

Per la zona spettatori e servizi igienici, il sistema si sviluppa linearmente. Il sistema è costituito da struttura metallica nascosta, completo di pannelli avvitati fonoassorbenti ecocompatibili in lana di legno sottile mineralizzata.

I pannelli sono conformi alla norma UNI EN 13168 e UNI EN 13964 e la sottostruttura di sostegno è composta da traversi metallici primari di sostegno a scatto, struttura secondaria in profili metallici a C con bordo arrotondato, gancio regolabile a molla per

traverso a scatto, pendino in acciaio, guida perimetrale ad U in acciaio zincato. Il riempimento è costituito da pannelli in lana di roccia a media densità autoportanti, incombustibili ed idrorepellenti.

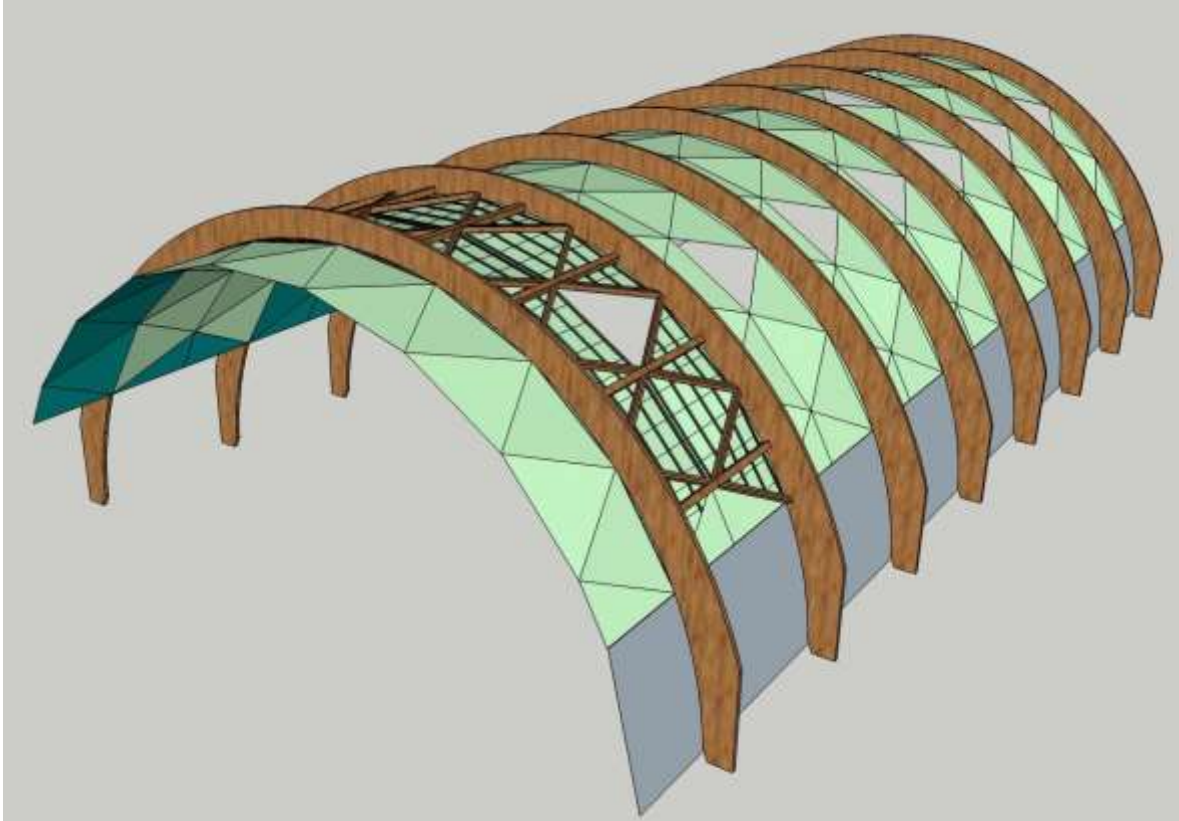


Fig. 3.9 andamento controsoffitto secondo la curvatura delle centine strutturali

3.3.5 controsoffitto locale spogliatoi e zona spettatori

Per gli spogliatoi e la porzione di collegamento al campo, si prevede la realizzazione di un controsoffitto costituito da singole lastre in cartongesso fissate con viti auto perforanti alla struttura portante, costituita da profili a C incrociati con maglia di dimensioni idonee, pendinature rigide regolabili in altezza, clips di fissaggio e cornici perimetrali. Tutti i profili metallici sono in acciaio zincato.

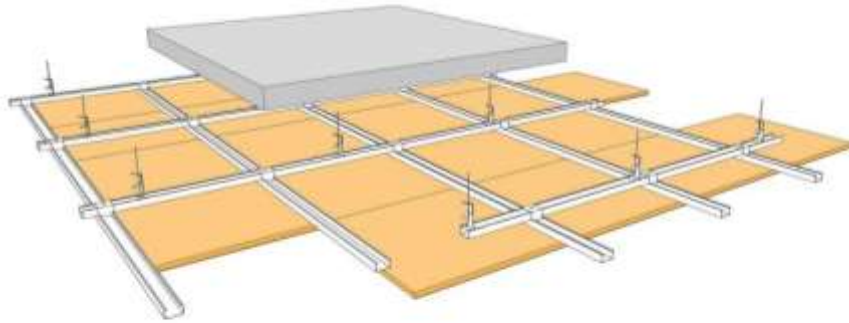


Fig. 3.10 schema di posa con controsoffitto in lana mineralizzata nella zona spettatori

3.3.6 pavimentazioni

Le pavimentazioni di nuova realizzazione verranno realizzate inserendo una coibentazione in XPS, con spessore totale variabile di 9 cm, al di sopra degli elementi strutturali di platea armata e massetto alleggerito per il bocco spogliatoi e zona spettatori, mentre avrà uno spessore di 12 cm complessivi per la rimanente parte del campo. Verrà quindi realizzato l'impianto di riscaldamento annegato in un massetto armato sopra il quale si distribuirà la resina acrilica specifica per pavimentazioni sportive. Per la parte afferente gli spogliatoi le pavimentazioni si prevedono in piastrelle ceramicate. I camminamenti esterni della struttura saranno costituiti da pavimentazione in cemento drenante.

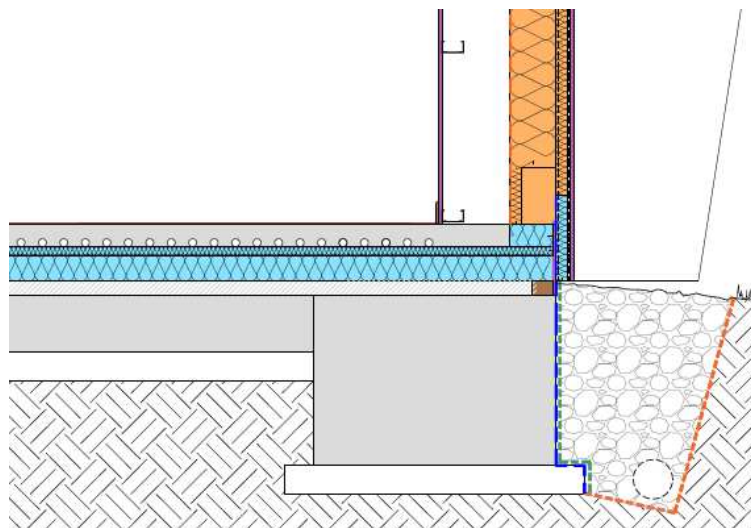


Fig. 3.11 particolare della stratigrafia pavimentazione della palestra

3.3.7 sostituzione dei serramenti e oscuranti

Il progetto prevede la sostituzione degli attuali serramenti. I nuovi serramenti sono stati dimensionati energeticamente con profili estrusi in p.v.c. rivestito, con coefficiente di trasmittanza termica del profilo U_f non superiore a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, idoneo per garantire le prestazioni di sistema, documentate mediante certificazione rilasciata da laboratori autorizzati. Le prestazioni non devono essere inferiori ai riferimenti minimi previsti dalle normative – *UNI EN 143511 “Finestre e porte · Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali”*. I serramenti sono composti dai seguenti elementi principali:

- falso telaio in tubolare di acciaio, zincato a caldo, posto in opera mediante zanche in acciaio o tasselli ad espansione in numero e dimensioni sufficienti a garantire stabilità e tenuta all'intero serramento.
- serramento realizzato con il sistema denominato a giunto aperto, mediante profili estrusi di p.v.c. rigido

Il sistema è composto da telaio fisso e da anta mobile delle dimensioni opportune per assicurare le prestazioni richieste, semicomplanare all'esterno ed a sovrapposizione all'interno; lo stesso, mediante solette di drenaggio e ventilazione in numero e dimensioni

ideali, garantisce l'eliminazione di condense ed infiltrazioni dalle sedi dei vetri alla precamera del giunto aperto e da questa verso l'esterno.

Il serramento è completo di idonei profili fermavetro applicati all'interno con aggancio continuo su tutta la lunghezza senza viti in vista, ferramenta di portata, sostegno e chiusura costituita da cerniere angolari in acciaio. E' stata prevista la posa di davanzale interno eseguito in p.v.c. con finitura in analogia al serramento. La vetrata isolante sarà realizzata con trattamento basso emissivo con stratigrafia a triplo vetro tale da garantire le prestazioni termoacustiche secondo il D.lsg.192/2005.

Tutti i serramenti devono presentare i seguenti requisiti minimi:

- U_g : inferiore o uguale a $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U_f : inferiore o uguale a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U_w : inferiore o uguale a quanto indicato nella relazione tecnica L.10/91 - D.lgs 192/2005 e comunque non superiore a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- R_w : 40 dB
- classe permeabilità all'aria: 4
- tenuta all'acqua: 4A/4B
- resistenza a carico del vento: B4

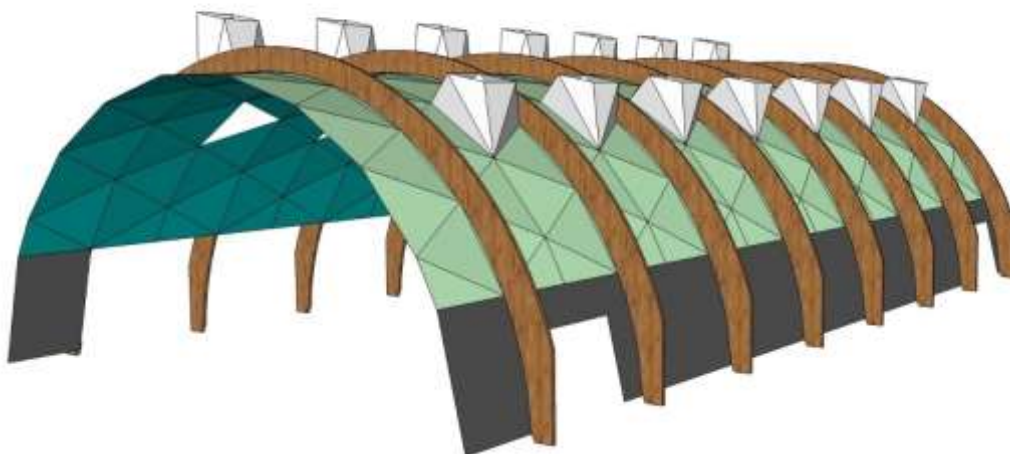


Fig. 3.12 modello di studio per l'illuminazione naturale

In copertura sono stati previsti otto moduli velux per consentire l'illuminazione naturale durante le ore diurne di utilizzo. Tali elementi verranno utilizzati anche per consentire la ventilazione naturale, in particolare nelle stagioni più calde dove a causa del volume ed altezza della copertura si potranno attivare fenomeni convettivi che favoriranno ad un veloce raffreddamento. Per questo motivo è prevista la presenza di quattro velux comandati da un sistema motorizzato utilizzabile direttamente da terra per l'apertura e chiusura secondo necessità. Si evidenzia inoltre come la forma di questi elementi sia stata ideata per consentire un'illuminazione indiretta sulla superficie del campo da gioco. Le attività sportive prevedono infatti una percezione visiva che spesso avviene dal basso verso l'alto e in tal senso si è voluto evitare la possibilità di fenomeni di abbagliamento diretto.

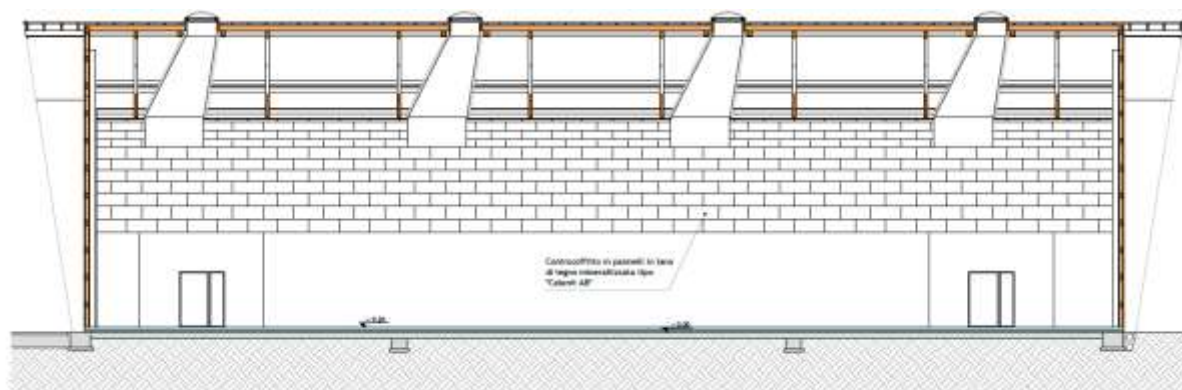


Fig. 3.13 sezione longitudinale campo con lucernari

3.4 Gli impianti e la termoregolazione degli ambienti

3.4.1 impianto di riscaldamento

L'intervento riguarda essenzialmente la rimozione dell'attuale generatore esterno a gas metano a basamento, con installazione di generatore tipo Pompa di Calore aria/acqua esterna posizionata in prossimità dello spigolo sud ovest della nuova copertura della palestra, in quanto le dimensioni del locale centrale termica e le caratteristiche del macchinario non ne permettono il posizionamento interno. La distribuzione del calore avverrà tramite impianto a pavimento, sia per l'area di gioco sia per i locali adibiti a spogliatoi. Verrà installata una nuova elettropompa di tipo modulante che andrà a servire l'impianto di climatizzazione invernale e di produzione di acqua calda sanitaria. Le stazioni di accumulo inerziale sono di 1000 litri e 2000 per l'acqua calda sanitaria e verranno ubicate nel nuovo locale centrale termica realizzato sul lato sud della nuova copertura della palestra, in adiacenza ai locali per i servizi igienici.

L'intervento che si realizza per l'involucro con la nuova coibentazione a cappotto di notevole spessore, con elevato isolamento termico e la sostituzione degli infissi, permette di ridurre notevolmente le dispersioni termiche dell'edificio così riqualificato. Il basso consumo energetico della struttura, la presenza di pannelli solari fotovoltaici sul lato est, rendono così conveniente l'installazione della pompa di calore aria/acqua di ridotta portata termica.

Gli interventi di riqualificazione energetica dei componenti dell'involucro edilizio, l'impianto fotovoltaico e l'installazione della pompa di calore, hanno permesso il conseguimento di edificio ad energia quasi zero secondo quanto previsto dal D.M. 26/06/2015 paragrafo 3.4.

La pompa di calore, ad elevato COP e rispondente ai requisiti previsti dalla normativa EN 14511, ha una potenza di 38,1 kW fornita da due compressori. La mitigazione delle oscillazioni avverrà tramite allacciamenti antivibranti alla base di appoggio, compressori. *Scroll* e forma dei ventilatori ad *ali di civetta* permetteranno un ridotto livello di pressione sonora, pari a 43 db a 10 mt di distanza lato scarico.

3.4.2 impianto idrico-sanitario

All'interno della centrale termica verrà installato un nuovo bollitore da 2000 litri con serpentino in acciaio inox alimentato dalla pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria al servizio dell'intero edificio, palestra e spogliatoi. La produzione di acqua calda avrà la precedenza sul riscaldamento e verrà data tramite una valvola a 3 vie con precedenza alla produzione di ACS.

L'impianto sarà asservito da gruppo di trattamento secondo le disposizioni del D.M. 26/06/2015 e norme UNI 8065. In particolare verrà predisposto un filtro generale, una unità di trattamento anti calcare ed una unità di trattamento anti legionella a base di soluzione di biossido di cloro con pompa dosatrice meccanica. Tali componenti dovranno essere verificati al momento dell'esecuzione dei lavori dopo un'attenta analisi chimica dell'acqua.

La rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria sarà inoltre corredata da tubazione di ricircolo con nuova elettropompa di tipo programmato.

3.4.3 sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni

Si prevede la posa di una nuova illuminazione a led in tutti i locali della struttura.

Le attuali linee guida per impianti sportivi suggeriscono un utilizzo di corpi a led con temperatura di colore media di 4000 K, criterio che permette una percezione precisa delle linee di campo da parte degli atleti. I corpi illuminanti di progetto perseguono tali indicazioni. Per il blocco spogliatoi si è scelta una temperatura di colore più calda con corpi illuminanti a 3000 K.

L'intervento permette una significativa riduzione delle potenze installate, superiore al 50% del consumo attuale. A titolo di esempio si riportano due tipologie di corpi lineari simili a quelle utilizzate.

Per quanto riguarda le vie di fuga è stata prevista idonea illuminazione d'emergenza posizionata secondo le prescrizioni normative dei VVFF. La tabella di riepilogo delle caratteristiche degli impianti elettrici evidenzia i livelli di illuminazione prescritti per la gestione dell'emergenza.

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO						
Sistema di distribuzione:	TT					
Protezioni delle sovracorrenti:	$i_f \leq 1.45 I_n$	calcoli	$I_b < I_{n/2}$	calcoli	$I_f \leq k^2 \cdot S^2$	calcoli
Caduta di tensione ammissibile	3% circuiti illuminazione 4% circuiti forza motrice					
Sezioni dei conduttori	Circuiti di potenza F.M.		2.5 mm ²			
	Circuiti di illuminazione		1.5 mm ²			
	Circuiti comando e segnale		1.5 mm ²			
Diametro delle tubazioni	>1.3 volte il diametro del fascio dei conduttori del contenuto					
Protezioni da contatti diretti	Isolamento delle parti attive		Involucri e barriere			
Protezioni da contatti indiretti ed addizionale da contatti diretti	Dispositivi magneto-termici e differenziali coordinati per verificare la relazione $R_a \leq 50/I_a$					
Livelli di illuminazione d'emergenza locali	3 lux in tutta l'area interna			5 lux lungo le vie d'esodo e nell'area di gioco della palestra		

Fig. 3.14 prescrizioni per l'illuminazione delle vie di fuga

3.4.4 riepilogo degli interventi di riclassificazione nZEB

L'intervento di riqualificazione prevede la riclassificazione dell'intero complesso edificiale nell'accezione di edificio nZEB ovvero edificio a energia quasi zero. Per raggiungere questo risultato sono state operate scelte costruttive e tecnologiche di elevata complessità, anche in riferimento alla situazione in essere ove la dislocazione dei moduli palestra e spogliatoi non permette di operare in maniera diversa dall'unione delle due funzionalità all'interno di un unico organismo edilizio.

Il progetto contempla quindi due diverse tipologie di intervento utilizzate per realizzare le specifiche di progetto nZEB.

- a) *Riqualificazione con ristrutturazione*
- b) *Ampliamento delle zone preesistenti*

Il punto a) riguarda la maggior parte degli interventi previsti progettualmente e tali interventi sono oggetto di richiesta di contributo sull' *Azione 4.1.1.del bando POR FESR 2014-2020*.

Per quanto riguarda l'ampliamento al punto b) si evidenzia che tali interventi non vengono computati nella richiesta di finanziamento sull' *Azione 4.1.1.del bando POR FESR 2014-2020*, ma vengono previsti a totale carico dell'Amministrazione. La porzione in ampliamento si sviluppa esclusivamente in continuità con la porzione della struttura preesistente. Per i dettagli si fa riferimento al capitolo 5 *Strumenti di finanziamento dell'opera*.

4. Le problematiche strutturali e la loro risoluzione

Come già evidenziato nel capitolo 1 di inquadramento, l'intervento di riqualificazione energetica prevede di intervenire in modo significativo anche sul modello strutturale esistente. In particolare il progetto prevede un intervento che si configura in due comparti principali:

- zona palestra
- zone pubblico e spogliatoi

4.1 La zona palestra

L'edificio su cui si interviene si configura attualmente come una copertura ad arcate in legno a tre cerniere e presenta dimensioni d'ingombro di ml 38,5x21,6x e si sviluppa su un unico piano. La copertura dà protezione ad un campo sportivo polivalente ed è realizzata con un telone plastico.

L'unità è posta su di un'area isolata. Nella sintesi della valutazione strutturale a seguito presentata, l'edificio è stato considerato cautelativamente non regolare in pianta.

La destinazione d'uso è adibita a palestra e classificabile ai sensi del punto 2.4.1 delle NTC con $V_n \geq 50$ anni el comma 2.4.2 della come classe III°. Si ricava facilmente come il periodo di riferimento per il calcolo sismico è di $V_r = 50 \text{ anni} \times 1,25 = 75 \text{ anni}$.

La struttura in essere presenta fondazioni a travi continue. Il terreno è consolidato dai carichi presenti: permanenti, permanenti portati, variabili e neve.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova struttura per la copertura, che sarà collegata in parte agli archi esistenti, in parte a nuove strutture di fondazione.

Il comportamento dell'edificio è stato analizzato nella fase dello stato di fatto, adottando un livello di conoscenza LC3.

L'intervento ricade nell'ambito dell'adeguamento sismico NTC 2018.

A seguito del progetto architettonico sono state valutate le condizioni di carico integrate in funzione della nuova geometria e validati gli elementi esistenti e di progetto.

È stato analizzato un modello parallelo per la verifica degli elementi al fuoco operando sulle sezioni degli elementi in funzione di una resistenza al fuoco REI 45.

L'intervento di progetto prevede sulla struttura i seguenti interventi:

- spostamento degli arcarecci esistenti tra le arcate;
- realizzazione delle nuove strutture di fondazione a trave continua ed a platea;
- realizzazione dei nuovi pilastri di controvento al piede in corrispondenza delle arcate estreme e riposizionamento dei controventi;
- posa delle nuove carpenterie in legno, controventi, piastre, tavolato superiore;
- realizzazione degli interventi di protezione al fuoco per gli elementi esposti critici.
- realizzazione delle finiture.

L'indice di rischio, calcolato mediante modellazione agli elementi finiti, è valutabile per gli elementi in legno in funzione del livello di verifica dei singoli elementi nelle combinazioni SLV e SLU. Il valore limite è definibile in funzione del singolo periodo di ritorno individuato. Si fa riferimento specifico alle condizioni di progetto definite precedentemente per un periodo di ritorno pari a 75 anni.

Le analisi effettuate evidenziano che la struttura allo STATO DI FATTO e con le condizioni sismiche di progetto presenta un indice di rischio per i singoli elementi superiore all'indice 0.60 ($ir > 0.6$).

I nuovi elementi di progetto e di rinforzo degli elementi esistenti risultano verificati alle condizioni di progetto secondo le NTC 2018 con indice di rischio dello STATO DI PROGETTO superiore all'unità ($ir > 1$).



Fig. 4.1 profilo dell'elemento centina in legno verificato con rilievo laser scanner

4.2 Le zone pubblico e spogliatoi

La riqualificazione prevede la realizzazione di una porzione edificiale a servizio della palestra ed avente due funzioni: zona spettatori e spogliatoi. Attualmente il sedime della futura occupazione è in parte occupato da un edificio esistente, per il quale è prevista la demolizione.

La destinazione d'uso la vede adibita a zone accessorie della palestra ed è pertanto classificabile ai sensi del punto 2.4.1 con $V_n \geq 50$ anni e 2.4.2 della citata NTC come classe III° e pertanto il periodo di riferimento per il calcolo sismico è di $V_r = 50 \text{ anni} \times 1,25 = 75 \text{ anni}$.

Questa porzione verrà realizzata con una fondazione a platea, pilastri in calcestruzzo armato, una soletta strutturale di copertura e tamponamenti in laterizio.

La fondazione prevista è collegata a quelle esistenti della zona palestra mediante innesti con barre in acciaio resinate.

Sarà realizzata in due corpi distinti, legati alla sola fondazione e con giunto sismico di 5 cm. È previsto un giunto sismico di 4 cm anche per l'interfaccia palestra/zona spettatori. L'edificio è calcolato con una classe di duttilità B ed è stato analizzato considerandolo cautelativamente regolare in elevazione ma non in pianta.

Su tale porzione sono previsti i seguenti interventi:

demolizione dell'edificio esistente;

scavo e realizzazione delle fondazioni previo innesto alle travi esistenti;

realizzazione delle strutture di elevazione in calcestruzzo armato;

realizzazione delle solette di copertura inclinate;

posa degli elementi in laterizio di tamponamento;

posa di reti antiribaltamento;

realizzazione delle finiture.

Per quanto non specificatamente esposto, vista la natura sintetica e descrittiva delle valutazioni qui esposte, si fa riferimento alla normativa di calcolo vigente ed in particolare alle NTC 2018.

4.3 La modellazione F.E.M.

Pur non essendo l'oggetto principale del presente documento, si è ritenuto opportuno descrivere brevemente la modellazione agli elementi finiti adottata, a partire dalle condizioni dell'edificio esistente. La nuova struttura di progetto si integra con la struttura esistente. Per modellare il progetto strutturale si è partiti dallo stato di fatto, che è costituito da una struttura in centine di legno lamellare con classe di resistenza minima GL 24h secondo le EN 14080. Le fondazioni sono definite da una cerchiatura di travi rovesce irrigidite da due cordoli perpendicolari ai lati di dimensioni maggiori. Una volta verificati gli elementi esistenti, si è passati alla modellazione della nuova struttura, anch'essa in legno ed armonizzata con il progetto architettonico. Per eseguire *l'Analisi agli Elementi Finiti* si sono utilizzati i seguenti software:

- *Axis VM*, solutore di calcolo nella versione *trial*, che ha permesso un primo dimensionamento, in particolare per definire l'orditura della copertura nella sua prima stesura progettuale.
- *Sismicad*, utilizzato per l'ottimizzazione dei risultati di preanalisi e per il dimensionamento esecutivo dei singoli elementi tramite il post processore incorporato.

Durante tutto il processo di dimensionamento strutturale si sono eseguite verifiche puntuali a campione con foglio di calcolo Excel e facenti riferimento alle norme DIN 1052 oltre a quanto previsto con il metodo agli stati limite secondo i D.M. 14.01.08, D.M. 17.01.18 e Eurocodice 5. Tali verifiche, anche di semplice esecuzione, si sono rese necessarie data la complessità della struttura; infatti essendo il modello FEM basato su calcolo numerico, una imperfetta o approssimativa definizione delle condizioni al contorno e quindi dei vincoli, avrebbe potuto restituire risultati non coerenti con il modello reale. La metodologia seguita è stata la seguente:

Definizione del problema:

- tipo ed entità di carichi e vincoli;
- tipo e parametri dei materiali in gioco;
- numero delle combinazioni di carico;
- tipo di calcolo che si vuole effettuare.

Semplificazione del modello architettonico:

E' stato semplificato il modello architettonico a partire dal progetto architettonico; in questa fase si sono eliminati i dettagli non rilevanti strutturalmente pur garantendo il rispetto dell'idea architettonica.

Analisi comparativa dei risultati: sono stati eseguiti semplici calcoli (tramite foglio excel) che hanno permesso di valutare l'ordine di grandezza dei risultati per ricercare eventuali errori di modellazione.

Analisi di variabilità: L'approssimazione del risultato è funzione della dimensione degli elementi finiti utilizzati; sono state eseguite una serie di simulazioni cambiando la dimensione degli elementi, per stimare la variabilità percentuale dei risultati in funzione della dimensione elemento, fino al raggiungimento di una limitata variabilità dei risultati di calcolo.

4.4 La modellazione dello STATO DI FATTO

Si evidenziano a seguire i risultati più significativi estrapolati dal modello di calcolo della struttura esistente ed in particolare i materiali definiti in fase di rilievo e i principali risultati di cui agli Spettri di risposta secondo il D.M. 17.01.18

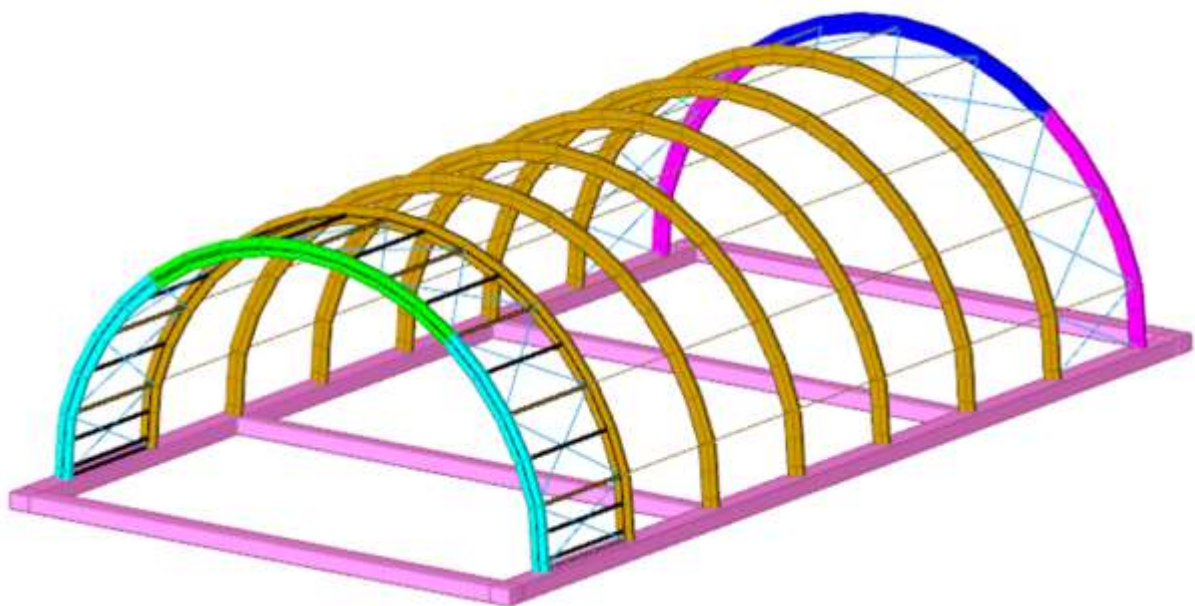


Fig. 4.2 modello FEM dello stato di fatto della palestra

4.4.1 I materiali

Descrizione	Rck	E
C25/30	300	314472

Fig. 4.2 Calcestruzzo

Descrizione	fyk	σ_{amm}	Tipo	E
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000

Fig. 4.3 Acciaio

Descr.	E	G	Pois.	Gam.	α	Lavorazione	σ_{amm}
GL 24h EN 14080	1.2E5	6500	0.25	4.2E-4	1.0E-5	Lamellare	185
GL 28h EN 14080	1.3E5	6500	0.25	4.6E-4	1.0E-5	Lamellare	215

Fig. 4.3 Legno

Descrizione	Natura geologica	Coesione (c')	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno φ	Angolo di attrito di interfaccia δ	Coeff. α di adesione della coesione (0;1)
Ghiaia	Generico	0	0	33	22	1

Fig. 4.5 Terreno

4.4.2 Spettri di risposta

Con riferimento alla struttura esistente vengono evidenziati gli spettri di risposta delle componenti orizzontali e verticali per gli SLD secondo quanto indicato dal DM 17.01.18.

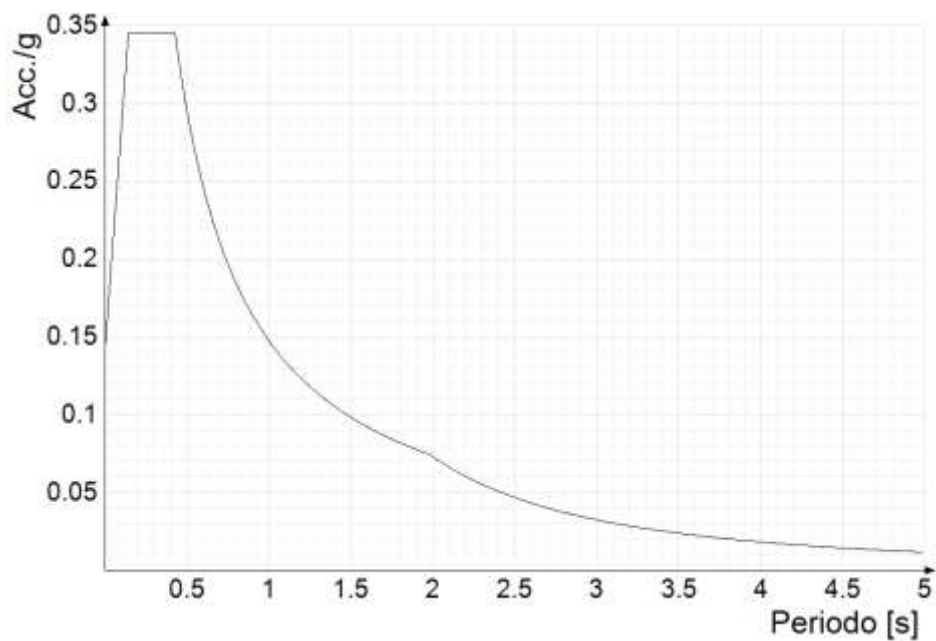


Fig. 4.6 spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti ORIZZONTALI SLD

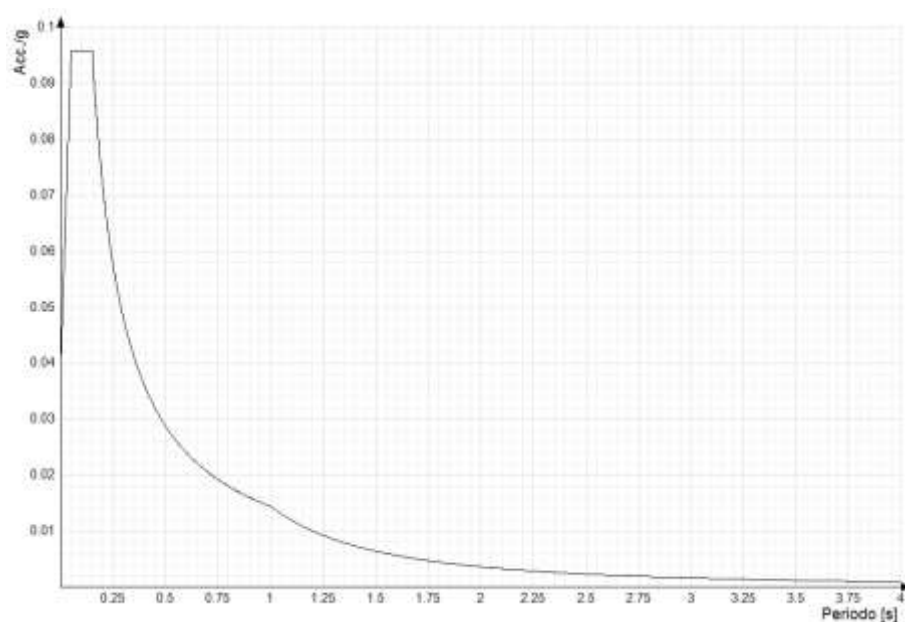


Fig. 4.6 spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti VERTICALI SLD

4.4.3 Combinazioni di carico

Per quanto riguarda le combinazioni di carico riferite alle condizioni elementari, il numero risulta elevato. Per gli SLD se ne sono considerate 16 e i risultati vengono sinteticamente riportati nel grafico sottostante.

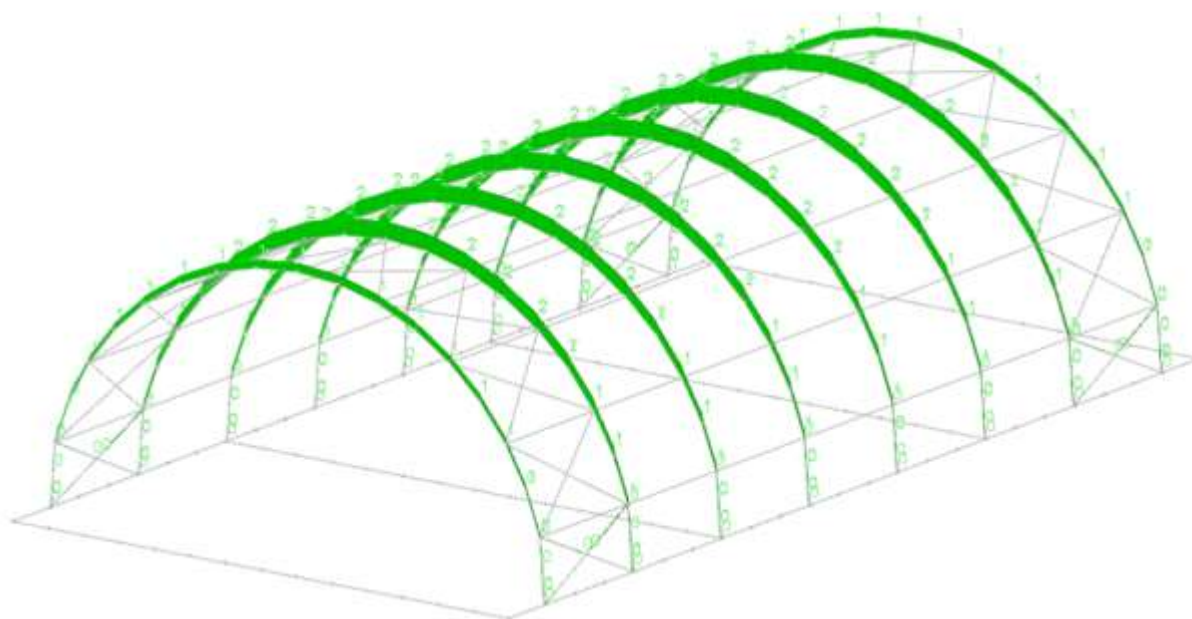


Fig. 4.7 andamento dei carichi lineari portati in copertura

4.5 La modellazione dello STATO DI PROGETTO

Analogamente a quanto effettuato per l'analisi dello stato di fatto, si è costruito un modello FEM del nuovo progetto. In una prima fase si è utilizzato esclusivamente un software dotato di un solutore numerico semplice, denominato AXIX VM e sprovvisto di post processore. Questa scelta ha permesso di concentrarsi esclusivamente sulla semplificazione del modello geometrico e sulla corretta definizione dei vincoli, senza entrare nei particolari delle sezioni degli elementi lineari.

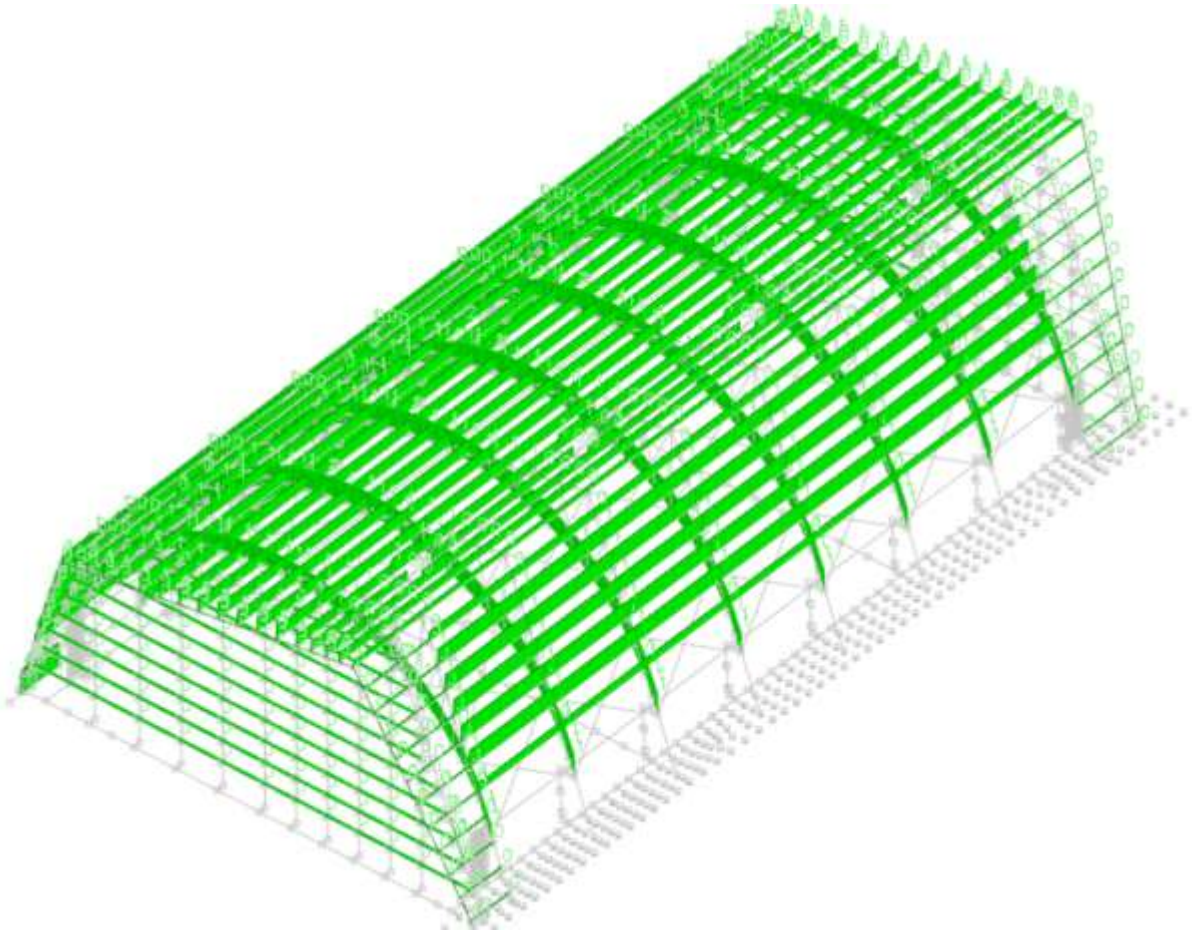


Fig. 4.8 andamento dei carichi lineari portati in copertura del nuovo progetto

4.5.1 Il carico vento

Per quanto riguarda il carico vento, non significativo nella situazione di fatto, per la nuova struttura che presenta degli ampi fronti complanari esposti, la modellazione FEM ha evidenziato la necessità di una struttura rafforzata nelle controventature per ovviare ai carichi vento lungo X e Y. A seguire si allega un estratto dei carichi lungo Y.

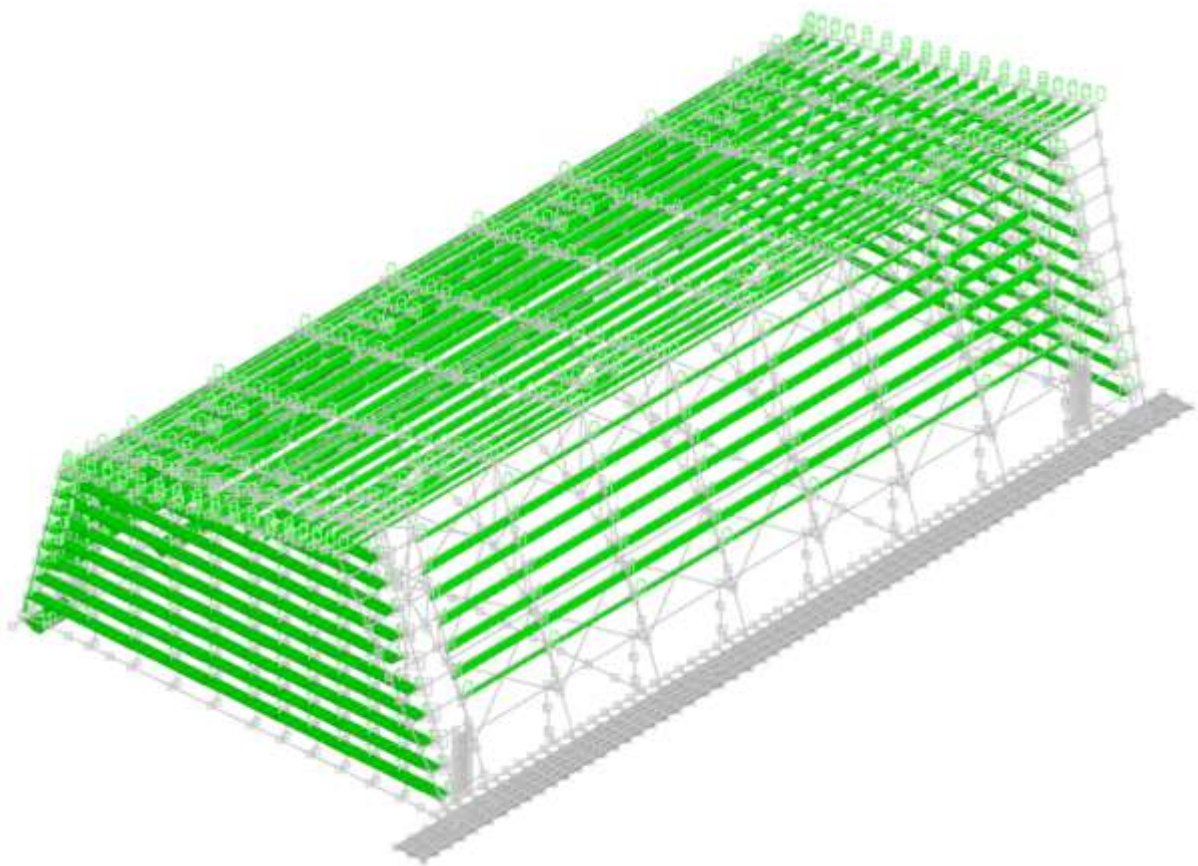


Fig. 4.9 carico vento lungo la direzione Y

4.5.2 Materiali e spettro di risposta del progetto

I materiali utilizzati si rifanno alle tipologia di quanto utilizzato nello stato di fatto per quanto riguarda il CLS e l'acciaio impiegati, facendo riferimento a quanto già indicato nelle fig. 4.2 e 4.3. L'essenza resinosa impiegata per le nuove strutture in legno riprende anch'essa il materiale utilizzato per le centine esistenti, con l'aggiunta di legno massello in pannelli.

Descr.	E	G	Pois.	Gam.	α	Lavorazione	$\sigma_{m,amm}$
GL 24h EN 14080	1.2E5	6500	0.25	4.2E-4	1.0E-5	Lamellare	185
GL 28h EN 14080	1.3E5	6500	0.25	4.6E-4	1.0E-5	Lamellare	215
pannello di legno	3.5E4	1.1E4	0.3	6.3E-4	1.0E-5	Massiccio	70

Fig. 4.10 Classe di resistenza del legno utilizzato nella nuova struttura

Gli spettri di risposta lungo le componenti X e Y risultano definiti secondo quanto indicato al § 3.2.3.5 delle NTC 2018.

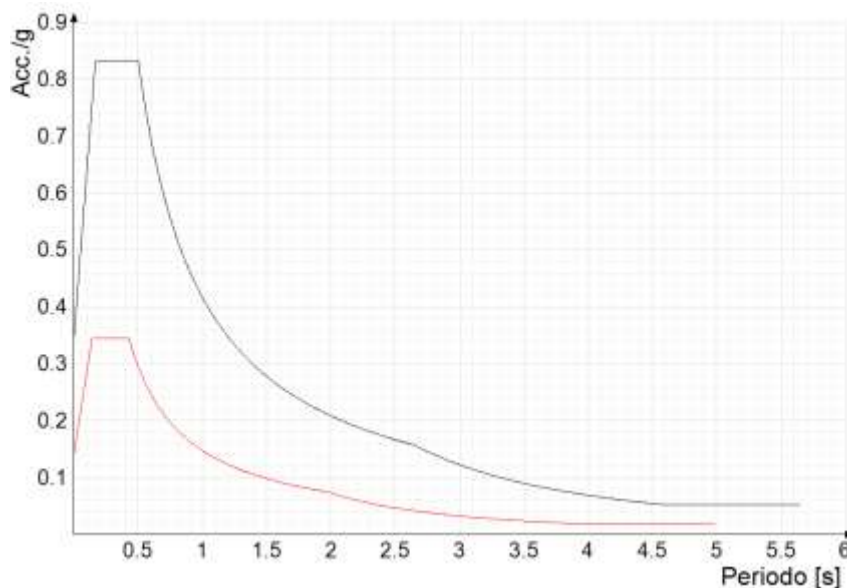


Fig. 4.11 Spettro di risposta SLD (in rosso) e SLV (in nero) per la componente X

Lo spettro della componente X risulta simile alla componente Y, mentre si ritiene significativo evidenziare il risultato per la componente verticale.

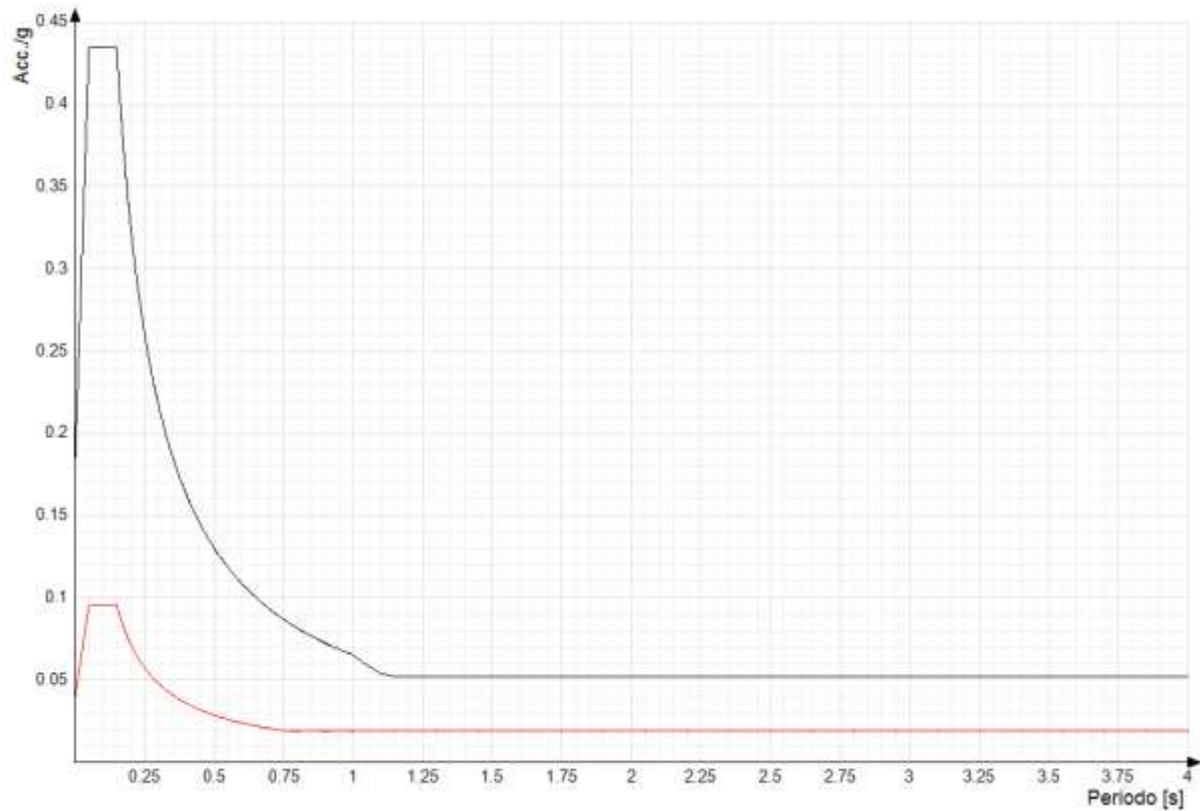


Fig. 4.12 Spettro di risposta SLD (in rosso) e SLV (in nero) per la componente VERTICALE

4.5.3 I risultati

Una volta individuato il corretto modello FEM, il più semplice possibile, lo stesso è stato utilizzato dal post processore per la definizione delle sezioni utilizzate dai singoli elementi strutturali. In via indicativa si riportano le principali grandezze geometriche delle sezioni utilizzate.

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM
R 14x16	186.87	186.67	4778.67	3658.67
R 12x85	848.4	848.4	610663.52	12216.96
R 20x20	333.33	333.33	13333.33	13333.33
R 12x16	160	160	4096	2304
R 95x12	947.3	947.3	13641.12	850085.51
R 12x103	1034	1034	1105507.3	14889.6
R 12x97	966.4	966.4	902548.95	13916.16
R 61x12	610	610	8784	226981
R 12x80	802.3	802.3	516428.71	11553.12
R 12x95	947.3	947.3	850085.51	13641.12
R 12x40	400	400	64000	5760
R 78x12	776.2	776.2	11177.28	467649.97
R 12x90	903.6	903.6	737783.04	13011.84
R 12x77	766.4	766.4	450159.57	11036.16
R 12x73	729.6	729.6	388377.87	10506.24
R 12x20	200	200	8000	2880
R 16x20	266.67	266.67	10666.67	6826.67
R 14x28	326.67	326.67	25610.67	8402.67
ARC 12x16	160	160	4096	2304

Fig. 4.13 Sezioni utilizzate per l'orditura in legno della nuova copertura

A conclusione dell'analisi effettuata si evidenziano le sollecitazioni più evidenti, definite dai momenti flettenti per gli SLU sulle centine in cui verrà inserita la nuova struttura a sostegno della copertura.

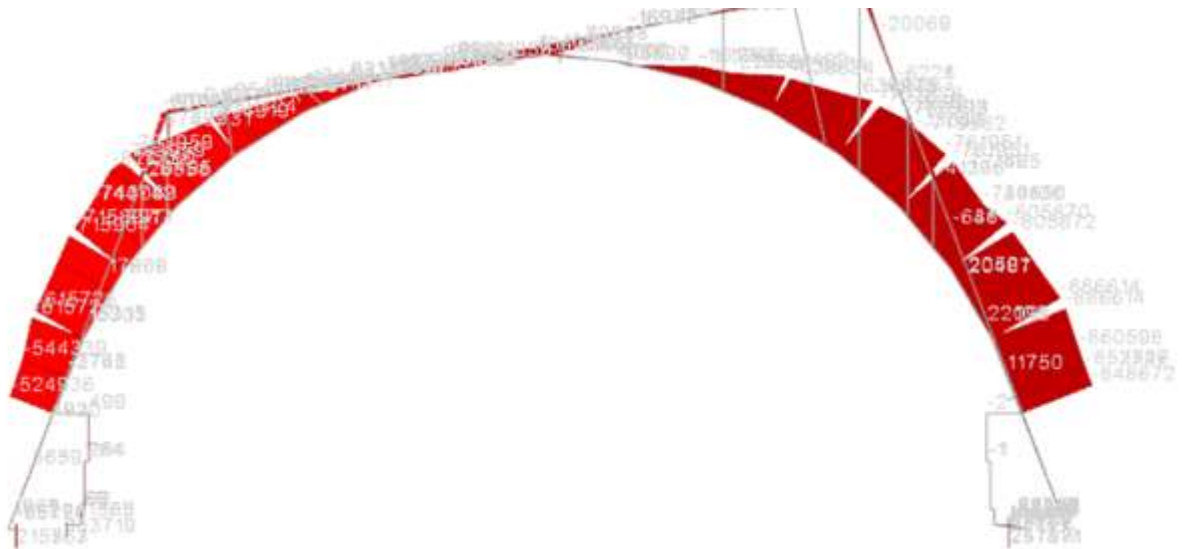


Fig. 4.14 momento flettente sulla centina in legno lamellare per SLU

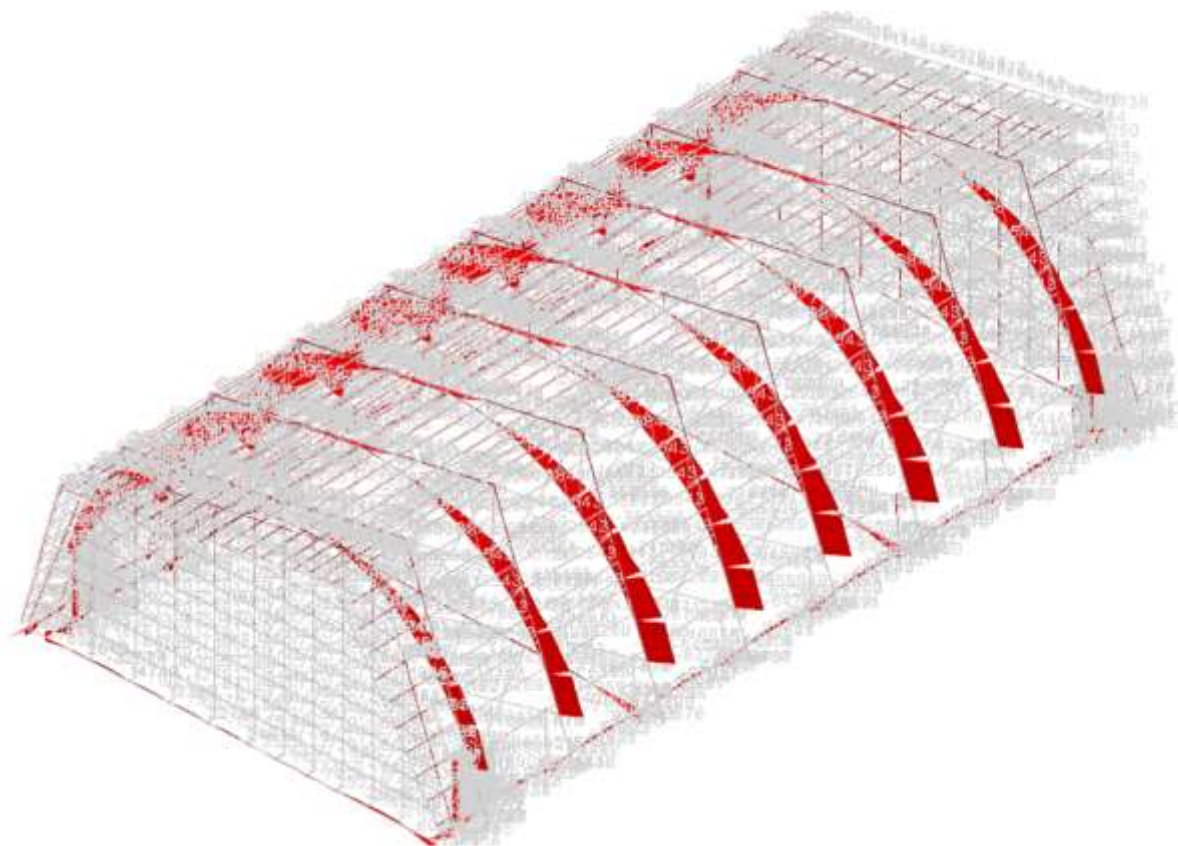


Fig. 4.15 momento flettente sul modello FEM per SLU

Per quanto riguarda la verifica al fuoco, sono state valutate le condizioni di sicurezza in condizioni di INCENDIO con resistenza di RIFERIMENTO PARI A REI 45, intervenendo sulle dimensioni delle sezioni degli elementi e conducendo le verifiche in condizione eccezionale.

Si riportano le modifiche effettuate sulle sezioni alle sezioni:

sezione	b	h	area sezione	b REI 45	h REI 45
20x20	0,2	0,2	0,04	0,123	0,1615
14x28	0,14	0,28	0,0392	0,063	0,2415
12x20	0,12	0,2	0,024	0,043	0,1615
12x16	0,12	0,16	0,0192	0,0815	0,083

sezione	b	h	area sezione	b REI 45	h REI 45
16x20	0,16	0,2	0,032	0,083	0,123
12x40	0,12	0,4	0,048	0,043	0,323
14x16	0,14	0,16	0,0224	0,063	0,083

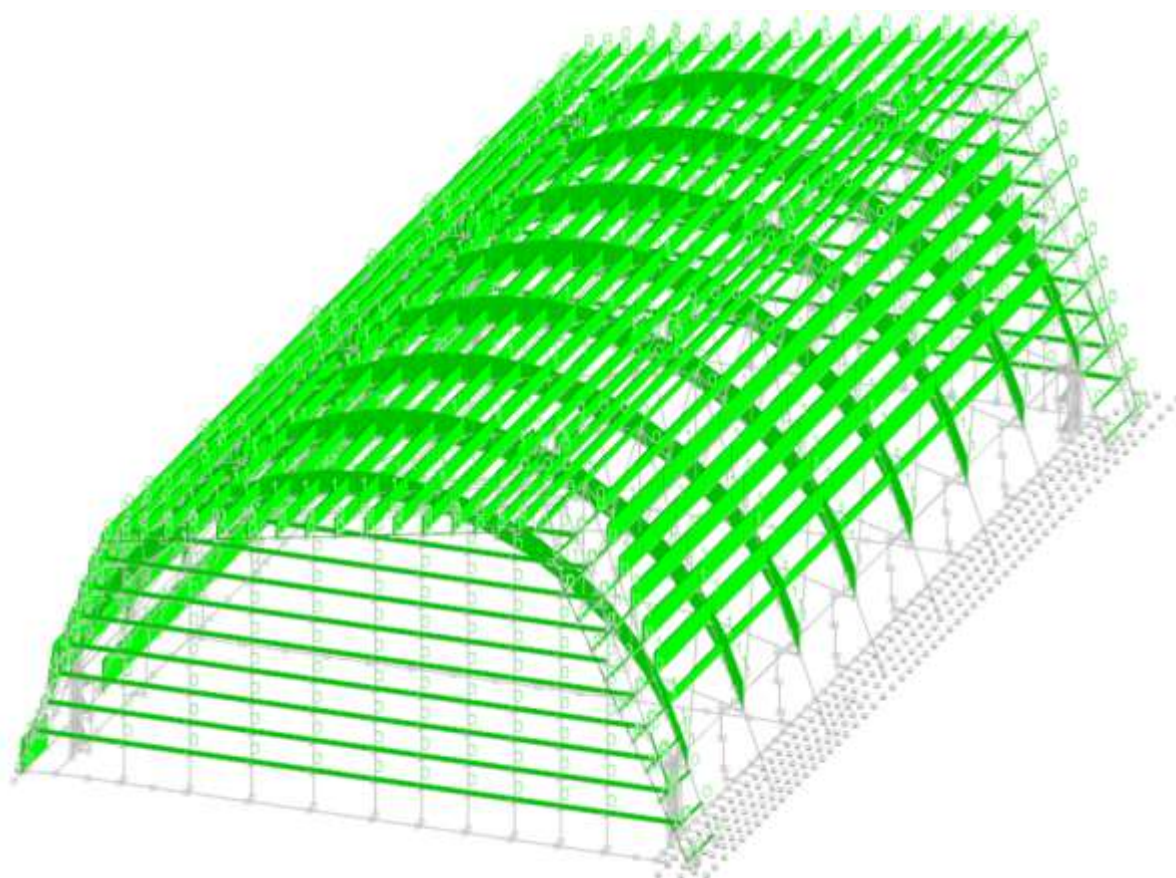


Fig. 4.16 verifiche delle sezioni soddisfatte per REI 45

Una volta effettuate le verifiche e soddisfatti i requisiti di calcolo, è stato prodotto il modello solido tridimensionale da cui si sono ricavati gli elementi strutturali tramite post processore e quindi rielaborati nel dettaglio, secondo quanto contenuto nelle tavole allegate alla presente relazione di tesi, con riferimento ai soli elementi più significativi.

Per quanto attiene al blocco spogliatoi, trattandosi di nuova realizzazione, non vi sono particolarità tali da giustificare uno specifico approfondimento e si rimanda ai contenuti degli elaborati grafici allegati.

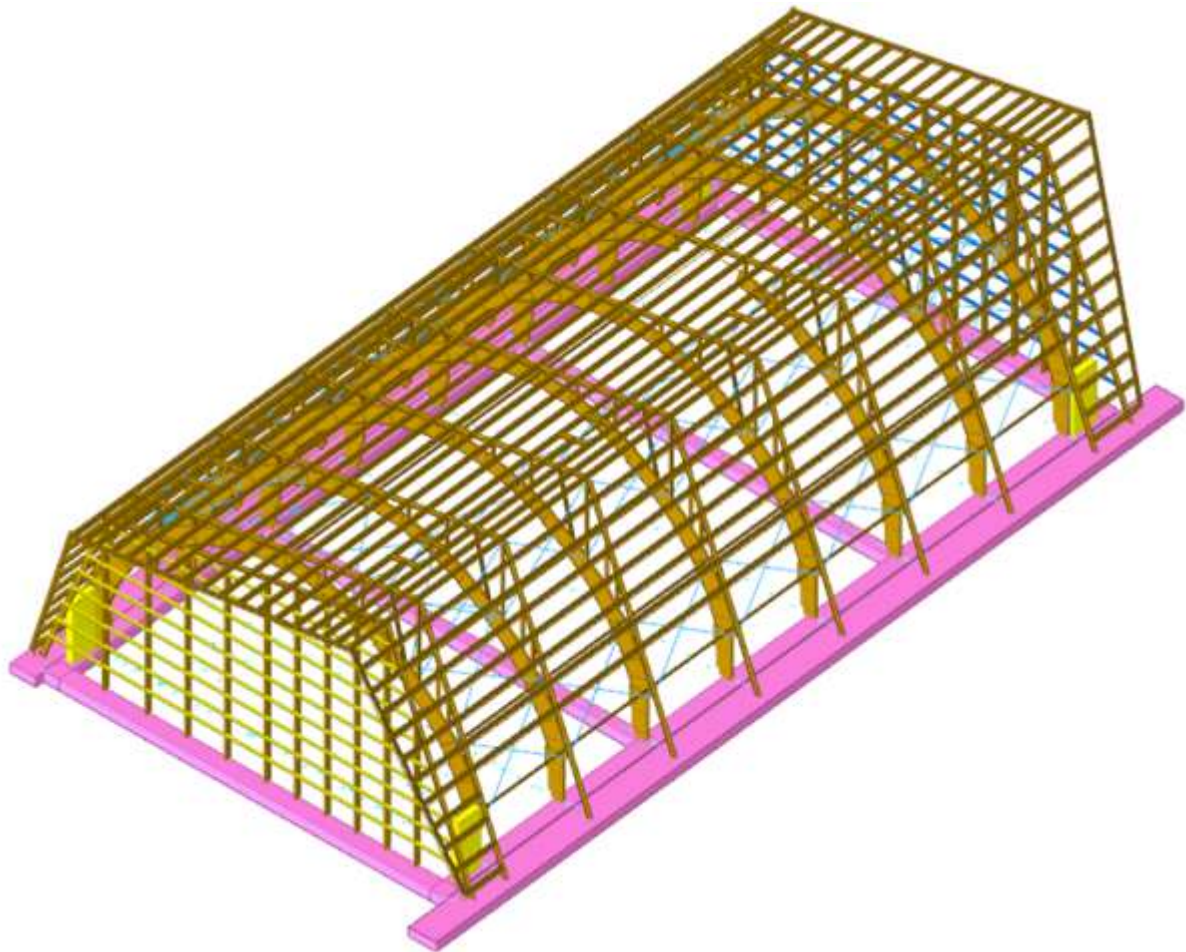


Fig. 4.17 modello FEM solido ottenuto con post processore

5. Gli strumenti di finanziamento dell'opera

5.1 Il contesto normativo

Negli ultimi anni, per quanto riguarda le opere della Pubblica Amministrazione, si è assistito ad un generale calo di risorse in conto capitale con una contestuale aumento della spesa corrente. Questa situazione deriva da una serie di contingenze che hanno condizionato la programmazione delle Amministrazioni ed in particolare la stesura dei piani pluriennali di programmazione. In uno scenario di revisione della spesa pubblica, ormai in atto da anni e mirato ad evitare opere inutili o di difficile gestione economica, la spinta al contenimento degli sprechi è stata sentita dalla classe politica in ragione della necessità di evitare, proprio durante il periodo di insediamento del proprio governo, l'attivazione delle c.d. clausole di salvaguardia (aumento IVA, riduzione detrazioni fiscali, incrementi impositivi per bolli e accise ecc..) che in ogni Legge di Stabilità vengono inserite come *extrema ratio*, in caso di mancato raggiungimento dei risparmi attesi ovvero dei livelli di crescita del PIL previsti, al fine di poter raggiungere gli obiettivi di stabilità concordati in sede europea. Tra i settori su cui ha maggiormente inciso la *Spending Review* vi è sicuramente quello delle opere pubbliche, ciò in quanto la spesa si attesta ai primi posti tra i macro-settori maggiormente dispendiosi per lo Stato. Le restrizioni in tema di finanziamenti pubblici si sono quindi estese a tutto il settore a partire dalle forniture di prodotti e servizi fino alla realizzazione di opere di servizio, che in molti casi si trovano ad essere reinserite più volte nel Piano triennale delle Amministrazioni senza una vera convinzione, avendo le stesse consapevolezza della mancanza di fondi per la loro costruzione.

Purtroppo molte volte il malcostume del settore pubblico ha portato a spese gonfiate e ad una ridefinizione di costi dovuti a varianti, a loro volta a supporto di progetti molto spesso approssimati anche in fase esecutiva. Una delle soluzioni messe in campo è stata l'attivazione nel 1997 di una centrale di acquisti denominata CONSIP successivamente supportata dal Mercato elettronico per la P.A. e denominato MEPA. Questa strategia pubblica si compone di tre fasi. Consip si occupa di pubblicare i bandi del Mercato elettronico, mentre il secondo passaggio prevede che i fornitori si abilitino secondo i

requisiti e pubblichino le loro offerte inerenti gli appalti. La terza fase prevede che le PA emettano ordini diretti o trattino prezzi e condizioni di fornitura migliori, attraverso richieste di offerta o negoziazioni. Il vantaggio di tale sistema è indubbiamente nella trasparenza delle scelte e in un significativo risparmio di tempo nel predisporre le procedure di gara, soprattutto per i piccoli comuni. La criticità invece, per quanto riguarda i servizi di progettazione, afferisce ad un tipo di offerta economica prevalentemente al ribasso, prevista in questo caso dalla normativa sugli appalti pubblici, ma che spesso porta a progettazioni non approfondite e in definitiva specchio del ridotto impegno dell'appaltatore dei servizi di ingegneria.

Come alternativa, l'offerta economicamente più vantaggiosa rappresenta a tutti gli effetti una tutela per l'Amministrazione, che sulla base dei requisiti tecnici può operare con una maggiore discrezionalità, privilegiando la qualità del servizio. In questo contesto si inseriscono nuove forme di ingegneria economica dei progetti che perseguono quanto previsto all'interno del nuovo Codice degli Appalti in base al Decreto legislativo n. 50/2016, aggiornato con le modifiche, da ultimo, introdotte dal D.L. n.76/2020, convertito, con modificazioni, dalla Legge n.120 dell'11 settembre 2020. Oltre a questo il recente D.L. n. 77/2021 denominato *Decreto semplificazioni bis* ha introdotto nuove misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di snellimento delle procedure in ottemperanza al *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*. Il progetto qui presentato si inserisce in tale assetto, operando con forme economiche di finanziamento extra bilancio comunale e cumulabili tra di loro. I finanziamenti previsti riguardano i *Fondi Europei di Sviluppo Regionale FESR*, il *Conto termico 2.0*, così come previsto dal *Gestore dei Servizi Energia GSE* per la riqualificazione n.Z.E.B. di edifici pubblici esistenti ed un prestito a tasso zero da parte del Credito Sportivo; quest'ultima voce non rappresenta un finanziamento vero e proprio, ma anticipa la somma di accensione di un mutuo senza mora, quota che verrà abbattuta con il risparmio energetico generato dalla nuova struttura. Dal punto di vista economico il mutuo rappresenta la quota parte in Conto capitale che l'Amministrazione di Vas impegnerà per la realizzazione dell'opera.

5.2 Il Piano Operativo Regionale e il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Il *Fondo Europeo di Sviluppo Regionale* è uno dei principali strumenti finanziari delle Politiche di aggregazione dei Paesi facenti parte dell'Unione Europea. Dal punto di vista procedurale i fondi vengono deliberati ed assegnati dall'Unione Europea a ciascuno Stato, secondo la programmazione presentata. Vengono quindi gestiti a livello nazionale ed organizzati per aree regionali secondo quanto previsto dai *Piani Operativi regionali POR*. Il FESR a livello italiano mira al riequilibrio economico tra le diverse regioni, in particolare nell'area meridionale che presenta indici di performance finanziaria minori rispetto al nord del Paese. Va comunque segnalato che nel periodo 2014/2020, a cui fa riferimento il finanziamento del progetto qui presentato, le regioni del sud hanno beneficiato di circa il 50% della quota parte disponibile, mentre per la macro area del nord la percentuale sale a circa l'80%. A prescindere dalle considerazioni che possono effettuarsi in merito ai rallentamenti dovuti alla pandemia, il dato percentuale, soprattutto per quanto riguarda gli impegni, è piuttosto deludente. Persistono evidenti differenze nella effettività capacità di spesa tra le regioni più sviluppate e quelle meno sviluppate: le prime, più strutturate, spendono meglio e più delle seconde. La conseguenza di ciò è che le politiche di coesione rischiano di ampliare il divario di sviluppo tra nord e sud, anziché ridurlo. Le misure anti Covid hanno dato maggiore flessibilità e consentito una riprogrammazione sui fondi già messi a disposizione con la programmazione ordinaria. Inoltre è stata erogata dall'Unione Europea una favorevole linea di credito, attraverso una serie di stanziamenti straordinari a favore del nostro Paese, atti a favorire non solo la ripresa dalla crisi derivante dalla pandemia, ma anche e soprattutto un nuovo modello di sviluppo anche per le generazioni future.

L'accordo di partenariato con l'Italia stabilisce il quadro strategico della programmazione nazionale relativa al periodo 2014-2020 dei fondi strutturali e di Investimento europei (Fondi SIE), vale a dire i fondi destinati alla politica di coesione (Fondo europeo di sviluppo regionale, FESR e Fondo sociale europeo FSE).

I Fondi inclusi nell'accordo di partenariato vengono erogati sulla base di *Programmi Operativi* elaborati dagli Stati membri o da un'autorità da essi designata. Ciascun programma definisce le priorità, gli obiettivi specifici, le dotazioni finanziarie del

sostegno dei Fondi e il corrispondente cofinanziamento nazionale. I *Programmi Operativi* sono valutati ed approvati dalla Commissione europea.

L'impostazione strategica è articolata su 11 obiettivi tematici, corrispondenti a quelli individuati dall'articolo 9 del Reg. UE n. 1303/2013.

Nella tabella che segue, riportata nell'Accordo di partenariato, come revisionato a seguito della Decisione di febbraio 2018, è indicata l'allocazione finanziaria a livello nazionale per *obiettivo tematico* del complesso delle risorse comunitarie assegnate all'Italia, per un totale di 43,7 miliardi di euro.

OBIETTIVO TEMATICO	FESR	FSE	TOTALE Fondi strutturali	FEASR	FEAMP	TOTALE Fondi SIE
1. Rafforzare la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione	3.802,5	-	3.802,5	427,1	-	4.229,6
2. Migliorare l'accesso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, nonché l'impiego e la qualità delle medesime	1.639,3	-	1.639,3	272,6	-	1.911,9
3. Promuovere la competitività delle piccole e medie imprese, il settore agricolo e il settore della pesca e dell'acquacoltura	3.738,8	-	3.738,8	4.319,0	218,7	8.276,5
4. Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in tutti i settori	3.378,3	-	3.378,3	439,3	12,7	3.830,3
5. Promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi	989,4	-	989,5	1.735,0	-	2.724,5
6. Tutelare l'ambiente e promuovere l'uso efficiente delle risorse	2.609,9	-	2.609,9	1.954,9	215,5	4.780,3
7. Promuovere sistemi di trasporto sostenibili ed eliminare le strozzature nelle principali infrastrutture di rete	2.447,0	-	2.447,0	-	-	2.447,0
8. Promuovere l'occupazione e sostenere la mobilità dei lavoratori	-	4.785,3	4.785,3	189,0	58,1	5.032,4
9. Promuovere l'inclusione sociale e combattere la povertà	1.265,7	2.292,6	3.558,3	712,9	-	4.271,2
10. Investire nelle competenze, nell'istruzione e nell'apprendimento permanente	898,9	3.020,4	3.919,3	116,7	-	4.036,0
11. Rafforzare la capacità istituzionale e promuovere un'amministrazione pubblica efficiente	187,6	644,7	832,3	-	-	832,3
Totale Obiettivi Tematici	20.957,5	10.743,0	31.700,5	10.166,5	505,00	42.372,0
Misure discontinue	-	-	-	8,1	-	8,1
Assistenza tecnica	703,1	360,4	1.063,5	270,0	32,3	1.365,8
TOTALE	21.660,6	11.103,4	32.764,0	10.444,6	537,3	43.745,9

Fig. 5.1 tabella delle risorse FESR aggiornata al 2018

Come evidenziato nel riquadro soprastante, l'*obiettivo tematico 4* prevede la riduzione della CO₂ attraverso azioni specifiche tra cui la 4.1.1 *Promozione dell'eco-efficienza e riduzione dei consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche*.

Nel caso in esame, con riferimento all'azione 4.1.1, per accedere al finanziamento FESR della regione Veneto, l'Amministrazione di Vas si è impegnata a produrre un progetto di fattibilità sul periodo 2014/2020, da svilupparsi in fase esecutiva nel corso del 2021, in modo tale da accedere con il massimo punteggio possibile alla seconda call. Questa procedura è stata possibile con le deroghe inserite nell' accordo 2020 a causa della pandemia C19, contingenza che ha eliminato alcune azioni non ritenute prioritarie e ristorando ulteriormente gli obiettivi europei ritenuti strategici, tra cui l'efficientamento energetico.

Intensità cofinanziamento	90%	0	x	0
	80%	1		
	70%	2		
Livello progettazione	fattibilità	0		
	definitivo	20		
	esecutivo	25	x	25
Intervento su strutture energivore	classe E o superiori	0		
	Classe F	1	x	1
	Classe G	2		
Miglioramento classe energetica	2 classi	0		
	3 classi	1		
	4 classi	2		
	5 classi o più	3	x	3
Riduzione dell'Epgl	riduzione del 20%	0		
	riduzione del 35%	1		
	riduzione del 50%	2		
	riduzione del 65%	3	x	3
Economicità dell'operazione	Tr inferiore a 15	3	x	3
	Tr > 15 e <= 20	2		
	Tr > 20 e <= 25	1		
	Tr > 25 e <= 30	0		
Produzione energia da fonte rinn per autoconsumo	per autoconsumo, per climatizzazione invernale	2	x	2
	per produzione acs	1		
	no impianti energia termica da fonti rinnovabili	0		
Emas	registrato	1		
	no registrato	0	x	0
Fusione comuni	fusione comuni	2	x	2
	comunità montana, ecc.	1		
	nessuna	0		
			TOT	39

Fig. 5.2 rating FESR previsto per la presentazione del progetto esecutivo di Vas

Per accedere con successo al bando di riqualificazione dell'impianto sportivo, si è reso necessario garantire le massime prestazioni energetiche in termini di miglioramento della attuale classe energetica F con un guadagno di ulteriori cinque classi e una riduzione di almeno il 65% dell'indice di prestazione energetica $E_{p,gl,nren}$ trattandosi di una riqualificazione nZEB.

RAGIONE SOCIALE	SPESA RICHIESTA	SPESA AMMESSA	CONTRIBUTO CONCEDIBILE	CONTRIBUTO CONCESSO	PUNTEGGIO
COMUNE DI MIANE	€ 571.159,41	€ 552.540,66	€ 386.778,46	€ 386.778,46	40
COMUNE DI SANTA LUCIA DI PIAVE	€ 730.351,22	€ 730.351,22	€ 511.245,85	€ 511.245,85	40
COMUNE MOTTA DI LIVENZA	€ 1.075.000,00	€ 1.034.260,66	€ 723.982,46	€ 723.982,46	40
COMUNE MOTTA DI LIVENZA	€ 998.500,00	€ 977.138,65	€ 683.997,06	€ 683.997,06	40
COMUNE DI QUERO VAS	€ 1.055.555,56	€ 1.039.262,81	€ 935.336,53	€ 935.336,53	39

Fig. 5.3 graduatoria POR FESR 2020 da validare con progetto esecutivo

Il contributo richiesto, sulla base delle caratteristiche energetiche del progetto di riqualificazione nZEB è di 1.055.555,56 euro su 1.520.000 euro di quadro economico totale. La cifra concessa in conto capitale è di 935.336,53 euro, valore che verrà confermato alla validazione del progetto esecutivo. L'indice di economicità dell'operazione verrà approfondito nel paragrafo dedicato all'analisi economica del piano finanziario.

5.2 Il Conto termico 2.0

Il Decreto 16 febbraio 2016, più noto come Conto Termico 2.0, prevede un'agevolazione per tutti gli interventi di efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili in edifici esistenti di qualsiasi categoria catastale. Il contributo economico previsto dal decreto, a differenza delle detrazioni fiscali (50% e 65% che sono una riduzione delle imposte IRPEF e IRES nella dichiarazione dei redditi), è accreditato direttamente sul conto corrente dal GSE Gestore dei Servizi Energetici. Per le Pubbliche Amministrazioni gli interventi incentivabili dal Conto termico 2.0 afferiscono alla Categoria 1:

- 1.A - isolamento termico di superfici opache;
- 1.B - sostituzione di chiusure trasparenti;
- 1.C - sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti dotati di generatori di calore a condensazione;
- 1.D - installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento.
- 1.E - trasformazione degli edifici esistenti in «edifici a energia quasi zero»;
- 1.F - sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione;
- 1.G - installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici.

Per l'impianto sportivo di Vas si è scelto di intervenire con la tipologia **1.E - trasformazione degli edifici esistenti in Edifici a Energia Quasi Zero**. Una criticità di tale tipologia è rappresentata dai maggiori costi di costruzione per il rispetto dei requisiti nZEB dell'edificio in luogo dei singoli interventi della categoria 1, ma nell'intenzione di costruire un piano finanziario che cumuli le diverse tipologie di incentivo, la scelta si dimostra economicamente la più conveniente. Si evidenzia che il Conto termico 2.0 permette la compatibilità con qualunque altro finanziamento, pubblico o privato, a patto che la somma dei contributi non superi il 100% del costo totale degli interventi. Il finanziamento sulla categoria 1 viene erogato non solo alle Pubbliche Amministrazioni Comunali, ma anche gli istituti e scuole di ogni ordine e grado, le aziende ed amministrazioni dello Stato, le Regioni, le Province, i Comuni, le Comunità montane, le istituzioni universitarie, gli Istituti Autonomi Case Popolari, le Camere di Commercio, tutti gli Enti Pubblici non economici, le aziende e gli enti del Servizio sanitario nazionale (come previsto all'art. 1, comma 2 del D. Lgs. n. 165/2001), le Cooperative di abitanti iscritte all'Albo Nazionale, le Società a patrimonio interamente pubblico e Società cooperative sociali. Ai fini dell'accesso al meccanismo, il soggetto beneficiario dell'incentivo può operare anche attraverso un soggetto delegato per la presentazione della richiesta d'incentivo. A questo proposito il regolamento del C.T. 2.0 fa riferimento alla forma giuridica di *ESCo - Energy Service Company* attraverso la sottoscrizione di un apposito contratto. Lo stesso GSE, a fronte del proliferare di semplici società srl con limitata capacità tecnica nel campo di servizi energetici, ha introdotto dal 2016 l'obbligo della certificazione UNI 11352 per

le ESCo operanti nel settore dei Titoli di Efficienza Energetica e progetti basati su contratti di rendimento energetico – EPC. La richiesta di incentivo in Conto Termico può essere presentata sia a intervento concluso, in modalità di *accesso diretto*, sia prenotando l’incentivo a intervento in corso o ancor prima di avere iniziato i lavori, attraverso la modalità *a prenotazione*. La richiesta deve essere presentata al GSE attraverso il portale internet dedicato, *Portaltermico*, accessibile attraverso l’Area Clienti del sito www.gse.it.

Per il progetto dell’impianto sportivo di Vas, l’Amministrazione ha attivato nel 2020 la procedura *a prenotazione*, in quanto parte della strategia del processo di costruzione del Piano Economico basato sul cumulo di più incentivi. Nel caso il contributo del C.T. 2.0 non fosse erogato, il progetto non sarebbe possibile a causa della mancanza di risorse nel capitolo di spesa. La procedura in questo caso prevede la presentazione di:

- diagnosi energetica ai sensi del D.lgs 102/2014
- un provvedimento o altro atto amministrativo attestante l’impegno all’esecuzione di almeno uno degli interventi previsti dalla diagnosi energetica e per i quali si richiede l’incentivo.

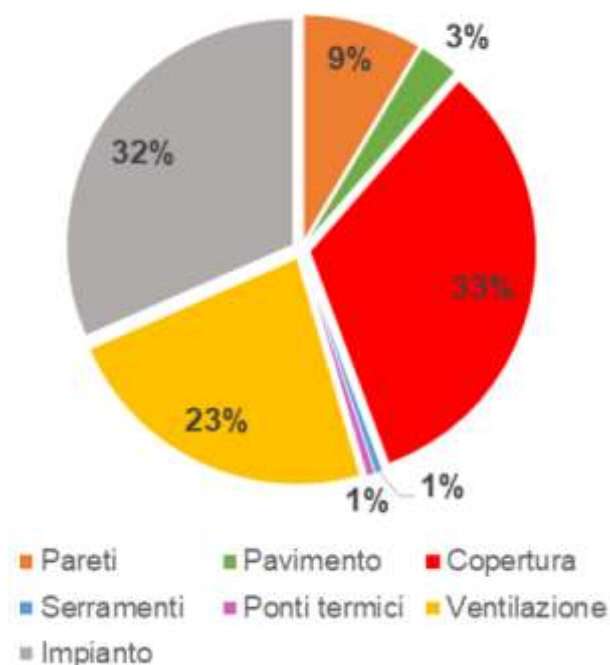


Fig. 5.4 risultati percentuali delle dispersioni di fatto della diagnosi inviata al GSE

Trattandosi di riqualificazione energetica nZEB di un edificio esistente, il costo massimo ammissibile fa riferimento alla seguente tabella estratta dalle linee guida del GSE.

Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile	Percentuale e massima di spesa
1.E Trasformazione degli edifici in Nzeb	500€/mq (zone A, B, C) 575€/mq (zone D, E, F)	65% euro 1.500.000 o euro 1.750.000 in relazione alla zona climatica

Fig. 5.5 costo massimo ammissibile per edificio nZEB

La richiesta di prenotazione deve essere accettata dal GSE. In tal caso quest'ultimo procede a impegnare, a favore del richiedente, la somma corrispondente all'incentivo spettante. Elemento fondamentale e non derogabile da parte del GSE è il rispetto dei tempi di avvio, durata e conclusione dei lavori una volta confermata l'erogazione dell'incentivo, pena la perdita del contributo.

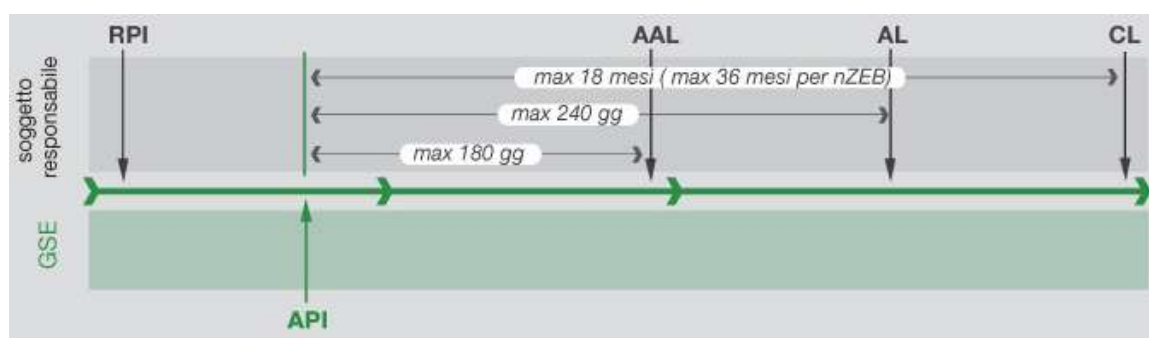


Fig. 5.6 schema della tempistica per la procedura a prenotazione

5.2.1 Il Calcolo dell'incentivo

Il centro sportivo di Vas si trova in zona climatica E per cui è possibile usufruire dell'aliquota di incentivo più alta tra quelle previste dal GSE per le zone D, E, F.

L'intervento incentivabile consiste nella trasformazione degli edifici esistenti, dotati di impianto di climatizzazione, in *edifici a energia quasi zero* (nZEB) e prevede inoltre la possibilità di ampliamento fino a un massimo del 25% della volumetria iniziale, nel rispetto degli strumenti urbanistici vigenti. Questo aspetto è stato valutato attentamente nel progetto di riqualificazione. Infatti il volume degli spogliatoi è stato dimensionato in modo tale da non superare il valore, anche se questa scelta ha limitato le attività agonistiche praticabili secondo gli standard dimensionali del CONI. Si evidenzia inoltre che per gli interventi di ristrutturazione importante o riqualificazione, tali da trasformare gli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero", al fine del rilascio dell'incentivo, l'attestato di prestazione energetica redatto successivamente alla realizzazione degli interventi, dovrà riportare la classificazione di *edifici a energia quasi zero*, ovvero l'edificio deve rispettare i requisiti indicati al paragrafo 3.4, del decreto del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2015 concernente le metodologie di calcolo della prestazione energetica e la definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

Inoltre, ai fini dell'accesso all'incentivo indicato nel DM 16 febbraio 2016, per il raggiungimento della classificazione di *edifici a energia quasi zero* sono ammissibili gli interventi di incremento dell'efficienza energetica volti alla riduzione dei fabbisogni di energia per la climatizzazione invernale ed estiva, l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne degli edifici, la produzione di acqua calda sanitaria, nonché gli interventi di produzione di energia termica ed elettrica da fonti rinnovabili, destinata alla copertura dei fabbisogni medesimi. Per l'intervento in oggetto, finalizzato a trasformare l'impianto sportivo in *edificio ad energia quasi zero*, l'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 65% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto dei costi massimi unitari e dei massimali di incentivo previsti:

$$I_{\text{tot}} = 65\% \times C \times S_{\text{int}}$$

Il coefficiente S_{int} rappresenta la superficie utile calpestabile oggetto di intervento, mentre Cx è il rapporto tra la spesa sostenuta e S_{int} , con percentuale massima di spesa secondo la tabella

di fig. 5.3. Questa metodologia di calcolo non privilegia la situazione dell'impianto sportivo di Vas che a fronte di un volume significativo dovuto alla notevole altezza necessaria al campo da gioco presenta una limitata superficie utile calpestabile.

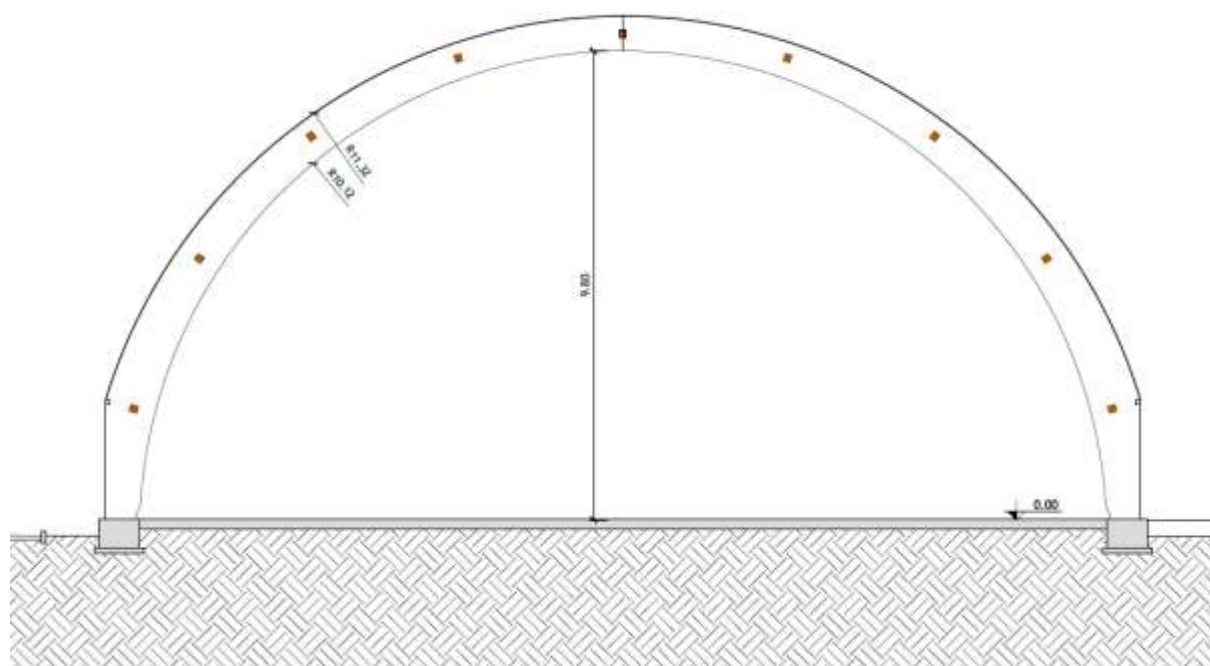


Fig. 5.7 sezione trasversale stato di fatto che evidenzia l'altezza massima di 9.80 mt

Oltre a questa evidenza vanno tenute in conto le prescrizioni per l'accesso al conto termico che afferiscono all'art. 54 del D.P.R. 380/2001:

- la costruzione deve essere una struttura fissa e non ideata per essere periodicamente rimossa;
- la struttura deve essere dotata di fondamenta;
- la struttura deve essere normalmente chiusa su tutta la superficie;
- iscrizione al catasto edilizio urbano ad esclusione della categoria F.

Per accedere al Conto termico 2.0 l'edificio deve essere *climatizzato* e cioè dotato di impianto di climatizzazione invernale. La definizione si riferisce ad un impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale ed eventualmente, alla produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato, che preveda una taglia compatibile con l'edificio da climatizzare.

L'impianto sportivo di Vas rientra in tali tipologie con una potenza utile nominale di 27,90 kW prodotta da una caldaia a gas naturale.

Non sono invece considerati impianti di climatizzazione invernale i sistemi dedicati esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria al servizio di unità immobiliari ad uso residenziale e assimilate .

4.1 GRUPPI TERMICI O CALDAIE	
Gruppo Termico GT ...1.....	Situazione alla prima installazione o alla ristrutturazione dell'impianto termico Indicare nella parte tratteggiata il progressivo del componente a cui la scheda si riferisce.
Data di installazione 15/06/2006.....	Data di dismissione
Fabbricante IMMERGAS.....	Modello EOLO 24 SUPERIOR PLUS.....
Matricola 2808530.....	
Combustibile Gas Naturale.....	Fluido Termovettore ACQUA.....
Potenza termica utile nominale Pn max 27,90..... (kW)	Rendimento termico utile a Pn max 92,90..... (%)
<input checked="" type="radio"/> Gruppo termico singolo	<input type="radio"/> Gruppo termico modulare con n° ... analisi fumi previste
<input type="radio"/> Tubo / nastro radiante	<input type="radio"/> Generatore d'aria calda

Fig. 5.8 estratto del libretto di impianto della caldaia a gas naturale

Una volta verificati i criteri di ammissione alla procedura di prenotazione del C.T. 2.0 è possibile calcolare l'aliquota massima di contributo sulla base delle evidenze progettuali. Le ipotesi redatte in fase preliminare hanno riguardato la valutazione dei singoli interventi di riqualificazione e quindi su richiesta dell'Amministrazione di Vas, la riqualificazione

energetica globale nZEB, soluzione scelta per i successivi livelli di progettazione definitiva ed esecutiva. Sinteticamente i costi afferenti ai singoli interventi migliorativi richiedono un investimento complessivo pari a 760.000 €, comprensivo di oneri fiscali. Il risparmio annuo di energia risulta pari a 60.260 kWh, pari a circa al 43% del consumo attuale, con un conseguente risparmio economico annuo di circa 6.000 € con un tempo di ritorno semplice dell'investimento molto elevato e non accettabile per l'impegno economico richiesto.

TIPOLOGIA INTERVENTO	RISPARMIO ECONOMICO (€/ANNO)	RISPARMIO ENERGIA (KWH)	COSTO INTERVENTO (€)
Coibentazione involucro opaco spogliatoi	280	2.800	29.000
Sostituzione serramenti spogliatoi	20	190	4.200
Coibentazione involucro palestra	5.700	57.200	430.000
Altre lavorazioni	-	-	77.000
Cantiere, ponteggi e sicurezza	-	-	29.800
Totale lavori	-	-	570.000
Somme a disposizione (imprevisti, spese tecniche, IVA, ecc.)	-	-	190.000
Totale	6.000	60.260	760.000

Fig. 5.9 investimenti per singoli interventi di efficientamento energetico

Il secondo scenario di tipo nZEB, a cui fa riferimento il progetto, è quello scelto dall'Amministrazione una volta confrontati i risultati per l'investimento necessario ed i ritorni economici ottenibili con le due soluzioni. In questo caso è previsto un ulteriore aumento del volume dell'impianto sportivo fino al limite del 25% del volume esistente secondo le regole tecniche del Gestore per i Servizi Energia.

Con questa soluzione di intervento di realizzazione di un *edificio ad energia quasi zero* l'investimento complessivo è pari a 1.520.000 €. Gli interventi di coibentazione e l'installazione della pompa di calore abbinata all'impianto

fotovoltaico permettono un risparmio annuo di energia significativo pari al 90% del consumo attuale. Il tempo di rientro dell'intervento risulta però elevato anche in questo caso e non percorribile per l'Amministrazione.

TIPOLOGIA INTERVENTO	RISPARMIO ECONOMICO (€/ANNO)	RISPARMIO ENERGIA (kWh)	COSTO INTERVENTO (€)
Riqualificazione integrale involucro	7.900	79.600	540.000
Riqualificazione impianto e installazione pompa di calore	20.600	- 1.770	170.000
Solare fotovoltaico	6.210	27.000	50.000
Installazione lampade LED	460	2.000	50.000
Altre lavorazioni	-	-	405.000
Cantiere, ponteggi e sicurezza	-	-	35.000
Totale lavori	-	-	1.250.000
Somme a disposizione (imprevisti, spese tecniche, IVA, ecc.)	-	-	270.000
Totale	12.800	129.200	1.520.000

Fig. 5.10 investimenti per intervento di efficientamento energetico nZEB

Per rendere l'intervento economicamente più sostenibile si è effettuato il calcolo degli importi per le due soluzioni possibili secondo le aliquote previste dal Conto Termico 2.0.

SCENARIO	RISPARMIO ECONOMICO	CONTRIBUTO (€)	COSTO INTERVENTO (€)	TR (anni)	INCIDENZA DEL CONTRIBUTO
Interventi singoli	€ 6.000	€ 190.500	€ 760.000	95	25%
Edificio nZEB	€ 12.800	€ 429.000	€ 1.520.000	85	28%

Fig. 5.11 contributo C.T. 2.0 per le due tipologie di intervento possibili

Entrambi gli interventi presentano percentuali di contributo a fondo perduto piuttosto limitate; gli interventi puntuali soffrono di una bassa aliquota in quanto il legislatore, pur riconoscendo il miglioramento delle singolarità, ne penalizza la poca omogeneità con riferimento alla complessa articolazione di un edificio energivoro ed in definitiva al limitato impegno progettuale. Lo scenario nZEB presenta invece significativi aspetti di cumulabilità economica con altri incentivi di tipo statale e strutturale che lo rendono preferibile, nonostante ad una prima analisi il costo di realizzazione risulti elevato. Inoltre l'intervento nZEB prevede l'ampliamento della struttura, consentendo l'omologazione dell'impianto sportivo secondo le norme CONI; diversamente, la mancanza di spogliatoi regolamentari impedirebbe l'accesso al mutuo dell'istituto di Credito sportivo italiano, che prevede senza deroghe l'omologazione degli impianti sportivi che lo richiedono. Anche in questo caso, come già anticipato, il finanziamento della nuova struttura nZEB risente degli sfavorevoli rapporti geometrici dell'impianto esistente; infatti la superficie utile risulta limitata nel contesto volumetrico e tale situazione comporta un contributo di circa 429.000 euro che incide per il 28% della spesa totale di 1.520.000 euro.

$$I_{gse} = 575,00 \times 1149_{mq} \times 0,65 = 429.438,75 \text{ euro}$$

E' evidente la criticità del rapporto Superficie Utile/Volume della struttura di fatto che non permette di accedere al restante 37% di contributo, fino al valore massimo del 65%. Si evidenziano inoltre due aspetti in antitesi legati alla situazione in essere dell'impianto sportivo:

- il costo dell'intervento non satura il tetto massimo di 1.750.000 euro previsto dalle regole applicative del conto termico per edifici posti in zona climatica E;
- l'ampliamento degli spogliatoi nel limite del 25% del volume preesistente consente di ottimizzare l'incentivo con l'aumento della superficie calpestabile e vista l'altezza ridotta rispetto alla struttura principale, permettono una favorevole computazione economica per il contributo dell'ampliamento.

5.3 Value for Money

Con l'esatta determinazione dei contributi in conto capitale è possibile redigere il Piano finanziario dell'opera e determinare la somma a carico dell'Amministrazione di Quero Vas per la quota parte non prevista dai finanziamenti. Va evidenziato come il capitolo di spesa nel bilancio dell'Amministrazione, alla luce dei recenti chiarimenti normativi, prevede la copertura della somma effettivamente in capo all'Amministrazione, mentre per le quote restanti è sufficiente la comunicazione formale di concessione dell'incentivo da parte dei soggetti responsabili. Il Piano finanziario si basa sulla composizione dei vari incentivi e sulla quota richiesta all'Amministrazione di Quero Vas; si evidenzia l'impossibilità di superare il 100% della spesa ammessa oltre alla verifica del divieto di cumulabilità sui fondi diversi dal Conto termico. In questo caso il POR FESR non pone veti per l'azione 4.1.1.

Per la parte in carico all'Amministrazione è comunque necessario dimostrare la sostenibilità economica dell'intervento e l'inserimento dell'intervento all'interno del Piano triennale delle Opere Pubbliche.

Nel caso l'operazione di riqualificazione energetica fosse supportata da una procedura di Partenariato Pubblico Privato secondo l'istituto del Project Financing ai sensi dell'art. 183 del D.lgs 50/2016, con il recente decreto legge 16 luglio 2020, n. 76, il PPP potrà anche esso essere attivato, pur essendo l'opera inserita nel Piano triennale delle OO.PP.

L'analisi che segue si basa sulla combinazione ottimale dei costi complessivi del progetto, in coerenza con gli obiettivi perseguiti mediante l'utilizzo delle risorse disponibili. Questo tipo di indagine viene definita come *Value for Money* e permette all'Amministrazione di verificare se il ricorso alle forme di PPP possa essere alternativo ad una procedura di appalto tradizionale,

in questo caso per la quota parte non coperta dagli incentivi del Conto Termico e dal contributo POR FESR. Tale procedura evidenzia in modo analitico il percorso migliore per ottimizzare i costi sostenuti dall'Amministrazione.

A) SOMME a BASE D'APPALTO			
1) a corpo	€	-	
2) a misura	€	1 215 000,00	
3) a corpo e misura	€	-	
4) in economia	€	-	
A.1) IMPORTO DEI LAVORI A BASE DI GARA (1+2+3+4)			€ 1 215 000,00
5) oneri Piani di secur. coordin. non soggetti ribasso			€ 35 000,00
A.2) TOTALE LAVORI (A.1+5)			€ 1 250 000,00
B) SOMME a DISPOSIZIONE dell'AMMINISTRAZIONE			
a) lavori in economia			
b) smontaggio/rimontaggio arredi			
01) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto	€		-
a) aggiornamento perizia geologica	€	500,00	
02) Rilievi, accertamenti, indagini			€ 500,00
a) spostamento contatore e aumento potenza contrattuale (utenza elettrica)	€	3 200,00	
03) Allacciamento a pubblici servizi			€ 3 200,00
04) Imprevisti IVA inclusa			€ 17 852,00
05) Art.113 D.Lgs. n.50/2016 (Incentivi per funzioni tecniche)			€ 15 000,00
a) progettazione, direzione lavori, contabilità e sicurezza	€	80 000,00	
b) accatastamento	€	2 000,00	
c) contributo previdenziale (4%)	€	3 280,00	
d) IVA su spese tecniche (22% del totale)	€	18 761,60	
06) Spese tecniche			€ 104 041,60
07) Contributo Autorità di Vigilanza			€ 600,00
a) collaudo statico	€	2 000,00	
b) attestato prestazione energetica (APE)	€	1 000,00	
c) contributo previdenziale (4%)	€	120,00	
d) IVA su spese di consulenza (22% del totale)	€	686,40	
08) Spese per analisi e collaudi			€ 3 806,40
09) IVA su lavori all'aliquota del		10%	€ 125 000,00
B) TOTALE SOMME a DISPOSIZIONE dell'AMMINISTRAZIONE			€ 270 000,00
TOTALE IMPORTO PROGETTO (A.2+B)			€ 1 520 000,00

Fig. 5.11 il quadro economico di progetto

Con riferimento ai costi di progetto, all'incentivo del GSE e al contributo POR FESR individuati nei paragrafi precedenti per la realizzazione dei lavori di efficientamento della

struttura sportiva, la quota in conto capitale a carico dell'Amministrazione di Quero Vas risulta essere di 156.000,00 euro, effettuati gli arrotondamenti.

Tale cifra, se non in disponibilità nel capitolo di bilancio comunale, può essere trasformata in mutuo erogabile dall'Istituto di Credito sportivo italiano, opportunità coerente con la destinazione d'uso dell'opera, trattandosi di impianto sportivo. In questo caso la durata del mutuo è fissata in un periodo massimo di 20 anni, anche in presenza di periodi di ammortamento significativamente più brevi o in un contesto di flussi di cassa positivi come nel caso in oggetto. Tale situazione andrà valutata dall'Amministrazione di Quero Vas anche in funzione dell'acquisto di specifiche attrezzature che potrebbero rientrare nell'ammortamento.

La sintesi del piano finanziario è quindi la seguente:

Contributo (FESR)	€ 935 000,00	62%
Contributo (GSE)	€ 429 000,00	28%
Fondi propri (CONI)	€ 156 000,00	10%
TOTALE	€ 1 520 000,00	100%

Fig. 5.12 tabella riassuntiva degli investimenti in conto capitale

Appare evidente il limitato impegno economico dell'Amministrazione di Quero Vas, per una cifra di circa il 10% dell'importo totale di realizzazione dell'opera. L'opportunità di accedere ad un mutuo del Credito sportivo italiano è però l'ipotesi migliore in quanto permette, a fronte di un limitato indebitamento, un flusso di cassa in attivo per tutta la durata del prestito con orizzonte massimo ventennale. Un secondo aspetto, legato alla riqualificazione nZEB dell'impianto sportivo, riguarda la decisa riduzione dei consumi energetici.

Il risparmio è dovuto agli aspetti passivi del nuovo involucro che riducono significativamente trasmittanze e dispersioni per ventilazione, ma anche all'eliminazione dell'impianto di generazione calore a gas naturale, sostituito da una pompa di calore alimentata prevalentemente

dai pannelli fotovoltaici in copertura. Nella proiezione sottostante si descrivono i consumi *ex ante* ed *ex post* intervento, con valori economici indicizzati secondo il paniere ISTAT, mentre prudenzialmente le spese di manutenzione si mantengono invariate, pur considerando l'assenza di vetustà degli impianti e cicli di manutenzione programmata meno frequenti.

Anno	ANTE INTERVENTO				POST INTERVENTO			
	Consumo metano	Consumo elettrico	Spese di manutenzione	Totale spese	Consumo metano	Consumo elettrico	Spese di manutenzione	Totale spese
1	€ 12 000	€ 10 000	€ 3 000	€ 25 000	€ 0	€ 2 000	€ 3 000	€ 5 000
2	€ 12 480	€ 10 400	€ 3 045	€ 25 925	€ 0	€ 2 080	€ 3 045	€ 5 125
3	€ 12 979	€ 10 816	€ 3 091	€ 26 886	€ 0	€ 2 163	€ 3 091	€ 5 254
4	€ 13 498	€ 11 249	€ 3 137	€ 27 884	€ 0	€ 2 250	€ 3 137	€ 5 387
5	€ 14 038	€ 11 699	€ 3 184	€ 28 921	€ 0	€ 2 340	€ 3 184	€ 5 524
6	€ 14 600	€ 12 167	€ 3 232	€ 29 998	€ 0	€ 2 433	€ 3 232	€ 5 665
7	€ 15 184	€ 12 653	€ 3 280	€ 31 117	€ 0	€ 2 531	€ 3 280	€ 5 811
8	€ 15 791	€ 13 159	€ 3 330	€ 32 280	€ 0	€ 2 632	€ 3 330	€ 5 961
9	€ 16 423	€ 13 686	€ 3 379	€ 33 488	€ 0	€ 2 737	€ 3 379	€ 6 117
10	€ 17 080	€ 14 233	€ 3 430	€ 34 743	€ 0	€ 2 847	€ 3 430	€ 6 277
11	€ 17 763	€ 14 802	€ 3 482	€ 36 047	€ 0	€ 2 960	€ 3 482	€ 6 442
12	€ 18 473	€ 15 395	€ 3 534	€ 37 402	€ 0	€ 3 079	€ 3 534	€ 6 613
13	€ 19 212	€ 16 010	€ 3 587	€ 38 810	€ 0	€ 3 202	€ 3 587	€ 6 789
14	€ 19 981	€ 16 651	€ 3 641	€ 40 272	€ 0	€ 3 330	€ 3 641	€ 6 971
15	€ 20 780	€ 17 317	€ 3 695	€ 41 792	€ 0	€ 3 463	€ 3 695	€ 7 159
16	€ 21 611	€ 18 009	€ 3 751	€ 43 371	€ 0	€ 3 602	€ 3 751	€ 7 353
17	€ 22 476	€ 18 730	€ 3 807	€ 45 013	€ 0	€ 3 746	€ 3 807	€ 7 553
18	€ 23 375	€ 19 479	€ 3 864	€ 46 718	€ 0	€ 3 896	€ 3 864	€ 7 760
19	€ 24 310	€ 20 258	€ 3 922	€ 48 490	€ 0	€ 4 052	€ 3 922	€ 7 974
20	€ 25 282	€ 21 068	€ 3 981	€ 50 332	€ 0	€ 4 214	€ 3 981	€ 8 195

Fig. 5.13 proiezione dei risparmi per la spesa energetica

Con riferimento ai flussi di cassa ricavati secondo le quote parti di finanziamento riportate nella tabella di fig. 5.11, si ricava l'andamento del valore attuale netto per il periodo massimo di

durata del mutuo. Il VAN risulta negativo al solo atto di accensione del mutuo. Dal punto di vista di gestione dell'appalto, per garantire l'equilibrio economico, si prevede un primo SAL interamente coperto dall'anticipo al 50% del GSE e dall'erogazione del mutuo del credito sportivo.

FLUSSI DI CASSA			
Costi (euro)	Ricavi (euro)	VAN	Note
€ 1 536 650	€ 370 500	-€ 1 146 150	Accensione del mutuo
€ 16 775	€ 1 149 500	€ 7 375	Rendicontazione contributi
€ 16 904	€ 21 632	€ 12 103	
€ 17 037	€ 22 497	€ 17 564	
€ 17 174	€ 23 397	€ 23 787	
€ 17 315	€ 24 333	€ 30 805	
€ 17 461	€ 25 306	€ 38 650	
€ 17 611	€ 26 319	€ 47 358	
€ 17 767	€ 27 371	€ 56 962	
€ 17 927	€ 28 466	€ 67 502	
€ 18 092	€ 29 605	€ 79 015	
€ 18 263	€ 30 789	€ 91 541	
€ 18 439	€ 32 021	€ 105 123	
€ 18 621	€ 33 301	€ 119 803	
€ 18 809	€ 34 634	€ 135 628	
€ 19 003	€ 36 019	€ 152 644	
€ 19 203	€ 37 460	€ 170 901	
€ 19 410	€ 38 958	€ 190 449	
€ 19 624	€ 40 516	€ 211 342	
€ 19 845	€ 42 137	€ 233 634	Chiusura del mutuo

Fig. 5.14 andamento dei flussi di cassa su base ventennale

Nel secondo semestre verrà erogata la quota parte del contributo POR FESR con saldo entro la fine lavori. Il piano finanziario e la cronologia dei pagamenti sullo stato di avanzamento dei lavori troveranno applicazione all'interno del capitolato speciale d'appalto, acquisito il parere di regolarità contributiva e copertura finanziaria dell'opera da parte dei competenti organi amministrativi. Dal secondo semestre, riportato al successivo anno economico, i flussi di cassa generano un utile significativo che rappresenta il risparmio sulla spesa corrente derivato dagli effetti dell'efficientamento dell'edificio.

Al termine dell'analisi finanziaria è possibile asserire la sostenibilità economica del progetto con un'operazione finanziaria interamente a capo del soggetto pubblico. Una seconda possibilità, da valutarsi all'interno del procedimento di *Value for Money*, è rappresentata dall'attivazione di un contratto EPC tramite una Energy Service Company (ESCO) certificata ai sensi della norma UNI CEI 11352. In questo caso il proponente può farsi carico della richiesta di contribuzione presso il Gestore dei Servizi Energia, così come previsto dalle Regole Applicative e contestualmente erogare la quota parte prevista per l'Amministrazione. La percorribilità di questa seconda soluzione presenta però degli aspetti normativi di difficile applicazione. Trattandosi di Partenariato Pubblico Privato, la partecipazione economica della Pubblica Amministrazione deve risultare inferiore rispetto alla quota offerta dal proponente. Per Quero Vas il contributo di natura totalmente pubblica derivante dal POR FESR supera il 60% rendendo di fatto non percorribile tale soluzione. Resta comunque aperta la possibilità di una concessione della gestione della struttura sportiva per l'intera durata del mutuo, aspetto che se ben concertato permetterà all'Amministrazione una semplificazione della propria spesa corrente e un'interessante opportunità di lavoro per gli stakeholder del territorio.

6. Conclusioni

Al termine del percorso di progettazione ed analisi economica di sostenibilità dell'opera sportiva di Quero Vas, le riflessioni maturate indicano nuove opportunità e metodologie nel processo che va dalla necessità sociale di un'opera pubblica, alla sua progettazione e realizzazione. Il ricorso a strumenti comunitari come i fondi strutturali che riguardano l'efficientamento di strutture pubbliche esistenti, così come le nuove edificazioni, offrono alla Pubblica Amministrazione l'equilibrio economico di bilancio sulla *res publica* ove non possibile, ma contestualmente richiedono processi progettuali di eccellenza e mirati al contenimento della spesa corrente. Soprattutto quest'ultima rappresenta uno degli obiettivi europei, così come evidenziato all'interno dell'*Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile*. Nel progetto presentato, questo aspetto ha riguardato non solo il risparmio energetico dell'impianto sportivo in essere, ma anche un'attenta valutazione delle procedure manutentive che sono state ideate già in fase di progettazione, con la scelta di materiali e di elementi costruttivi con caratteristiche idonee a procedure di manutenzione programmata.

Per quanto riguarda i finanziamenti, un aspetto imprevisto legato al mutuo del Credito sportivo, è stata la revisione degli spazi funzionali e delle attività agonistiche previste all'interno del volume coperto. La progettazione preliminare prevedeva attività di tennis e calcetto, ma a seguito della pubblicazione del bando 2021 per l'efficientamento degli impianti sportivi, si è reso necessario ottemperare la normativa CONI, condizione cogente per accedere al mutuo. Se per la distribuzione funzionale degli spazi accessori ed in particolare dei nuovi spogliatoi in ampliamento, la revisione è stata di facile applicazione, per quanto riguarda la struttura preesistente sono insorte criticità legate alle normative sportive e alle dimensioni necessarie all'omologazione della struttura. Trattandosi di riqualificazione di un impianto sportivo, il vincolo di altezza dovuto alle centine esistenti, ha costituito un'invariante non risolvibile. La soluzione percorribile è stata la sostituzione dell'attività agonistica del Tennis, con il *Padel*, sport federato che prevede altezze del campo coperto inferiori al tennis e compatibili con la centinatura di fatto. Oltre a questo sono stati rivisti gli spazi funzionali di fuoricampo e dedicati agli spettatori.

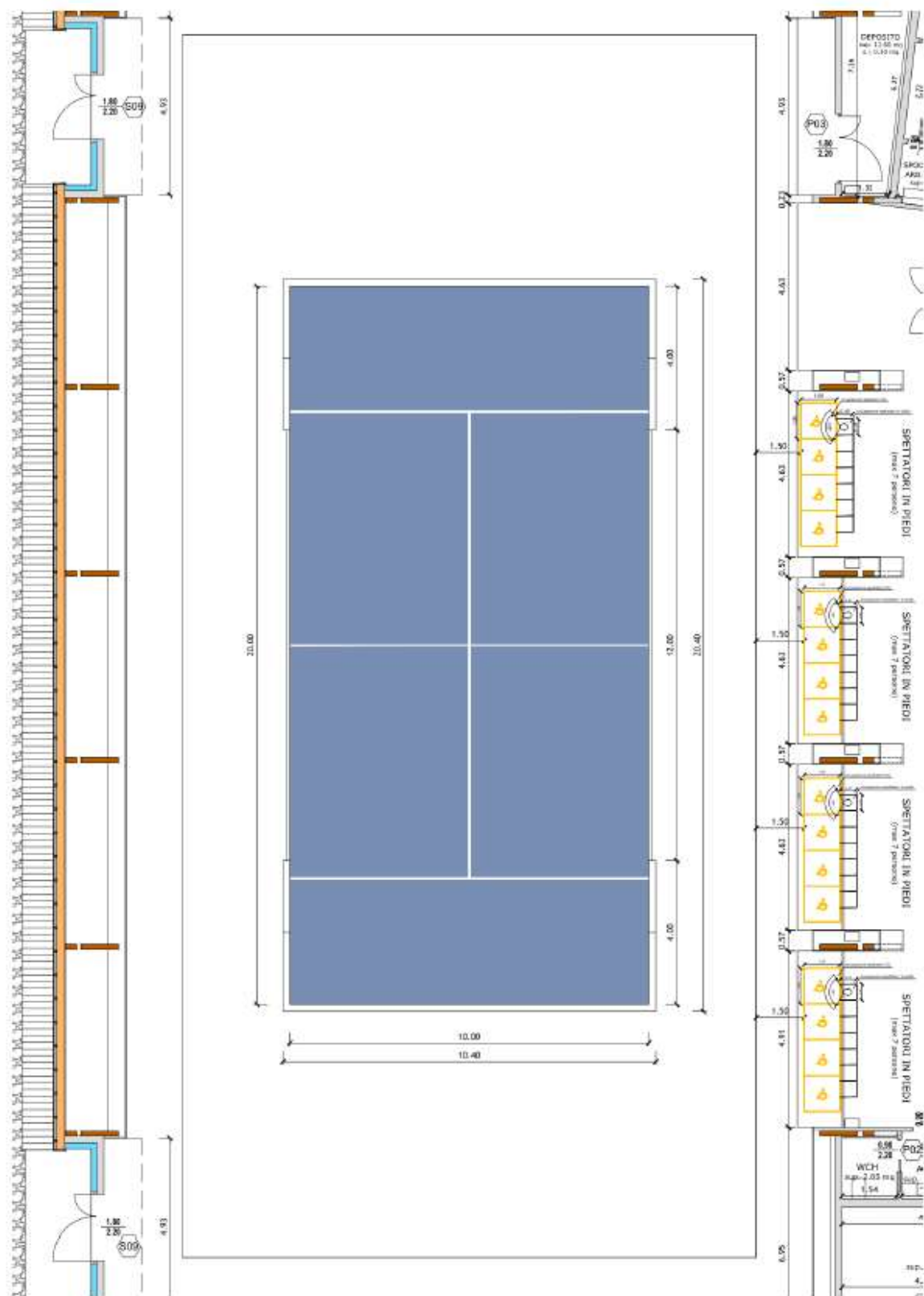


Fig. 6.1 revisione spazio di gioco per omologazione CONI

Un'ulteriore tematica emersa nel percorso di composizione è stata la complessità degli aspetti legati alla progettazione integrata, a partire dalle soluzioni strutturali, impiantistiche ed in definitiva la precisa rispondenza alle normative di settore, numerose ed a volte ridondanti. Per mitigare la complessità di tale processo si è fatto uso di un software BIM che ha permesso di limitare le interferenze dei diversi aspetti progettuali. Questa procedura rappresenta un elemento di forza nel momento in cui si opera in un ambiente in cui tutti i livelli progettuali seguono lo standard IFC come nel caso in oggetto, anche se vi sono state alcune difficoltà nel trasferire le proprietà di elementi complessi, ad esempio le centine strutturali rilevate con laser scanner. A titolo informativo si richiama il Decreto BIM D.M. 560/2017 con la progressiva introduzione da parte delle stazioni appaltanti dell'obbligatorietà di modellazione BIM per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche. Nel caso dell'impianto di Quero Va tale vincolo diventerà cogente dal primo gennaio 2023.

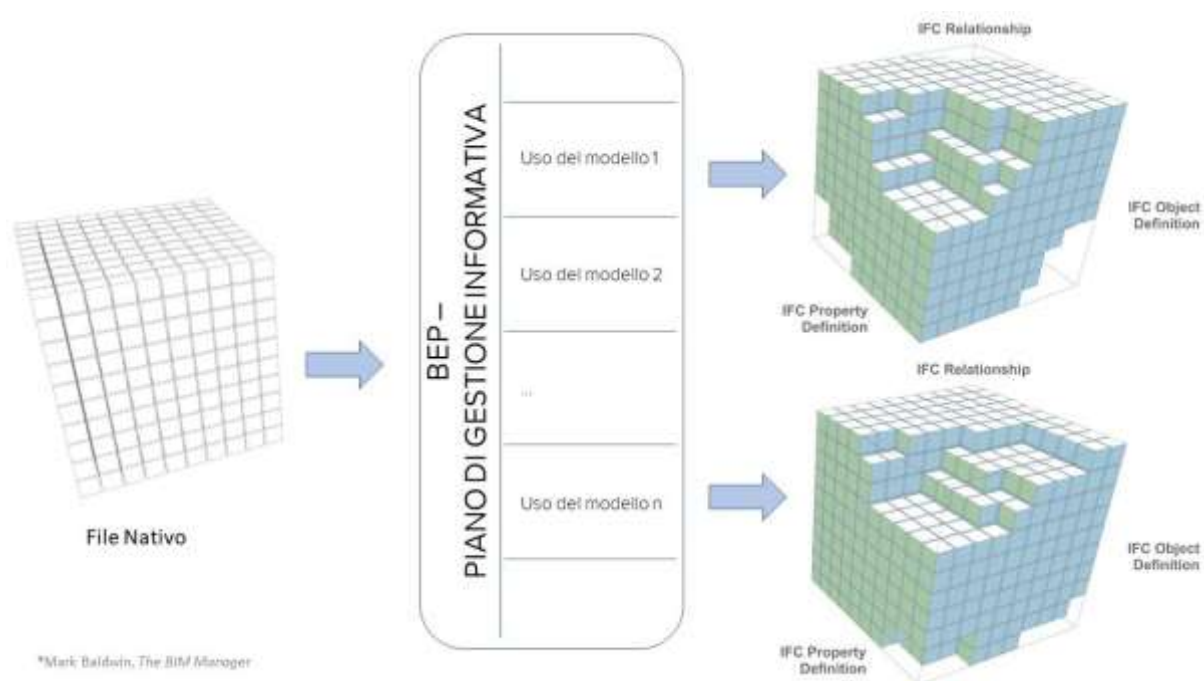


Fig. 6.2 schema di processo, tratto dal testo "The BIM Manager" di Mark Baldwin

Durante la stesura del documento e con riferimento ai rapporti pubblicati da Confindustria e Confartigianato, si è rilevato che da aprile 2021 gli aumenti dei prezzi delle *commodities* non energetiche sono stati di oltre il 33% rispetto allo stesso mese del 2020. Questo fenomeno sta comportando una situazione di incertezza sia sui cantieri già avviati, sia sulle progettazioni in corso, come l'impianto di Quero Vas. A meno di indicazioni prescrittive degli Enti preposti, ad oggi è previsto l'utilizzo dei prezziari Regionali che non risultano aggiornati in tal senso. Il fenomeno è dovuto ad una serie di fattori caratterizzanti di tipo locale che si aggiungono ad una generalizzata situazione mondiale nel settore delle materie prime per l'edilizia.

Per quanto riguarda l'Italia, la pubblicazione del Decreto Legge "Rilancio" del 19 maggio 2020 ha dato avvio al c.d. Superbonus 110%. Questa importante misura economica, che prevede lo sgravio delle imposte per lavori di efficientamento energetico e di miglioramento sismico, ha innestato un sistema di *leverage* di forte impatto, ma concentrato in un periodo effettivo di soli 18 mesi, considerando l'emanazione dei decreti attuativi e soprattutto i continui chiarimenti da parte dell'Agenzia dell'Entrate. L'incertezza di una possibile proroga oltre la fine del 2022, nonostante le prime aperture ai soli condomini ed ex IACP previste dal D.L. 59/2021, ha generato una fortissima richiesta di materie prime da parte delle imprese, fenomeno votato allo stoccaggio preventivo in gran parte, soprattutto per l'acciaio, coibentazioni ed infissi. In un simile scenario, il rapporto tra domanda e offerta ha perso il suo equilibrio generando un sostenuto aumento dei prezzi. A livello mondiale, la situazione pandemica ha ridotto i cicli di produzione accentuando di fatto il fenomeno locale italiano, sommando la situazione di *out of stock* con l'aumento delle materie prime. La criticità ricade anche sui costi previsti per la struttura di Quero Vas, che per potere essere resa cantierabile dovrà necessariamente ricorrere a meccanismi di compensazione. E' un aspetto che al momento è stato sottoposto da parte dell'Associazione Nazionale dei Costruttori Edili al Ministero di Economia e Finanza, ma che non troverà applicazione prima della nuova Legge di bilancio 2022. Una soluzione alternativa possibile potrebbe essere quella di attivare un meccanismo di ristori direttamente da parte delle Regioni per quei cantieri i cui la variazione rispetto al quadro economico supera l'8%; tale procedura dovrebbe necessariamente avvalersi dei fondi strutturali europei con una ricontrattazione sul POR FESR 2021/2027 e una compensazione sui capitoli di spesa già definiti. Un ulteriore aspetto su cui si inserisce il progetto presentato è il contesto di transizione che in questo periodo sta vivendo la *governance* produttiva dell'edilizia, ma anche della

mobilità sostenibile e dei settori correlati. Ormai è ben compreso dagli operatori il contenuto tecnico che un edificio nZEB richiede, anche a fronte di alcune semplificazioni che a volte ne impediscono la piena riuscita, basti pensare alla normativa di calcolo del fabbisogno energetico in regime stazionario piuttosto che in regime dinamico. L'evoluzione di questo concetto implica le ricadute ambientali di un'opera a basso consumo, riducendo al massimo le emissioni di CO₂; questo ulteriore sviluppo si riassume con l'acronimo nZCB in cui al vettore energetico si sostituiscono le emissioni generate, sostituendo di fatto l'unità di misura utilizzata per definire quanto l'edificio è virtuoso. In questa evoluzione, con alcune esperienze pilota nei paesi del nord Europa, rientra il settore della mobilità elettrica. Si ritiene che il sistema energetico integrato di automobile ed edificio, attualmente a funzionamento univoco con ricarica *plugin*, possa su larga scala funzionare in maniera biunivoca, permettendo l'alimentazione dell'edificio da parte di una smart grid di vetture collegate in rete e fornendo energia in quei momenti di picco effettivamente necessari. In questo modo l'alimentazione standard dell'edificio potrebbe essere progettata con potenze ridotte, permettendo significativi risparmi all'interno del contesto urbano coperto dalla smart grid. Per quanto riguarda gli edifici della Pubblica Amministrazione questa possibilità rappresenta un orizzonte temporale prioritario rispetto all'edilizia privata, considerati i notevoli investimenti previsti per la mitigazione delle emissioni di CO₂. A livello nazionale gli strumenti attivi al 2030 sono il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) che prevede la riduzione della CO₂ in una quota del 40% rispetto alla baseline di riferimento e il programma denominato *Agenda 2030*, sottoscritto dall'Italia e da 192 paesi membri delle Nazioni Unite. *Agenda 2030* prevede 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile, di cui i *Goals* da 7 a 12, che riguardano la filiera energetica dalla produzione dei materiali fino al consumo responsabile. Il comune di Quero Vas ha inserito dal 2017 nel proprio PAESC il possibile intervento di riqualificazione del Centro sportivo, oltre ad altri edifici comunali considerati energivori, dimostrando con il recente accesso ai fondi strutturali di perseguire concretamente la linea di azione programmatica per l'attuazione di politiche di risparmio energetico.

Tipologia Intervento	Risparmio Energia (MWh)	Emissioni CO ₂ evitate [t/anno]
Impianti sportivi Quero	70,00	14,14
Casa Ex Eca	40,00	8,08
Casa delle Associazioni	22,35	4,51
Totale	132,35	26,73

Fig. 6.3 riduzione CO₂ impianto sportivo dall'estratto del PAESC di Quero Vas

La sintesi degli argomenti trattati a supporto del progetto di riqualificazione energetica dell'impianto di Quero Vas, indica il percorso che negli anni a venire interesserà gli interventi di sostenibilità energetica sugli edifici della Pubblica Amministrazione o perlomeno di quelle comunità urbane che per la loro dimensione necessitano di un rigoroso equilibrio tra entrate ed uscite di bilancio. E' evidente come le spese in conto capitale dovranno essere trasformate in spesa corrente ove possibile, ricorrendo ai nuovi meccanismi previsti dal Codice dei Contratti Pubblici e agli Istituti di *Partnership Pubblico Privato* nel rispetto delle analisi di *Value for Money*. Elemento indispensabile per il successo e la diffusione di queste *best practices* sarà la formazione di tecnici preparati in modo globale ed articolato sui temi dell'edilizia sostenibile e risparmio energetico, ma anche sulla conoscenza degli strumenti economici disponibili a livello nazionale ed europeo. Al momento si rileva una forte settorializzazione tra l'ambito ingegneristico e quello finanziario nella costruzione di progetti nZEB, aspetto che molte volte non permette una lettura omogenea delle strategie possibili per la realizzazione di opere pubbliche realmente sostenibili. Tale situazione si rispecchia nell'erogazione dei fondi strutturali europei, che a fine programma 2014/2020 ha presentato per l'Italia un significativo avanzo di bilancio, ovvero di risorse non utilizzate. Il presente lavoro vuole qui offrire uno spunto di riflessione, se pur limitato, sulle possibili opportunità nel campo della riqualificazione energetica di un'opera pubblica; in particolare per le nuove generazioni di architetti ed ingegneri che si troveranno a dovere fare meglio e con meno risorse, anche se in definitiva questa situazione potrà essere a tutti gli effetti un'occasione di crescita e di cambiamento verso una reale sostenibilità.

Elenco degli allegati di progetto

Architettonici

A01_ STATO DI FATTO - INQUADRAMENTO, PLANIMETRIA GENERALE E PIANTA
A02_ STATO DI FATTO - PROSPETTI E SEZIONI
A03_ STATO DI PROGETTO - PLANIMETRIA GENERALE E PIANTA
A04_ STATO DI PROGETTO - PROSPETTI E RENDERING
A05_ STATO DI PROGETTO – SEZIONI
A06_ STATO DI RAFFRONTO – PROSPETTI
A07_ STATO DI RAFFRONTO - SEZIONI
A08_ PARTICOLARI COSTRUTTIVI
A09_ SCHEMA PAVIMENTAZIONE, CONTROSOFFITTI E PARETI

Strutturali

S01_ PIANTA FONDAZIONI CAMPO
S02_ PIANTA FONDAZIONI SPOGLIATOI
S03_ PIANTA COPERTURA PALESTRA
S04_ PIANTA COPERTURA SPOGLIATOI
S05_ PIANTA STRUTTURE ELEVAZIONE CAMPO CONTROVENTI
S06_ SEZIONI
S07_ PROSPETTI
S08_ PARTICOLARI

Impiantistici

I01_ IMPIANTO TERMOIDRAULICO
I02_ IMPIANTO VENTILAZIONE E RETE NASPI
I03_ IMPIANTI ELETTRICI E ILLUMINAZIONE

Normativa

Legislazione nazionale

Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".

Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2009. Testo approvato dal Senato il 12 maggio 2010.
Decreto Ministeriale 26 giugno 2009 “Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica” e Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 “Adeguamento Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica”.

Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115 “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE”.

D.Lgs 311 del 29 dicembre 2006 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili (direttiva 2009/28/CE).

Legge 09 gennaio 1991, n.10 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia".

D.M. 28 dicembre 2012 "Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni" (Conto Termico e Certificati bianchi).

D.M. 16 febbraio 2016 "Aggiornamento Conto termico".

Norme UNI

UNI/TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI/TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

UNI/TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

UNI 10351 Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore

UNI 10355 Murature e solai – Valori della resistenza termica e permeabilità al vapore

UNI EN 410 Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico

UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e climatizzazione

UNI EN 13947 Prestazione termica delle facciate continue – Calcolo della trasmittanza termica

UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni

UNI EN 15251 Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica

UNI EN 6946 Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo

UNI EN 10077-1 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica - Generalità

UNI EN 13370 Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo

UNI EN 13786 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

UNI EN 13789 Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione – Metodo di calcolo

UNI EN 13790 Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

UNI EN 14683 Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento

UNI CEI EN 16247 Diagnosi energetiche

Bibliografia

R. Paparella, M. Caini

Articolo in rivista

The project of nZEB school buildings: comparison among building technologies. VALORI E VALUTAZIONI, p. 108-126, ISSN: 2036-2404 (2018)

V. Corrado, I. Ballarini, A. Lorenzati, G. De Luca

Articolo in rivista

Riqualficazione energetica degli edifici pubblici esistenti: direzione nZEB. Studio di un edificio di edilizia pubblica di riferimento nella zona climatica Nord Italia (zona E: $2.100 < GG \leq 3.000$)

ENEA Report RdS/PAR (2017)

G. Napoli, L. Gabrielli, S. Barbaro

Articolo in rivista

The efficiency of the incentives for the public buildings energy retrofit. The case of the Italian Regions of the “Objective Convergence”

Rome, ISSN 20362404 (2017)

R. F. De Masi, A. Gigante, G.P. Vanoli

Articolo in rivista

Are nZEB design solutions environmental sustainable? Sensitive analysis for building envelope configurations and photovoltaic integration in different climates.

Journal of Building Engineering, volume 39, 102292 (2021)

F. Arieti

Manuale tecnico

Progettare edifici ad energia zero

Maggioli editore ISBN 8891646859 (2021)

V. Erba

Testo

Edifici ad energia quasi zero, Nuove norme e soluzioni per gli edifici di domani, ANIT Milano (2016)

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Informativa

Proposta di piano nazionale integrato per l'energia e il clima. (2018)

F. Ascione, D. D'Agostino, C. Marino, F. Minichiello

Net Zero Energy Buildings for Mediterranean Climates.

Atti del Convegno internazionale

“ASME-ATI-UIT 2015 Conference on thermal energy systems: production, storage, utilization and the environment”, Naples, Italy, May 17-20, 2015, ISBN: 978-88-98273-17-1

A. Buonomano, G. De Luca, U. Montanaro, A. Palombo,

Articolo in rivista

Innovative technologies for NZEBs: An energy and economic analysis tool and a case study of a non-residential building for the Mediterranean climate. *Energy and Buildings* Available.

(2015)

Tonelli A., Albatici R.

Articolo in rivista

Verifica sperimentale in situ, con analisi termografiche e

algoritmi di calcolo, della trasmittanza di un elemento costruttivo, *Annali Museo Civico*

Rovereto (2007)

Legambiente

Informativa

Comuni rinnovabili 2019

Parlamento Europeo e Consiglio

Direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

(2018)

E. Costanzo, Gli nZEB in Italia, in “*Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica 2018*”,

Rapporto annuale

ENEA, pp. 93-98 (2018)

MISE, PANZEB, *Piano d'Azione Nazionale per incrementare gli edifici ad energia quasi zero*,

Decreto interministeriale 19 giugno 2017

ENEA

Resoconto 2020

Osservatorio Politiche energetiche e ambientali regionali e locali, Fondi strutturali 2014-2020

G. Paoletti, G., Pascual Pascuas, R., Perneti, R., & Lollini, R.

Articolo in rivista

Nearly Zero Energy Buildings: An Overview of the Main Construction Features across Europe.

In “Buildings”, 7(2), 43 .(2017)

Costanzo, R. Basili, F. Hugony, M. Misceo et al., Creazione di un Osservatorio nazionale nZEB,

Articolo in rivista

RdS/PAR2016/265 (2017)

.GSE, Rapporto attività 2016, Marzo 2017 e GSE, Rapporto attività 2017, (2018)

Joyce van den Hoek Ostende

Articolo in rivista

Set of Solutions for Affordable Zero Energy Buildings Preliminary results for inclusion in the AZEB methodology. (2018).

Sitografia

- [1] DesignBuilder - <https://www.designbuilder.co.uk/>
- [2] EnergyPlus - <https://energyplus.net>
- [3] GSE- <https://gse.it>
- [4] Ministero dello sviluppo economico- <http://mise.gov.it>
- [5] Portale sull'attuazione dei progetti finanziati dalle politiche di coesione in Italia:
<https://opencoesione.gov.it/it/temi/energia>
- [6] Progetto H2020 Concerted Action EPBD IV (CA EPBD IV)- www.epbd-ca.eu/
- [7] Agenzia delle Entrate- <http://agenziaentrate.gov.it>
- [8] Progetto H2020 Concerted Action EPBD IV (CA EPBD IV)- www.epbd-ca.eu/
- [9] Fondo europeo di sviluppo regionale – ec.europa.eu
- [10] Distretto tecnologico trentino per l'energia e l'ambiente – [http:// habitech.it](http://habitech.it)
- [11] Eurac research – [http://: eurac.edu](http://eurac.edu)

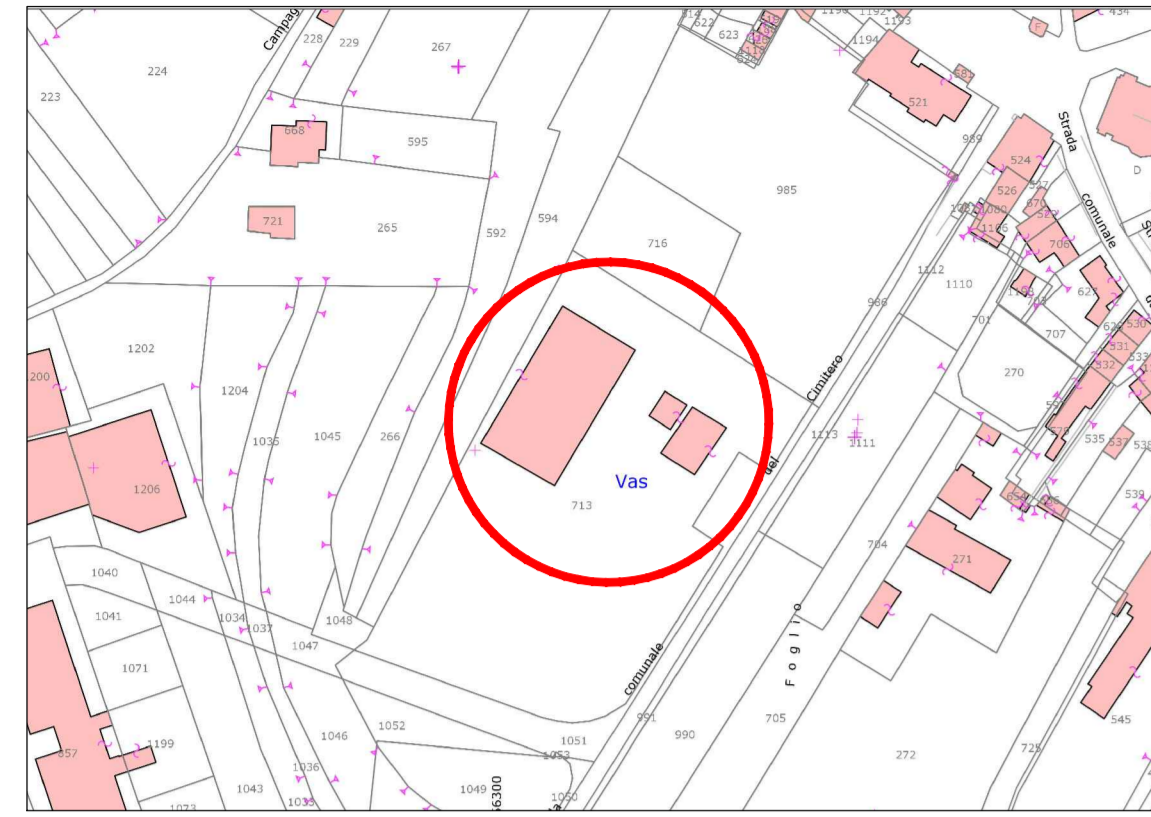
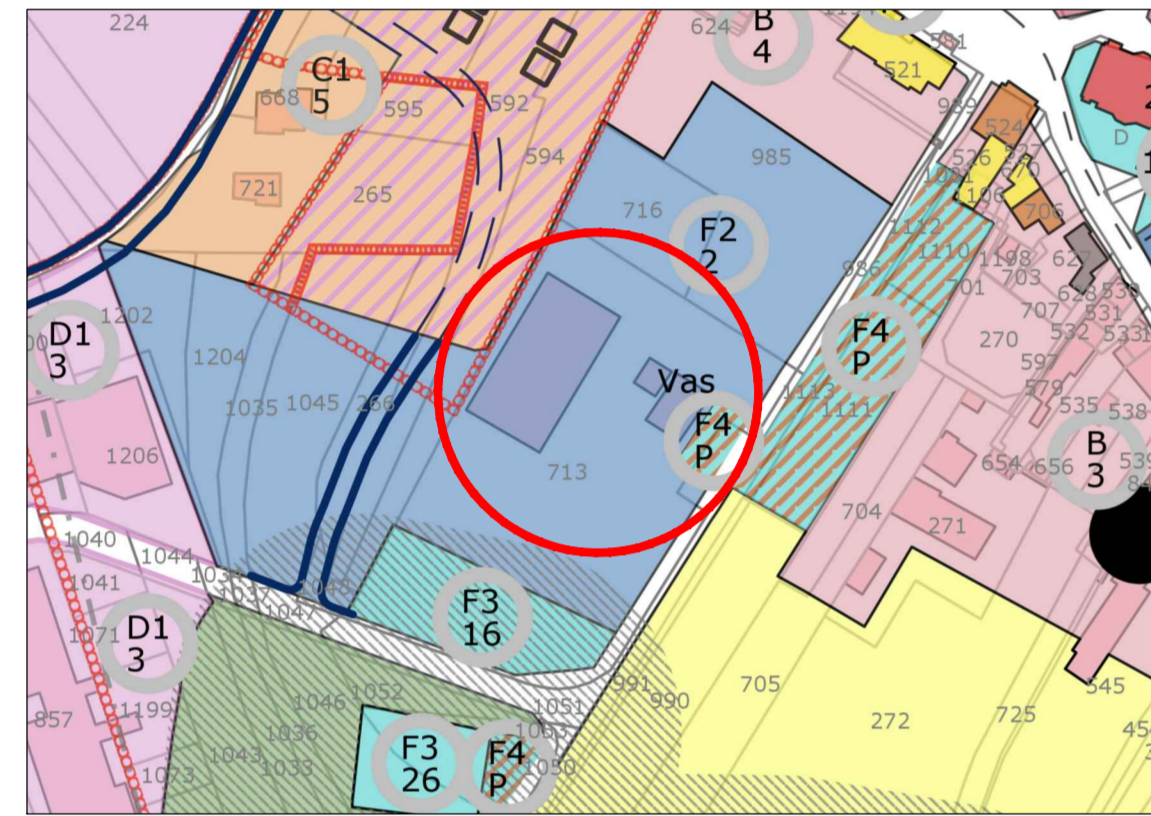


Fig. 17, Mapp. 713 sub. 1



Zona F2 - Attrezzature a parco, gioco, sport

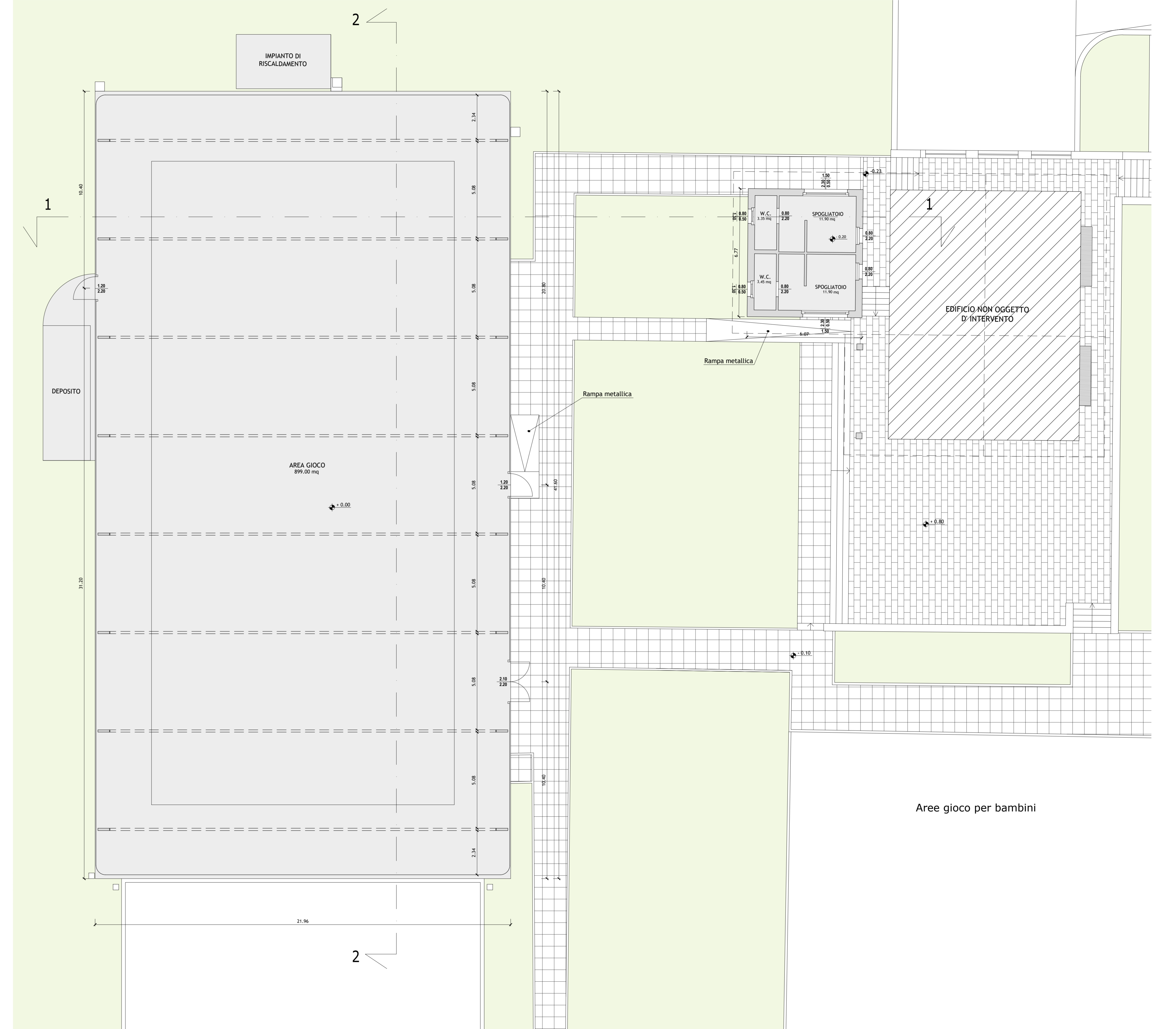
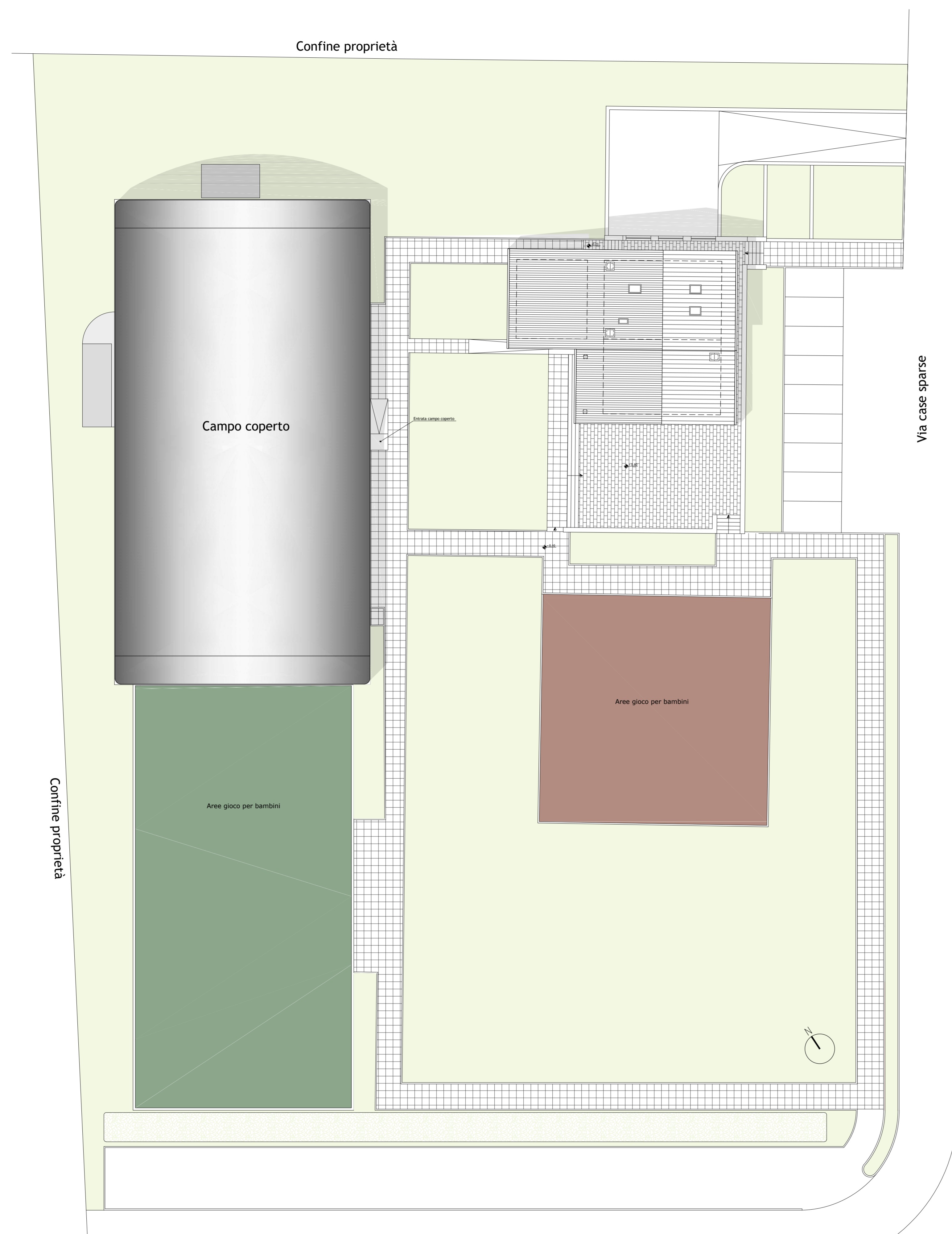
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in **INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA**



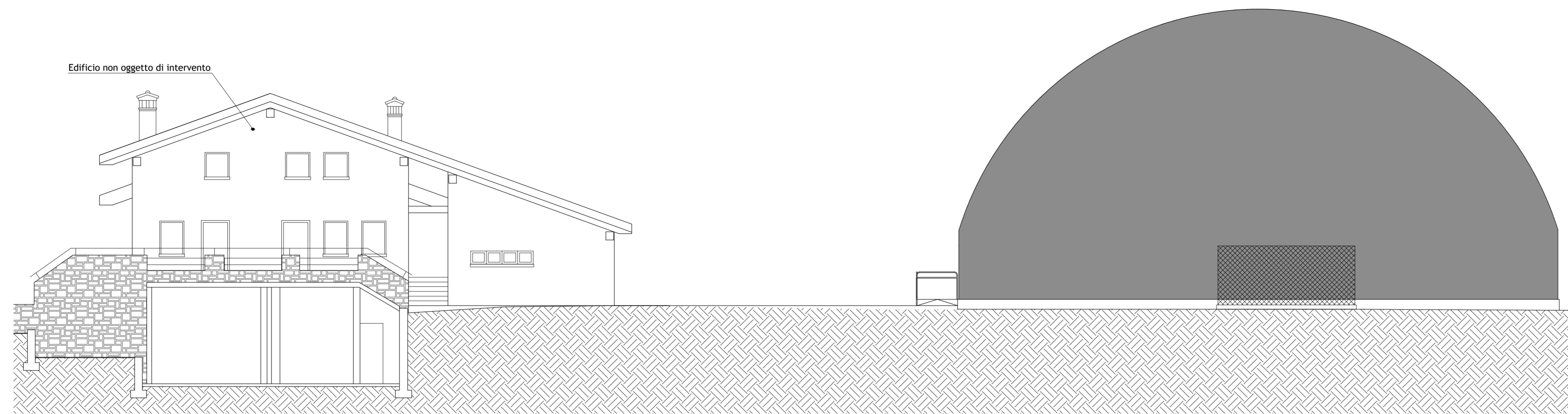
Laureando: **LUIGI BO SO**
Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

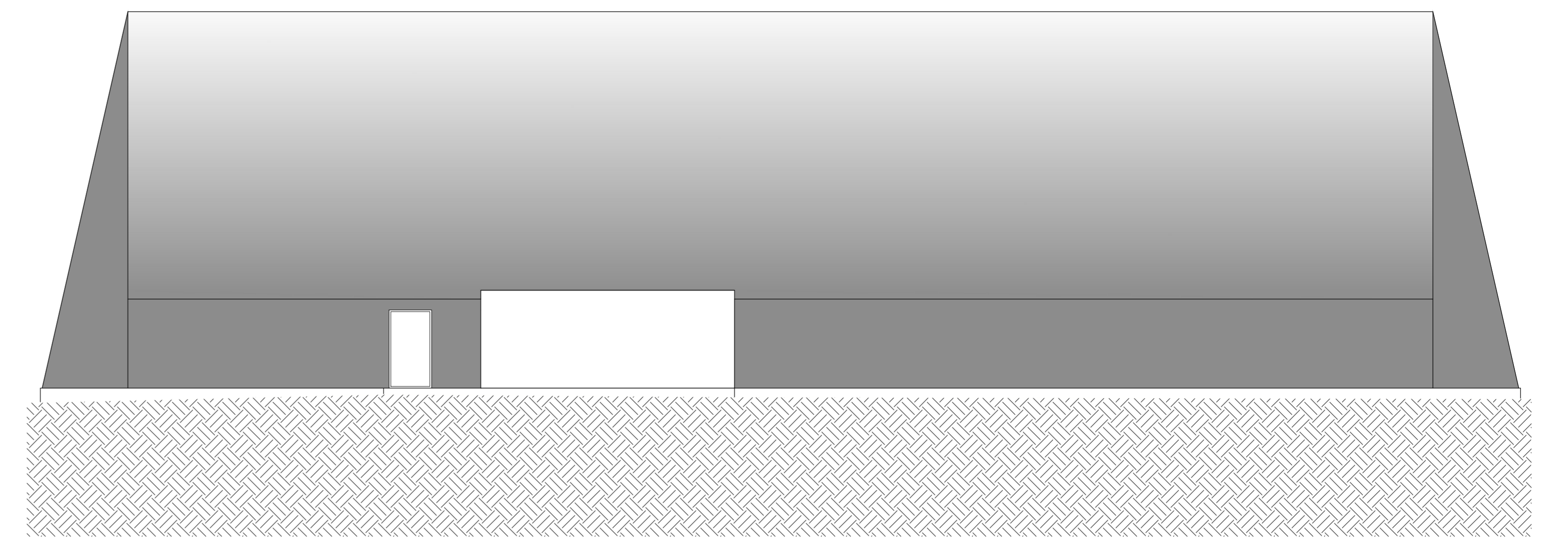
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



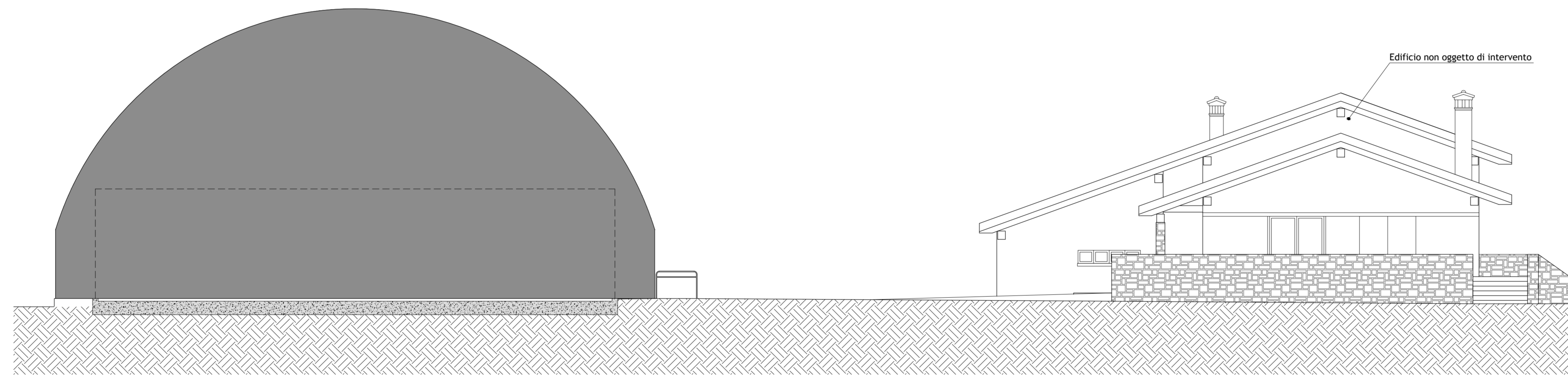
Prospetto Nord
Scala 1 : 100



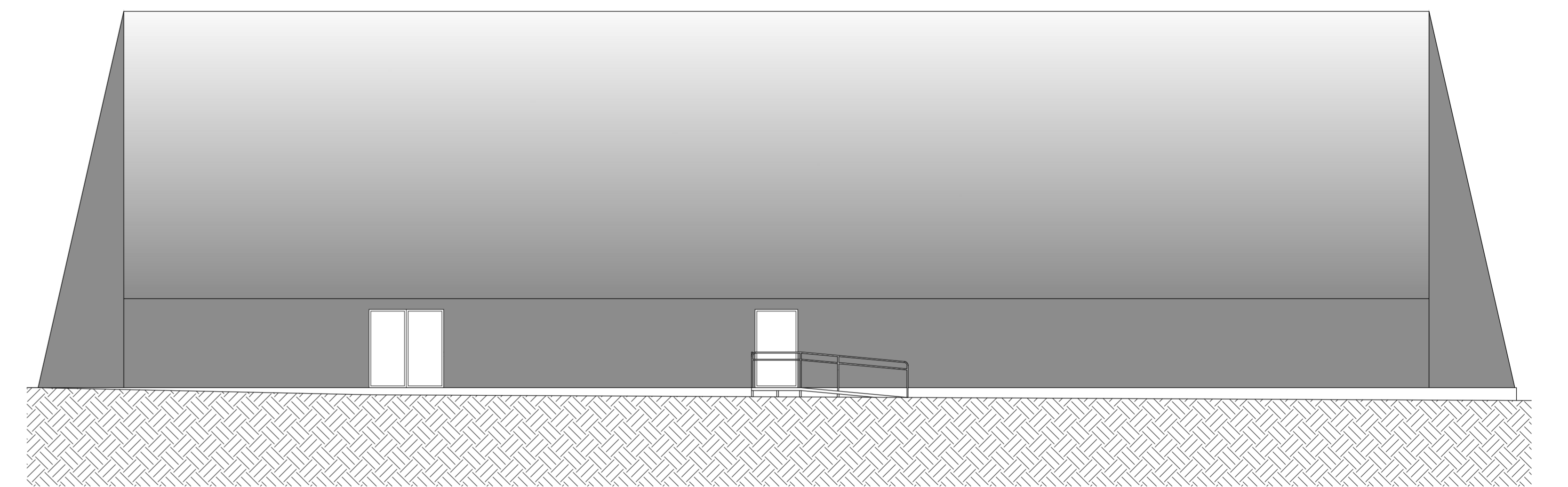
Prospetto Ovest
Scala 1 : 100



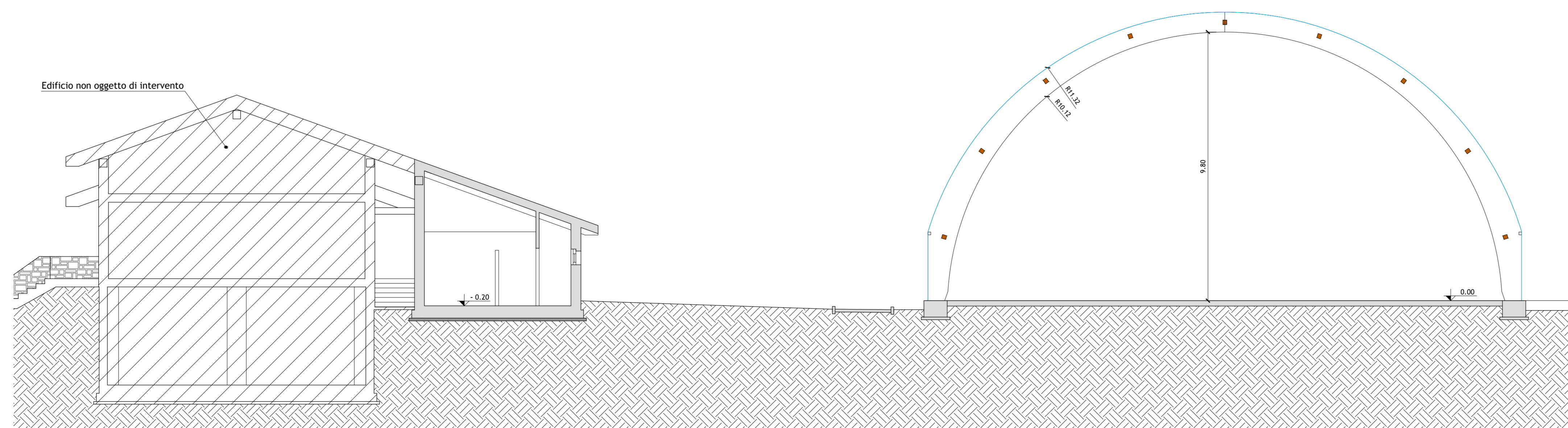
Prospetto Sud
Scala 1 : 100



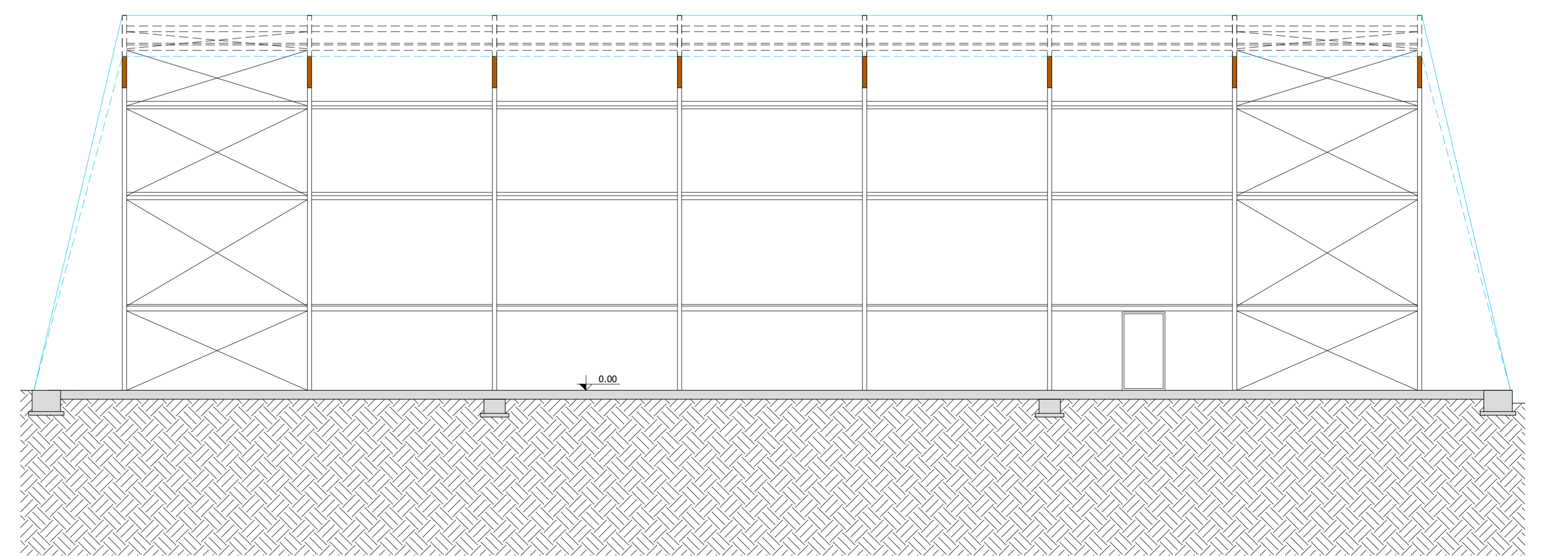
Prospetto Est
Scala 1 : 100



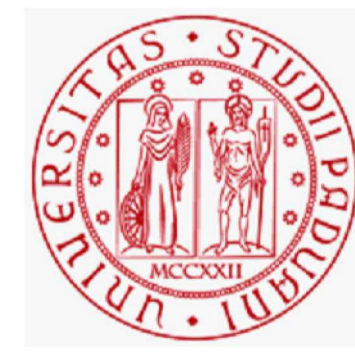
Sezione 1
Scala 1 : 100



Sezione 2
Scala 1 : 100

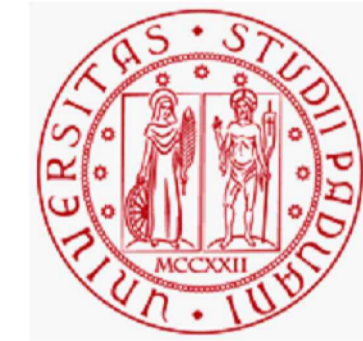
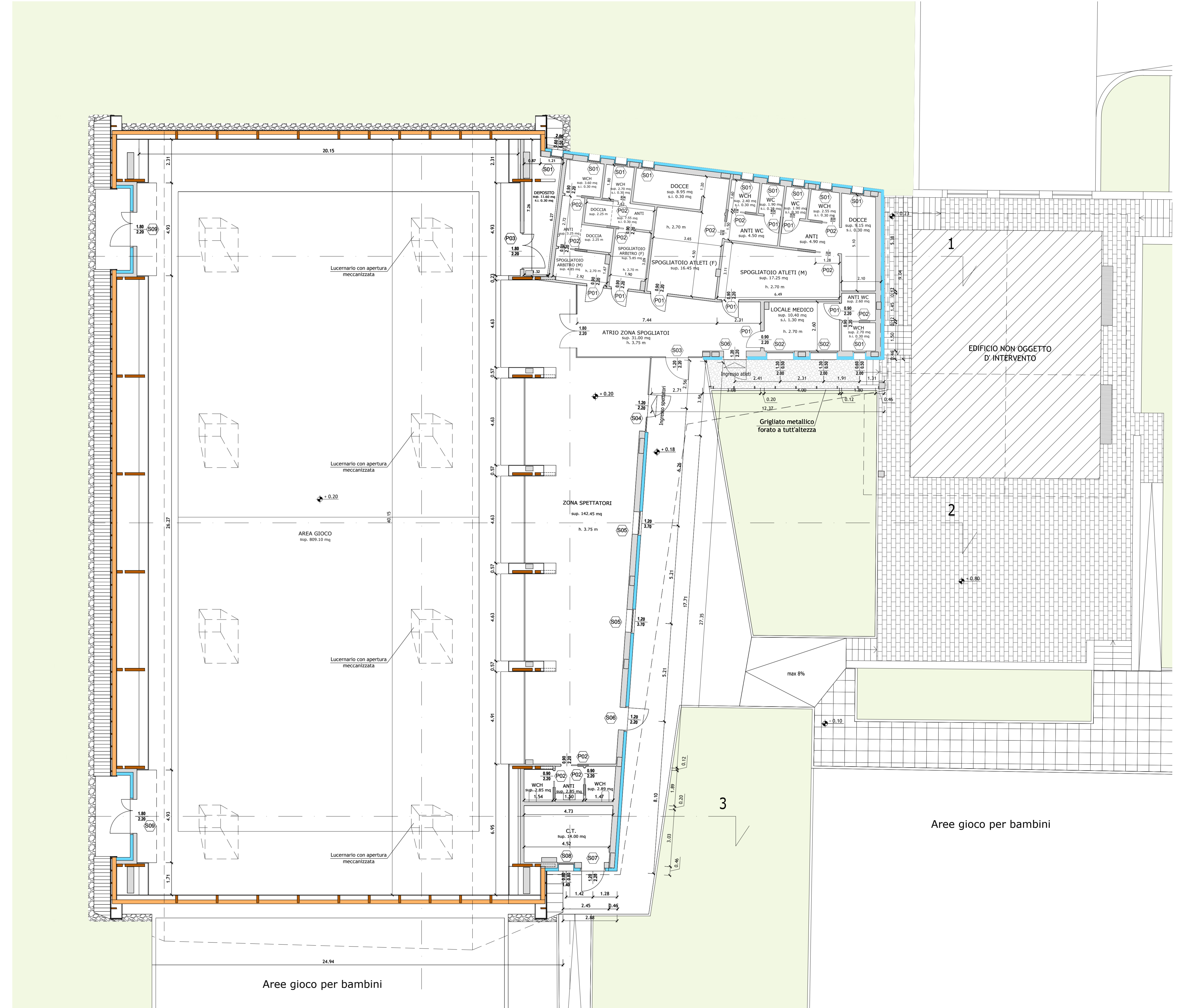
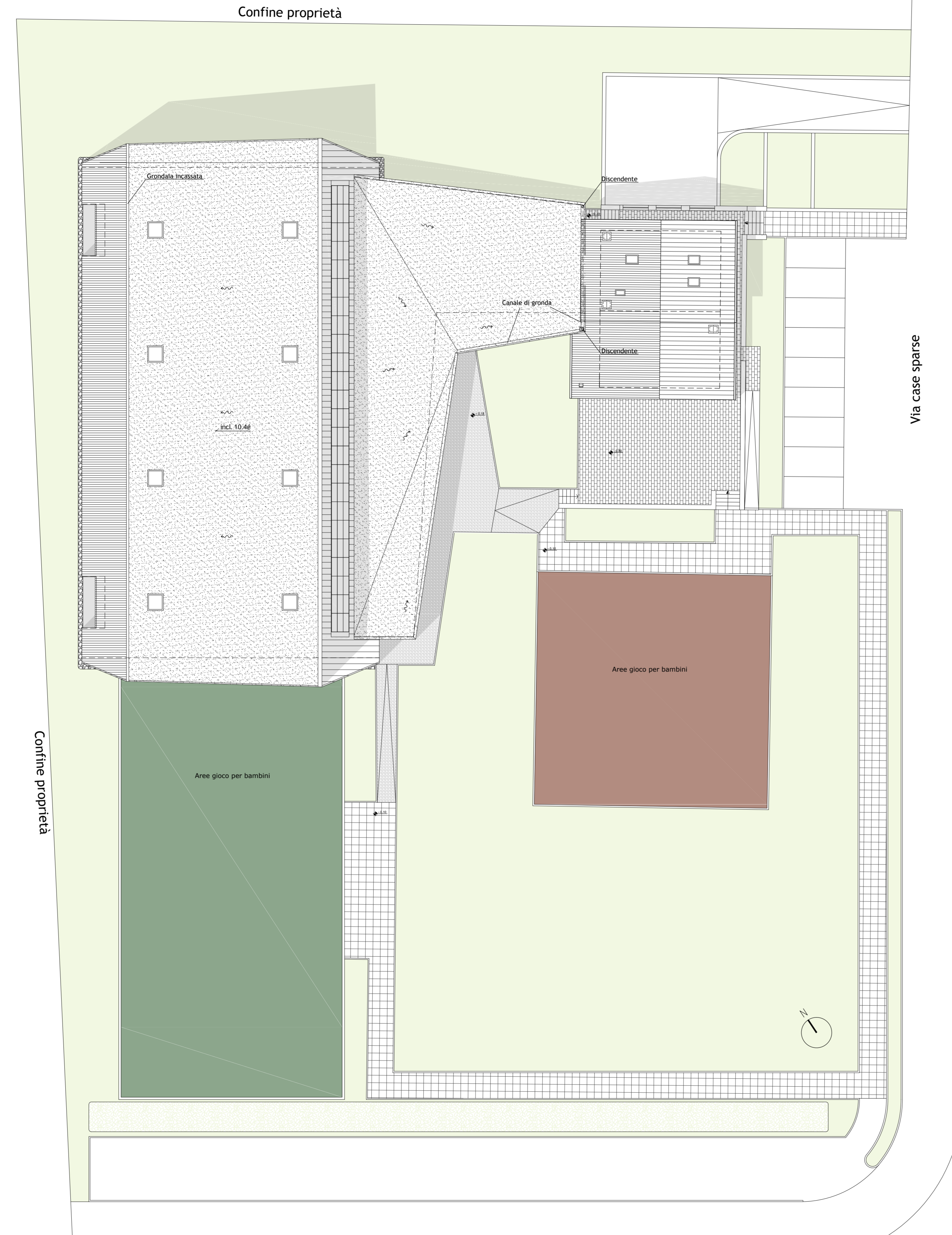


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: LUIGI BOSO
Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
Correlatore: prof. MAURO CAINI

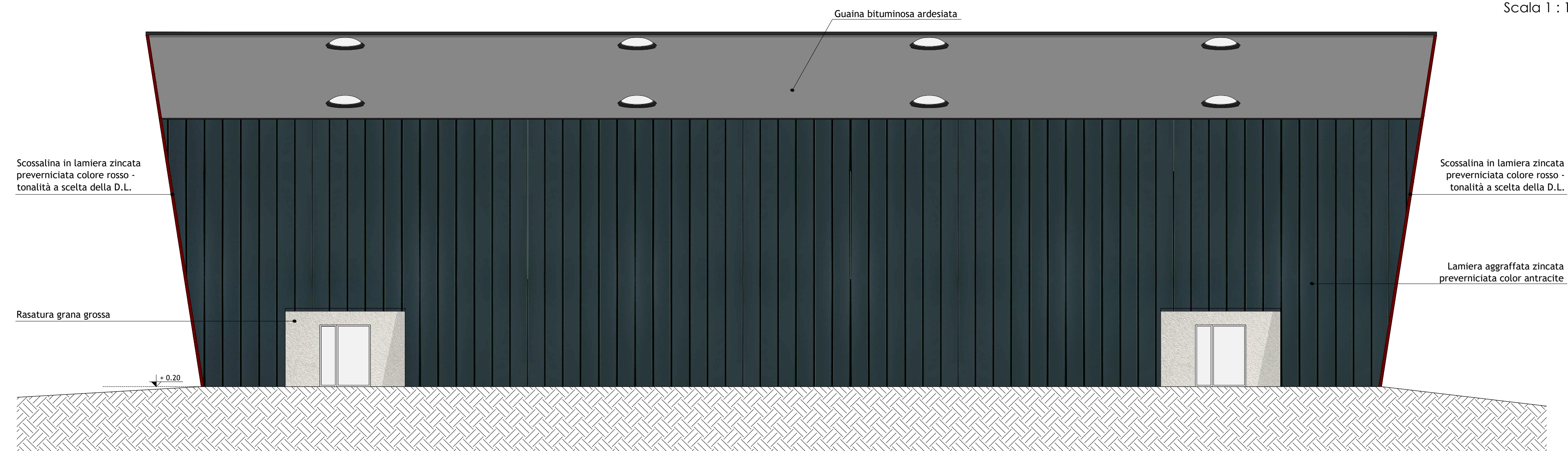
Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



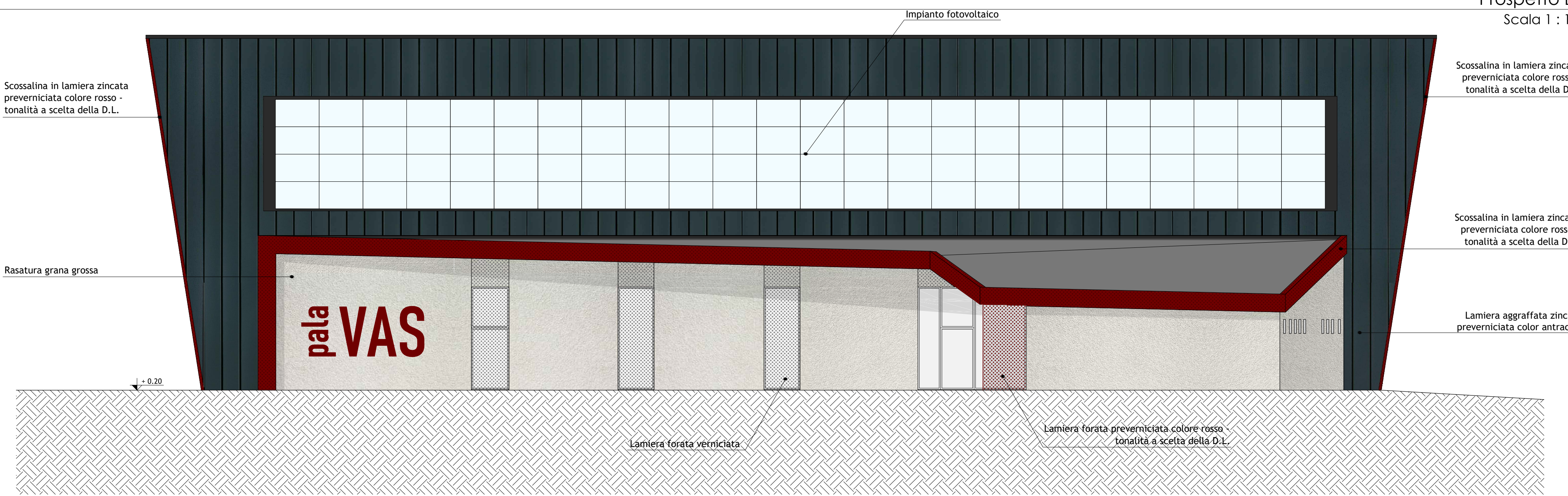
Rendering



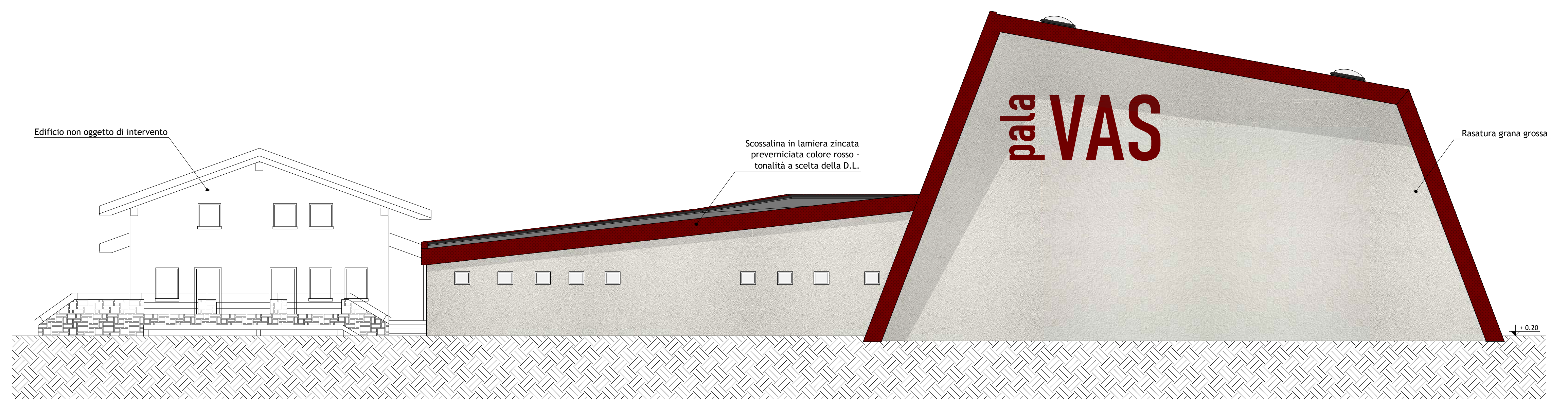
Prospetto Ovest
Scala 1 : 100



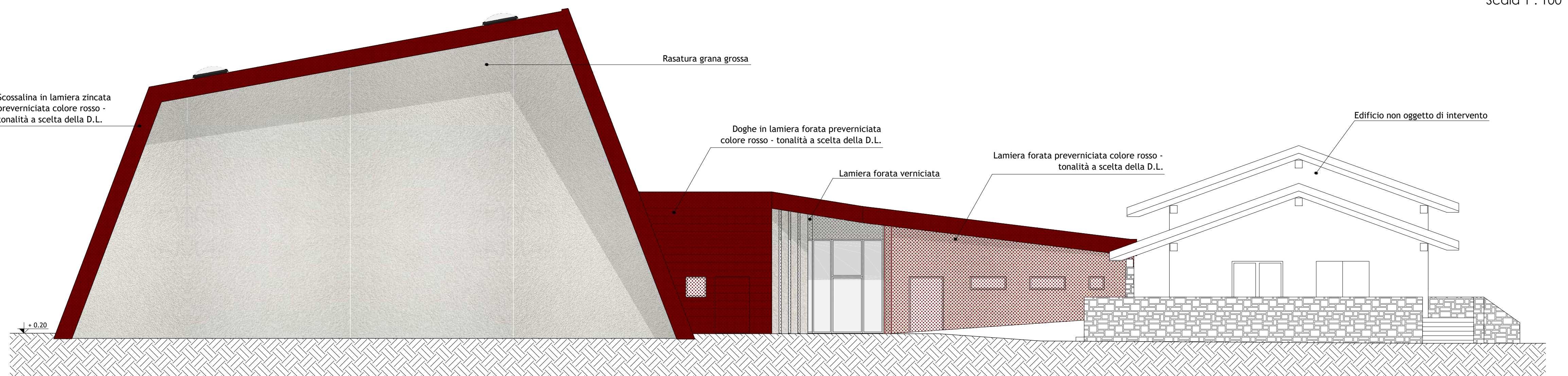
Prospetto Est
Scala 1 : 100



Prospetto Nord
Scala 1 : 100



Prospetto Sud
Scala 1 : 100



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



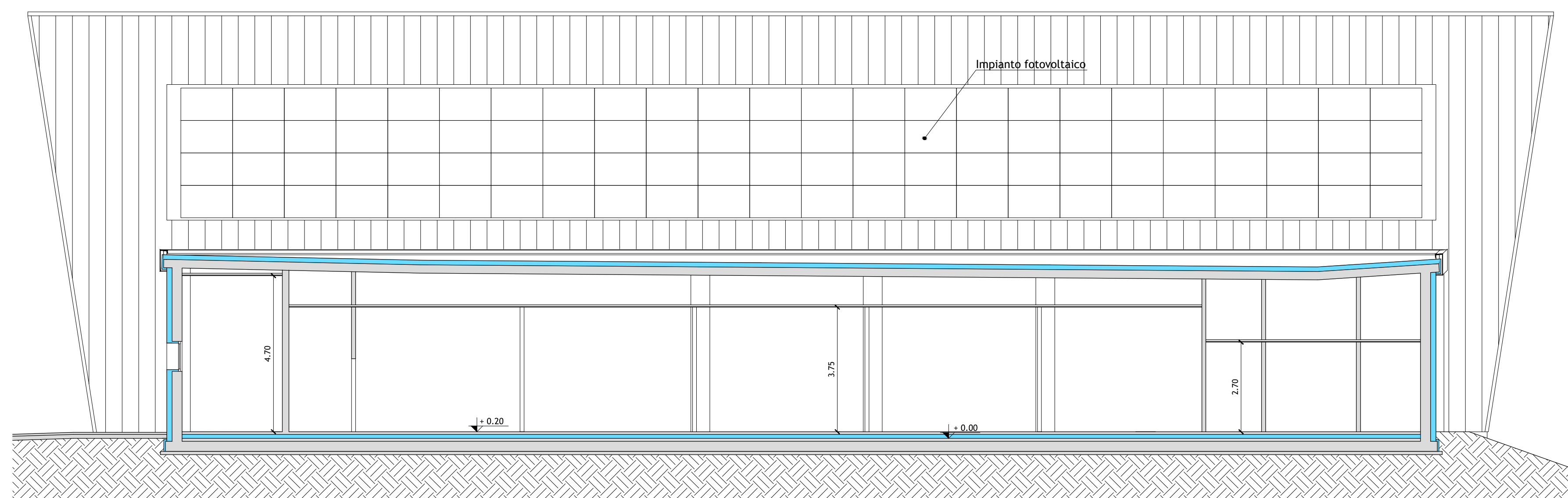
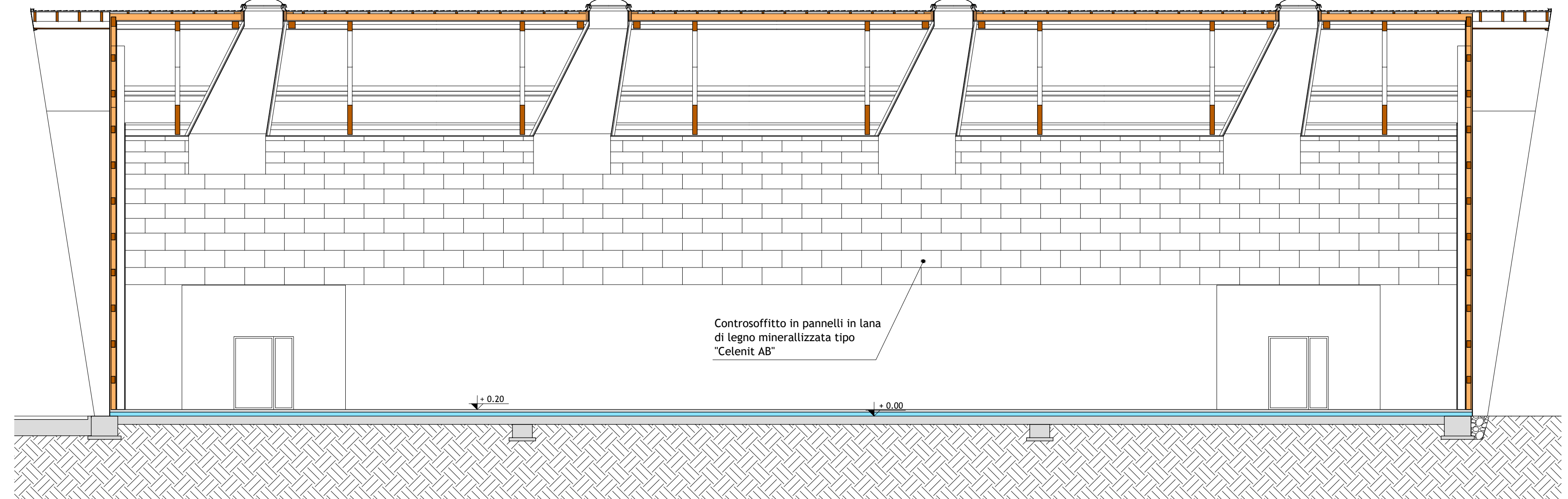
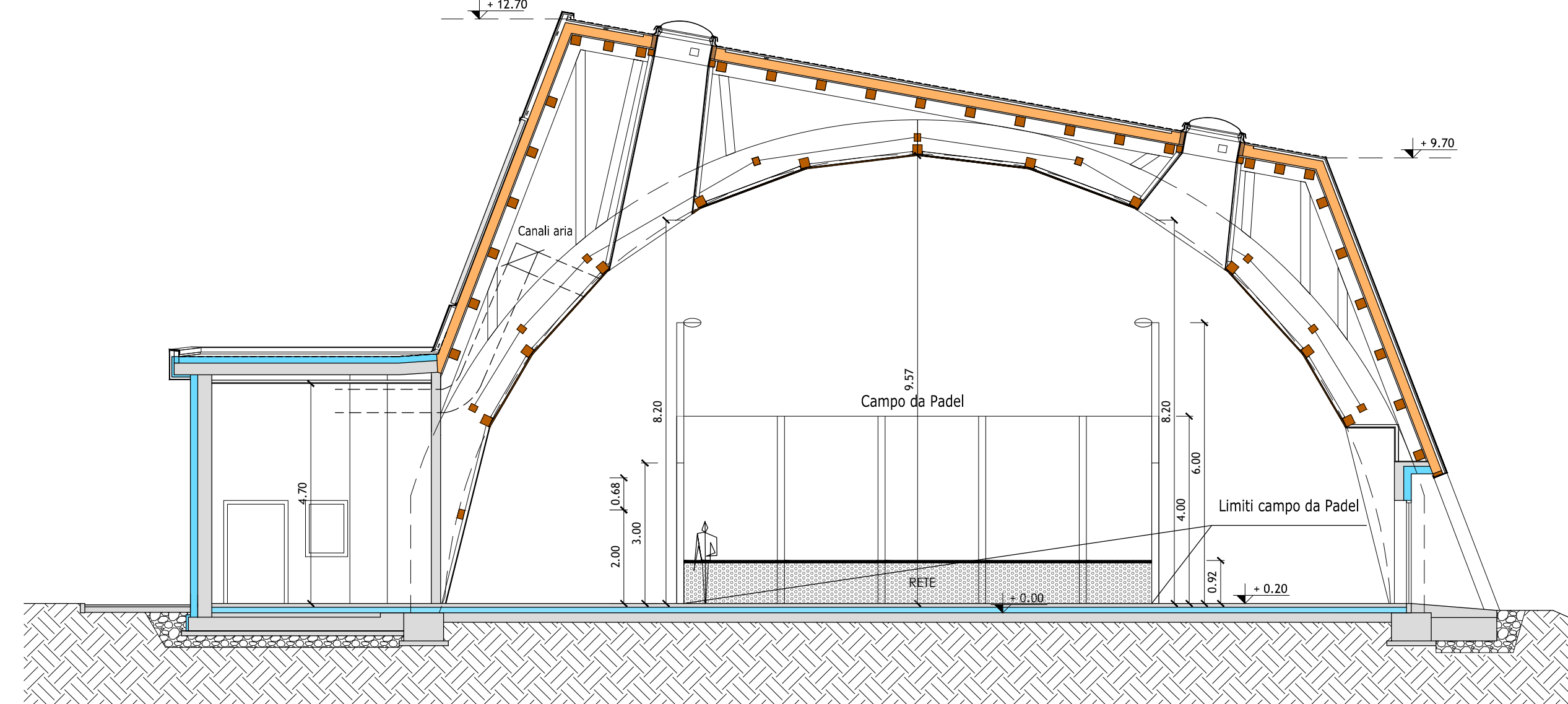
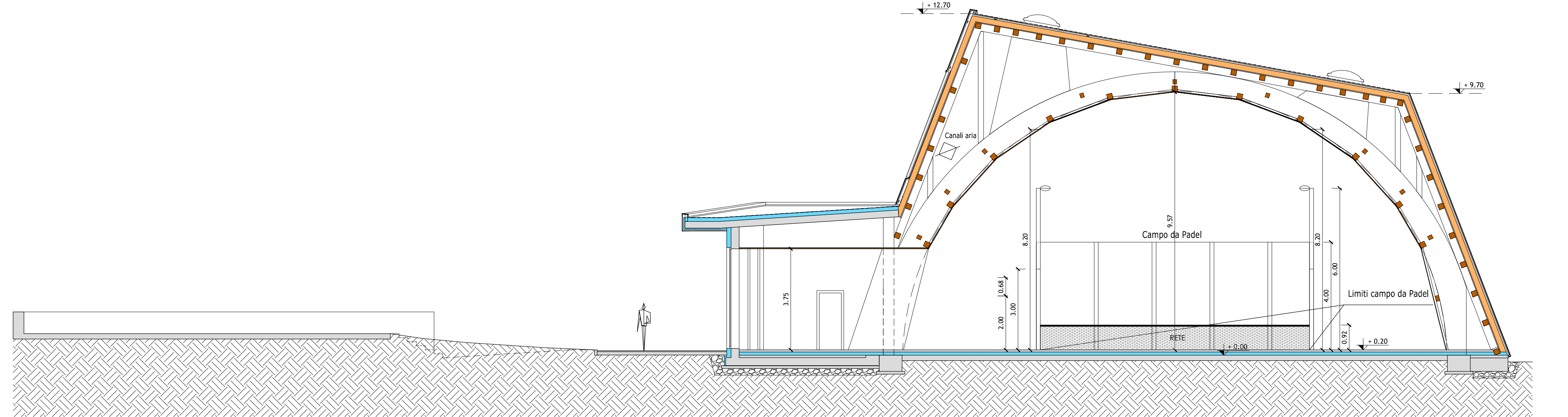
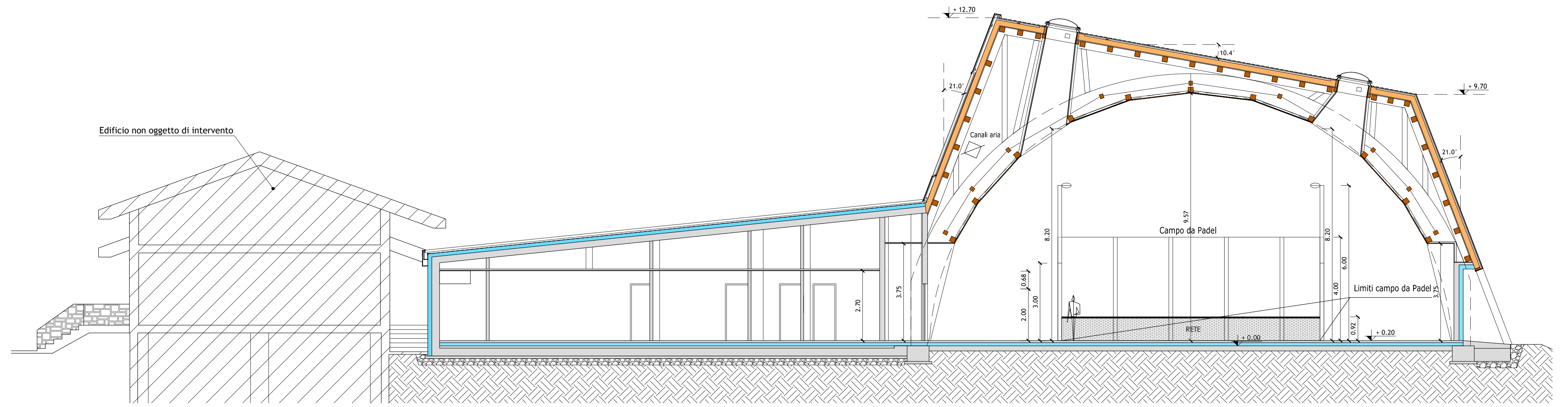
Laureando: LUIGI BOSO
Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

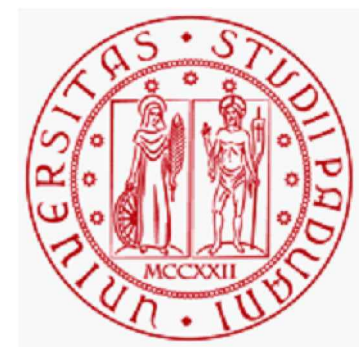
CONTENUTO
PROSPETTI E RENDERING
STATO DI PROGETTO

A04



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

Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

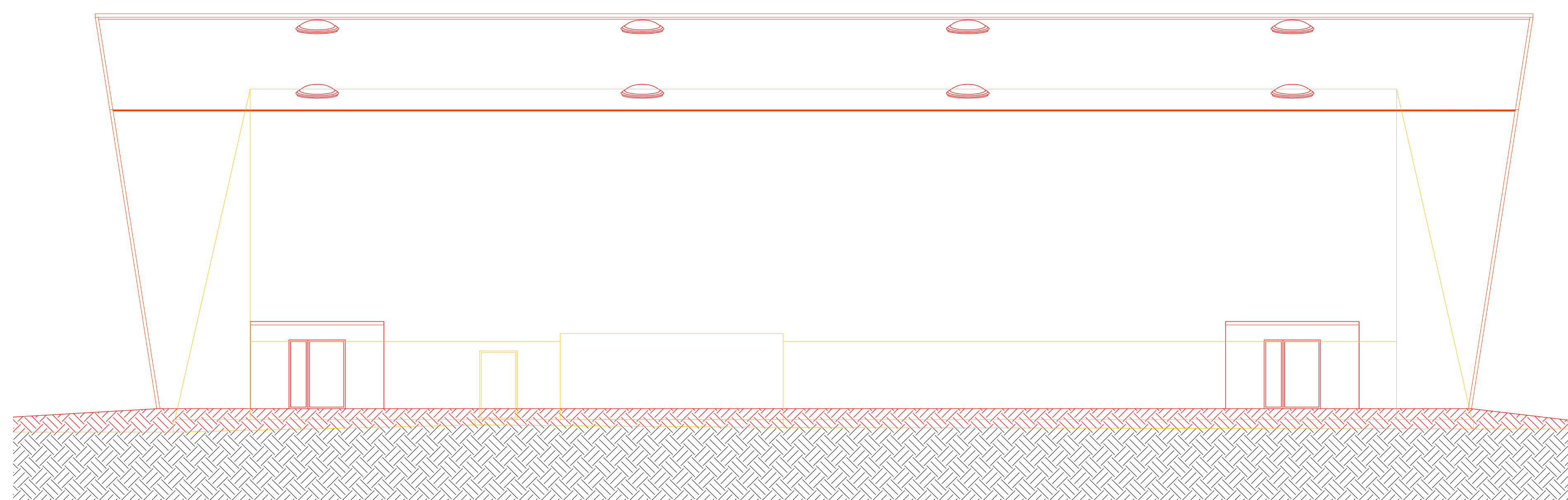


Laureando: LUIGI BOSSO
Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
Correlatore: prof. MAURO CAINI

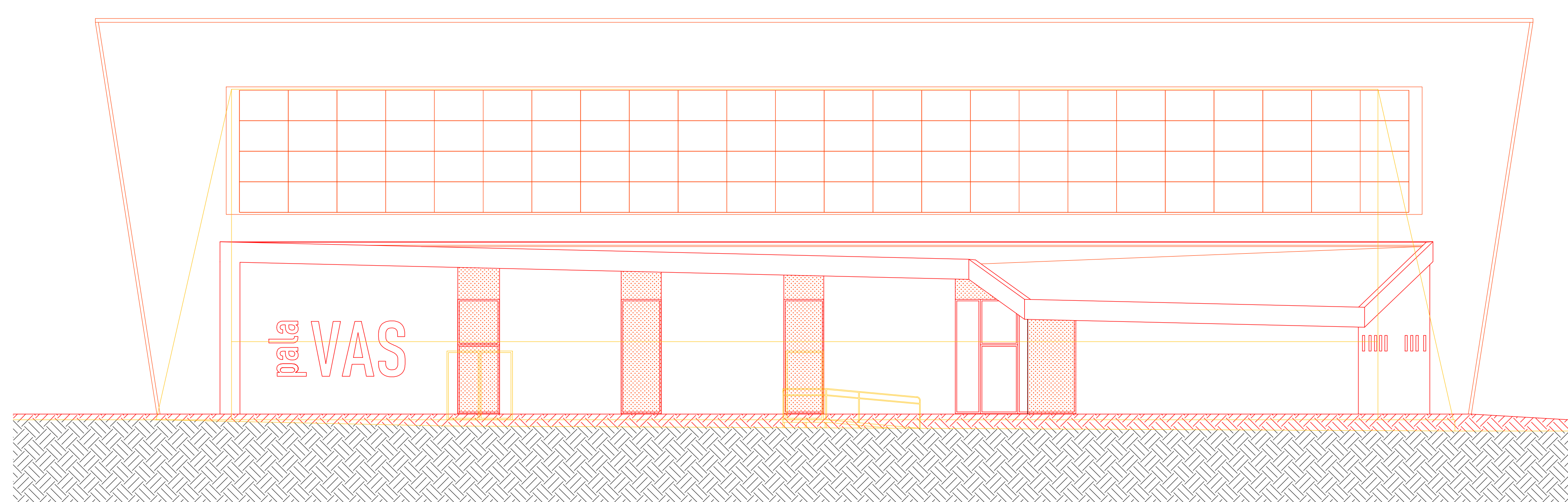
Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

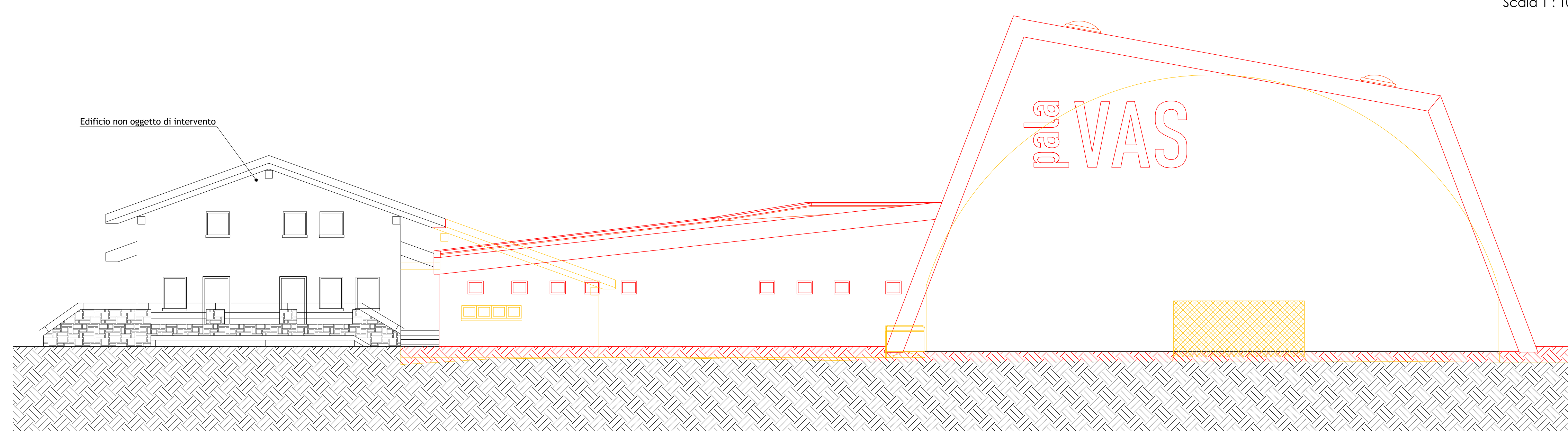
Prospetto Ovest
Scala 1 : 100



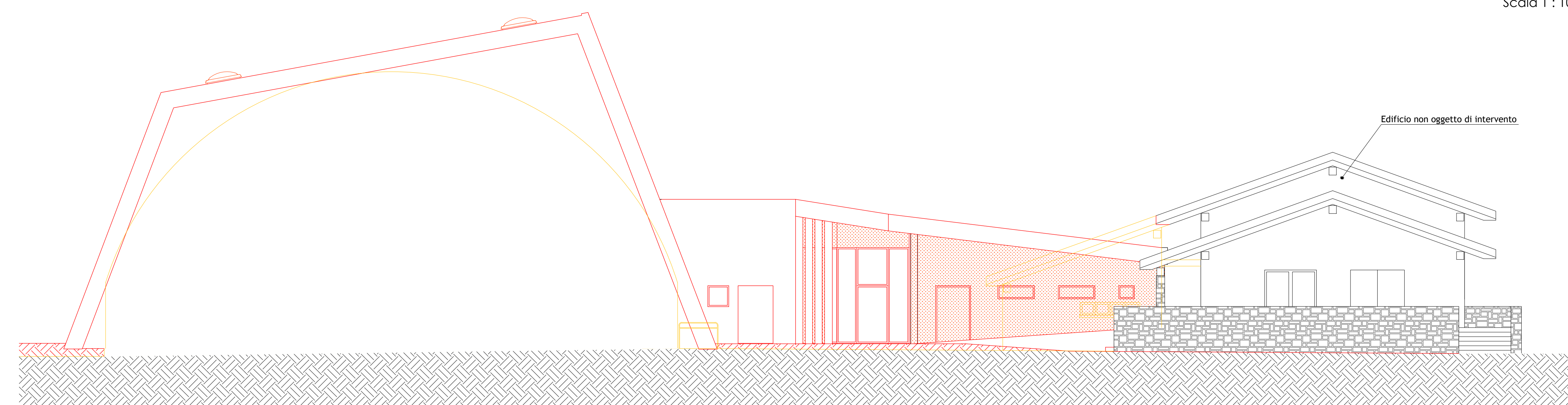
Prospetto Est
Scala 1 : 100



Prospetto Nord
Scala 1 : 100



Prospetto Sud
Scala 1 : 100



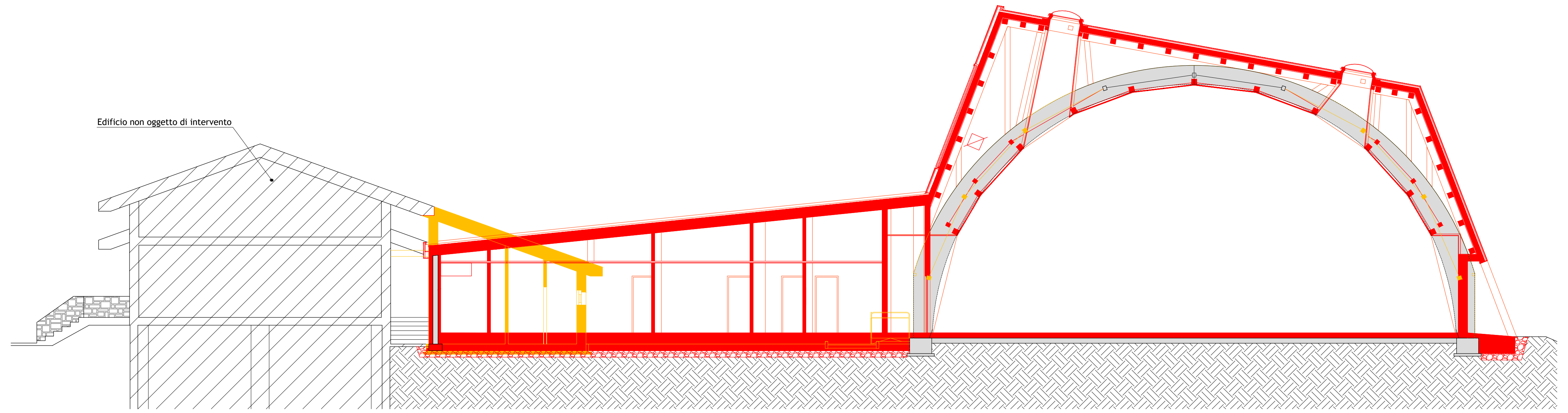
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



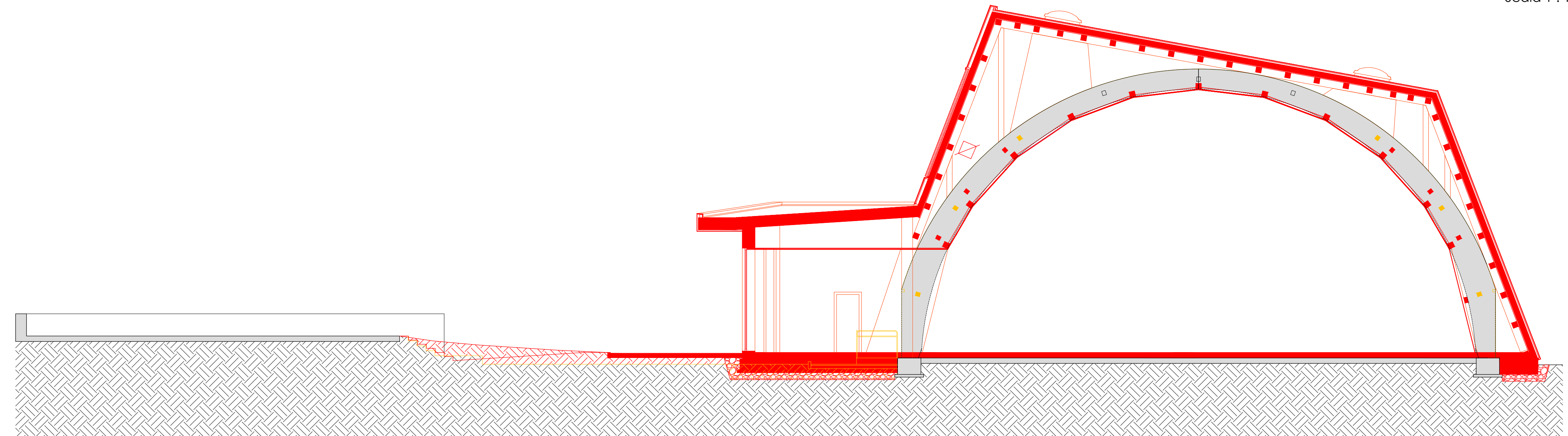
Laureando: **LUIGI BOSO**
Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

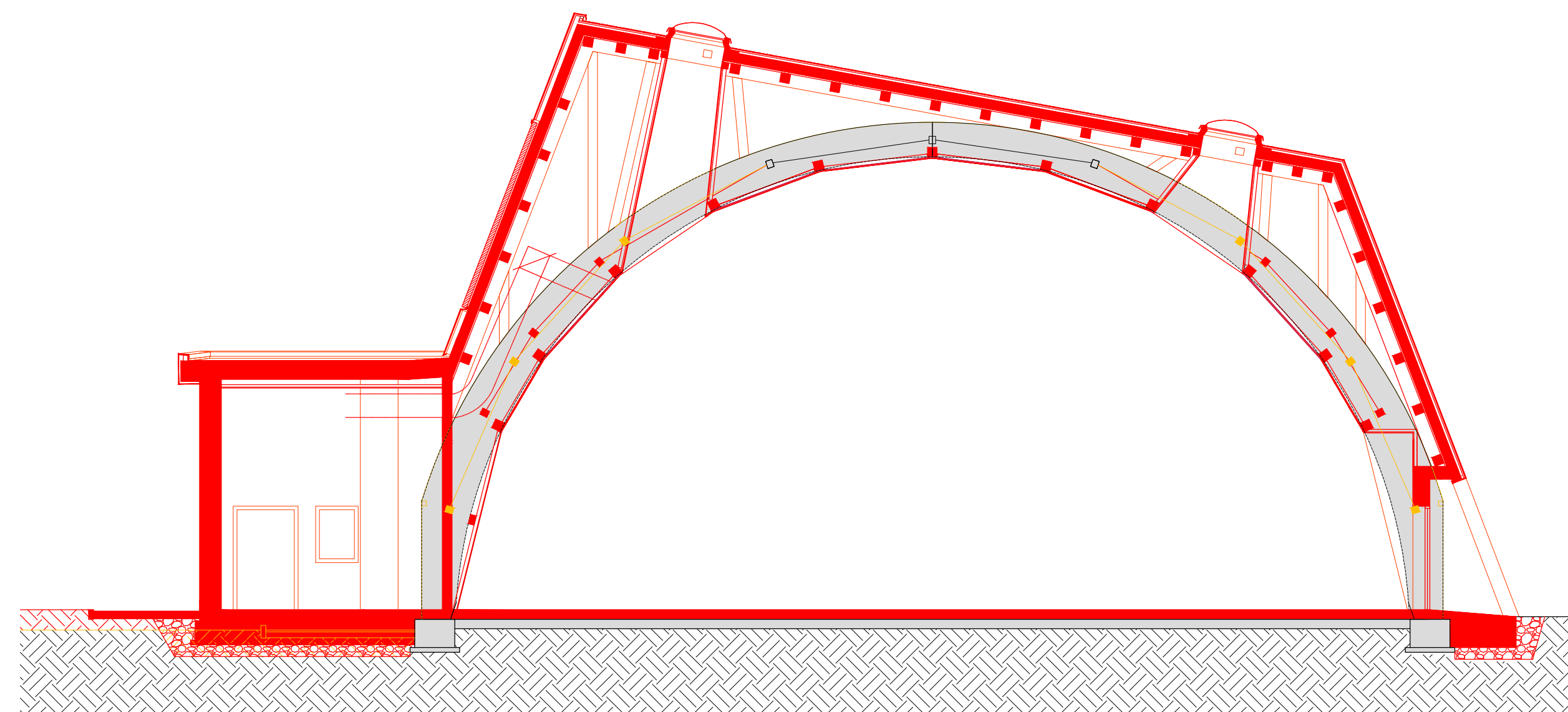
Sezione 1
Scala 1 : 100



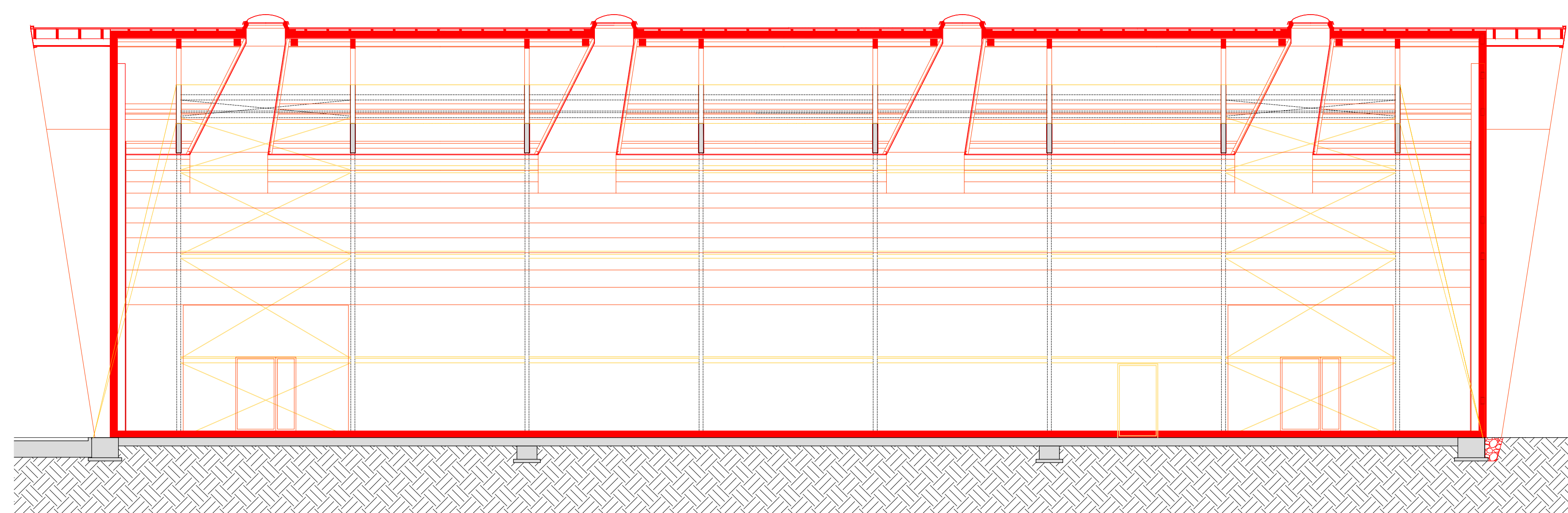
Sezione 2
Scala 1 : 100



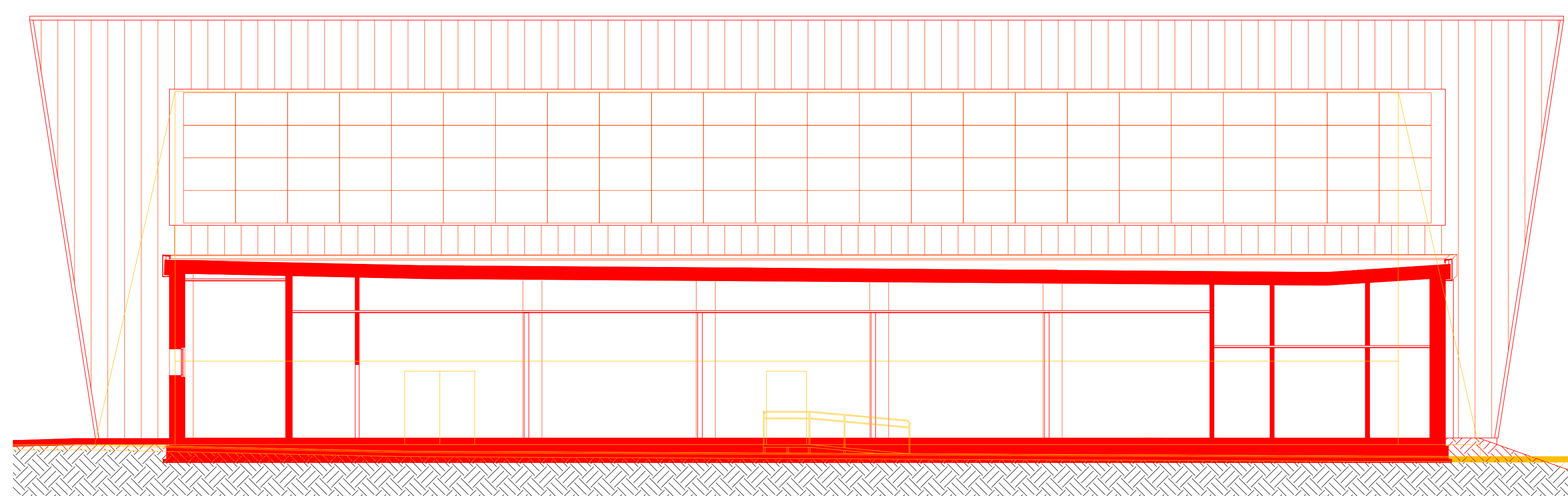
Sezione 3
Scala 1 : 100



Sezione 4
Scala 1 : 100



Sezione 5
Scala 1 : 100

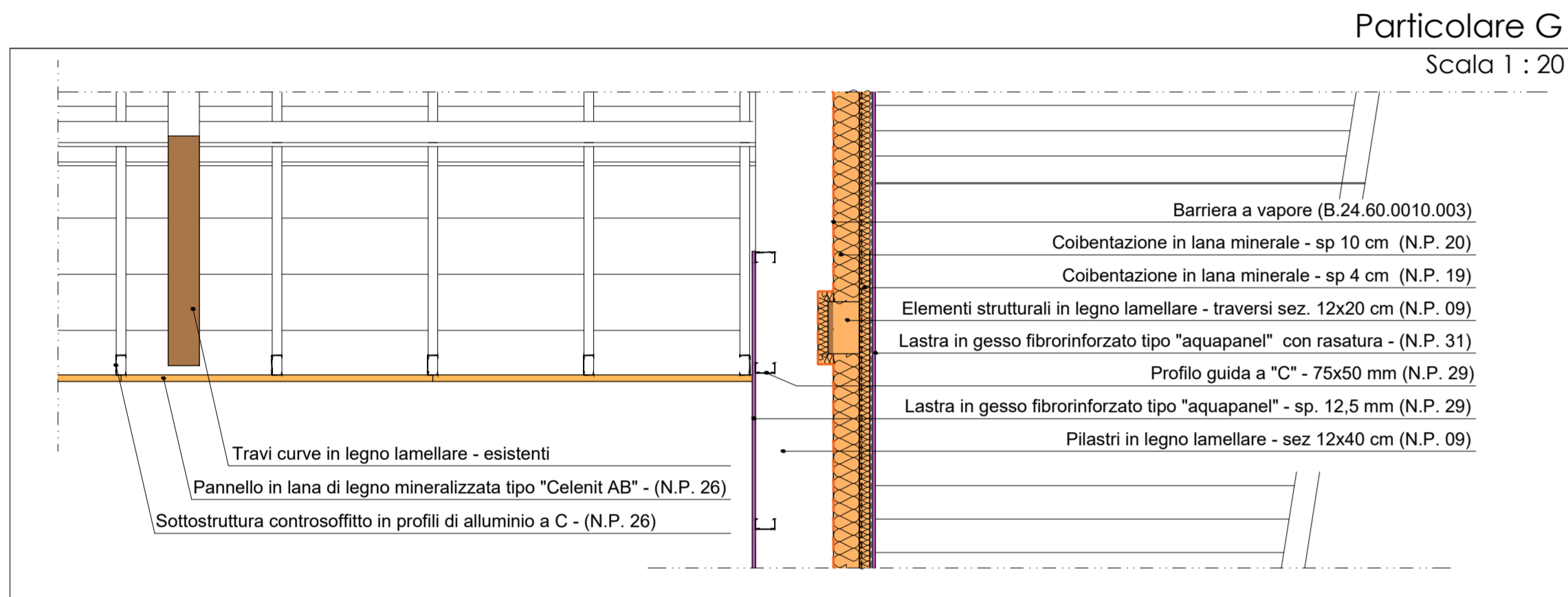
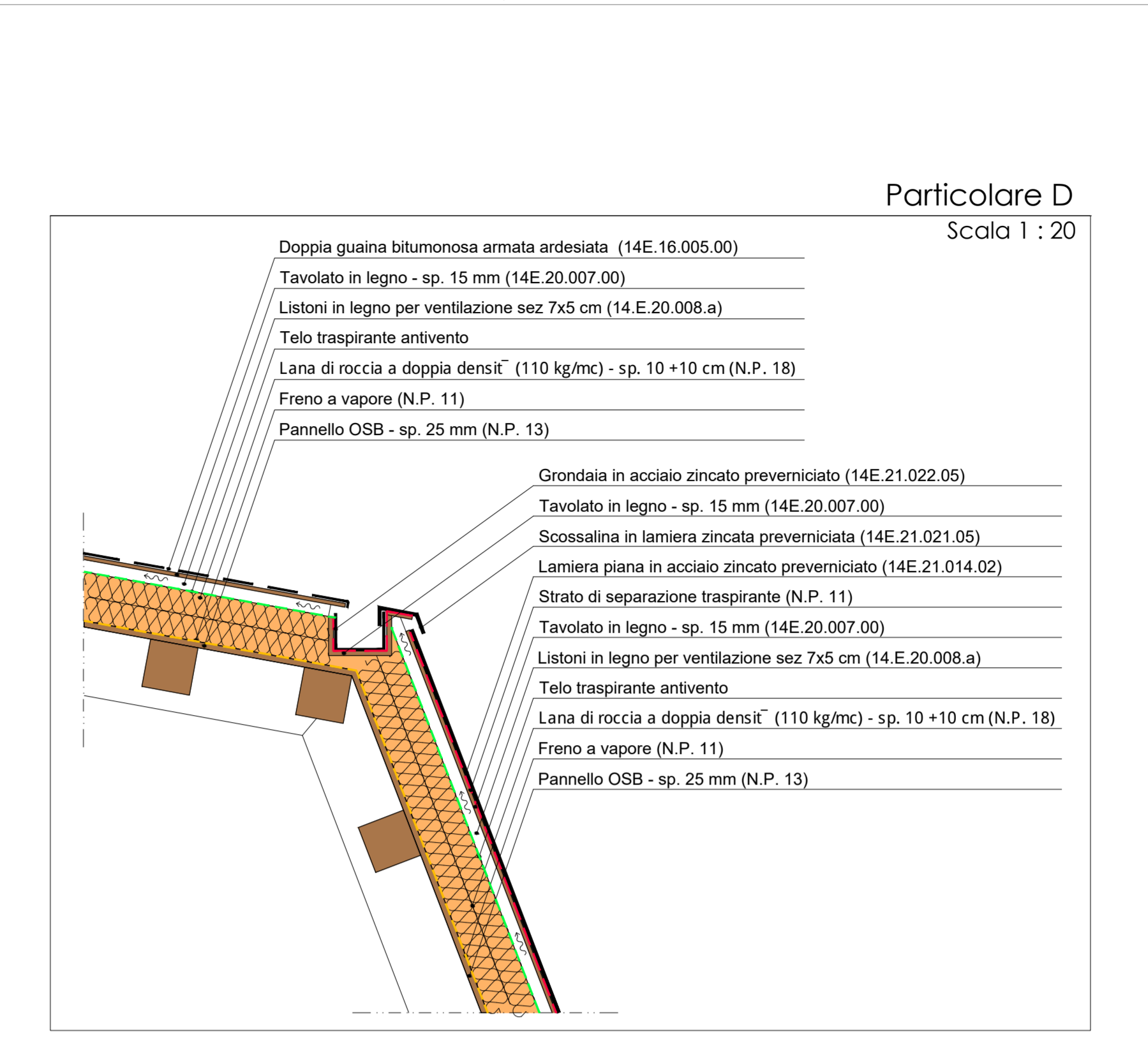
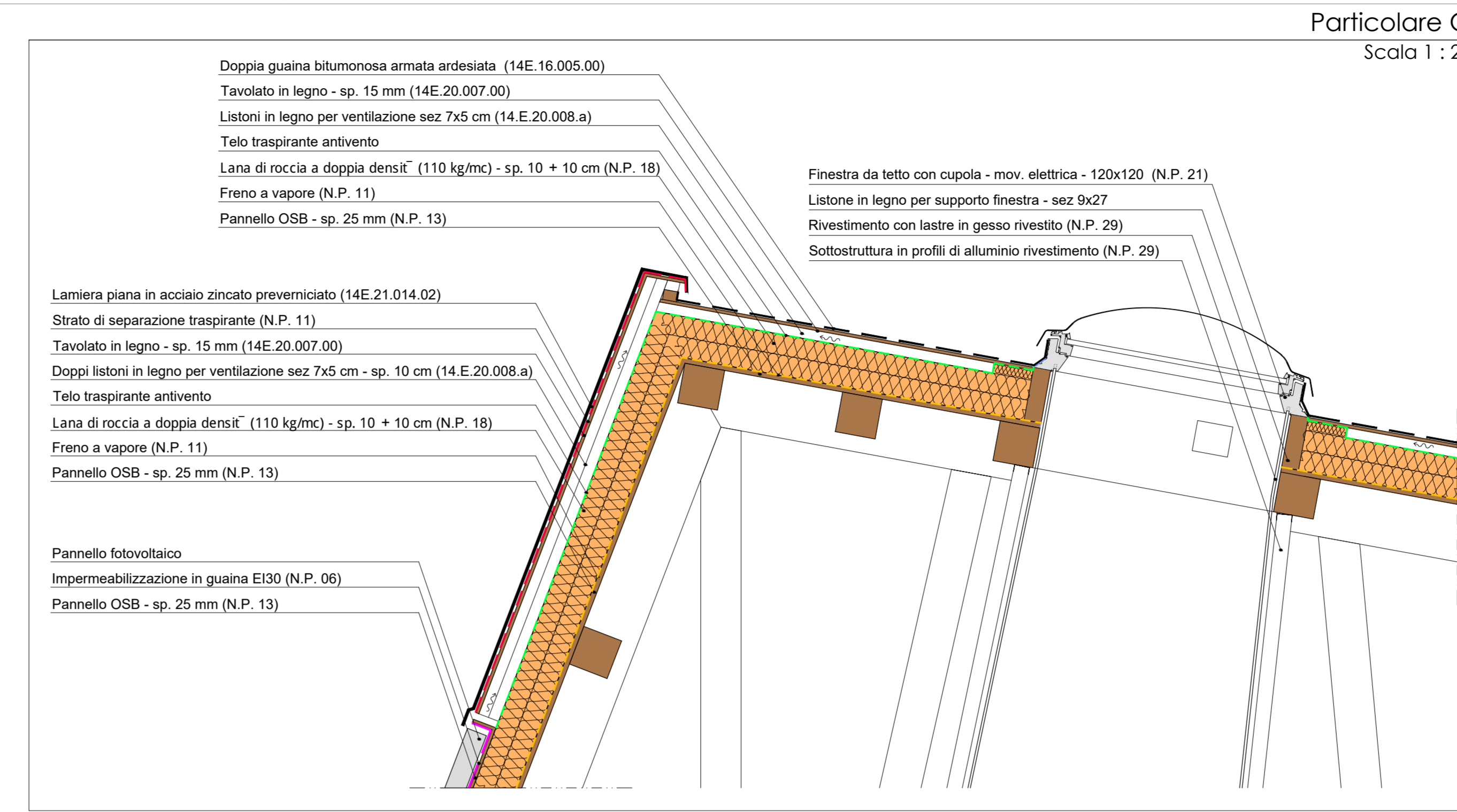
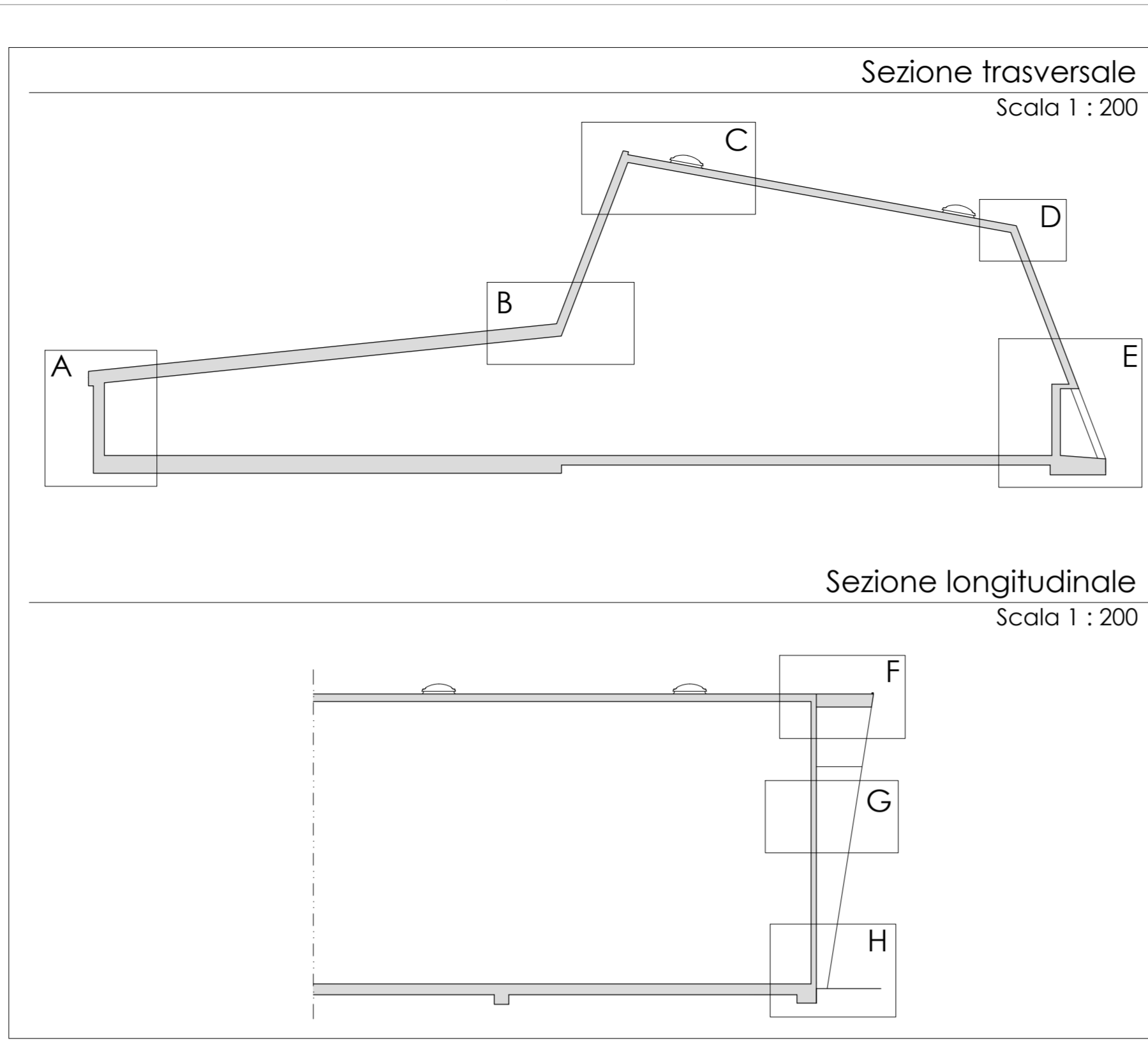
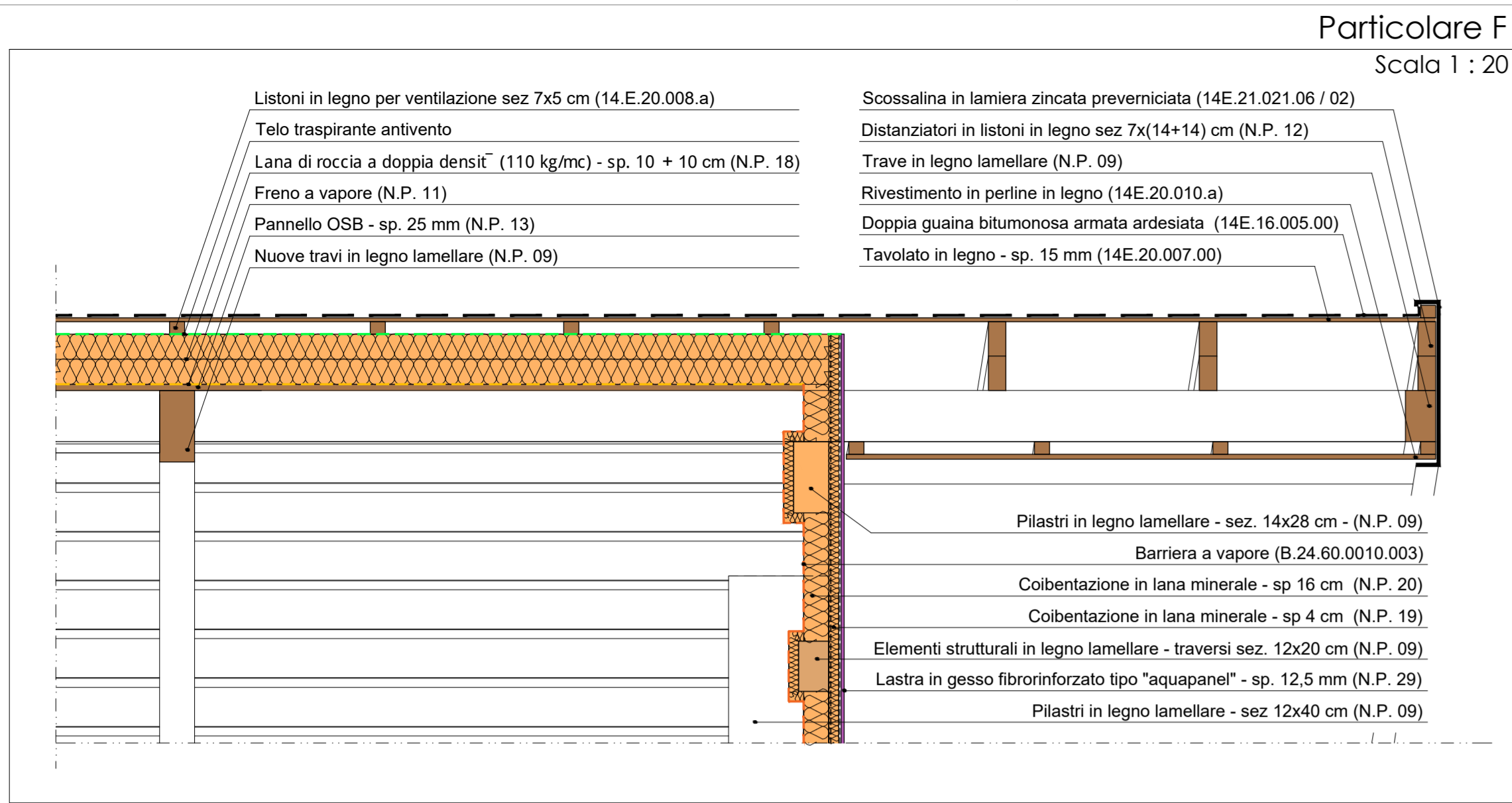


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

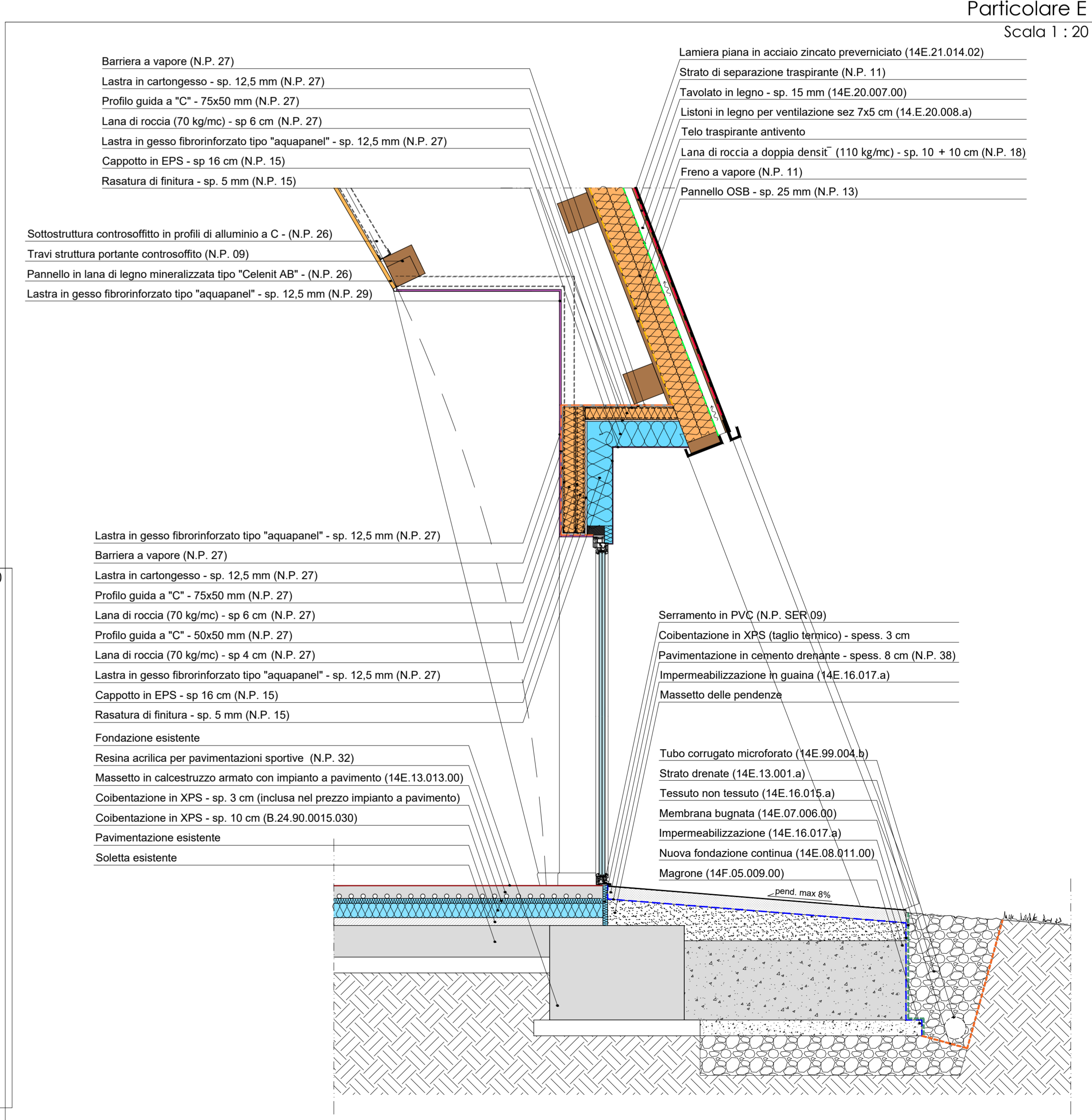
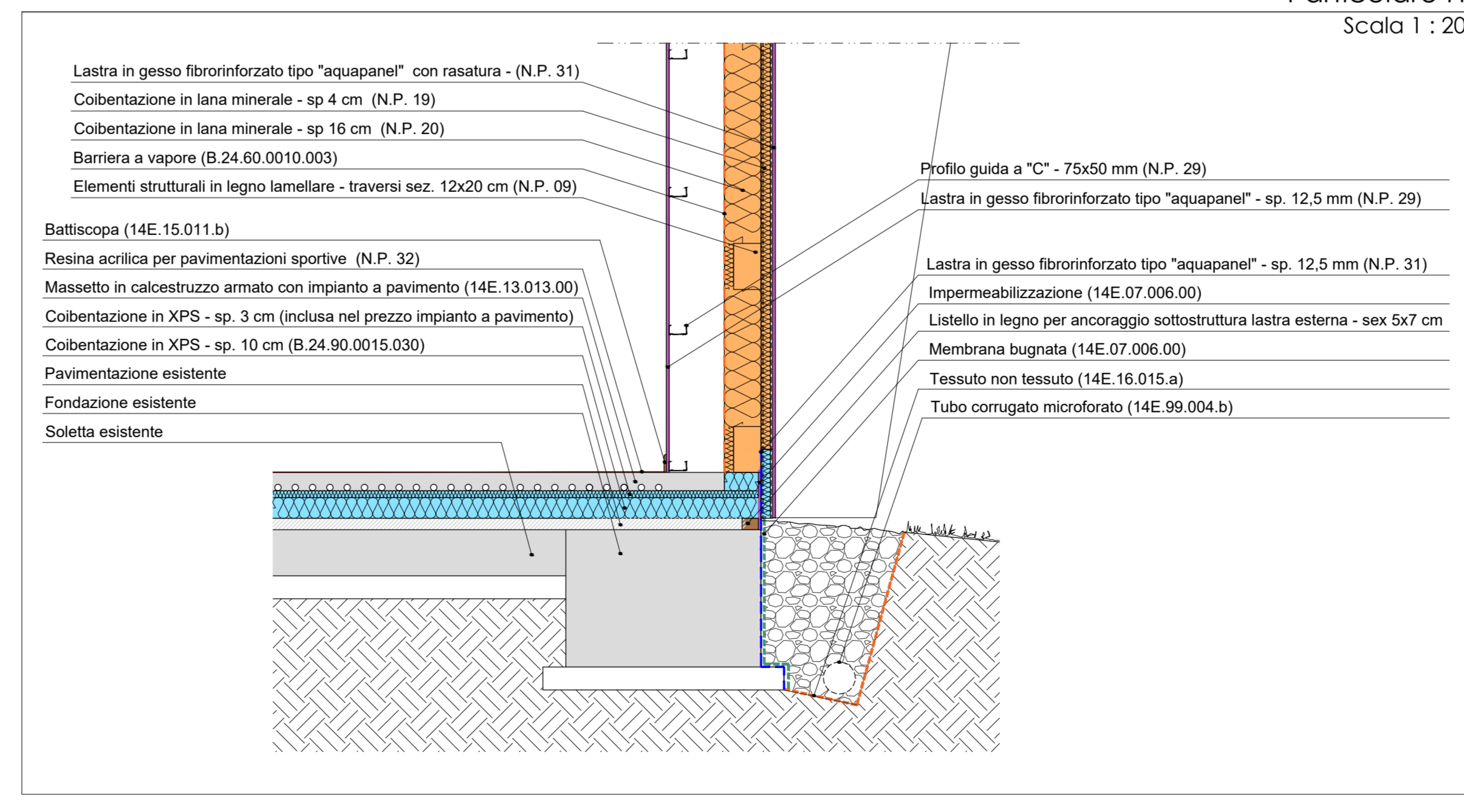
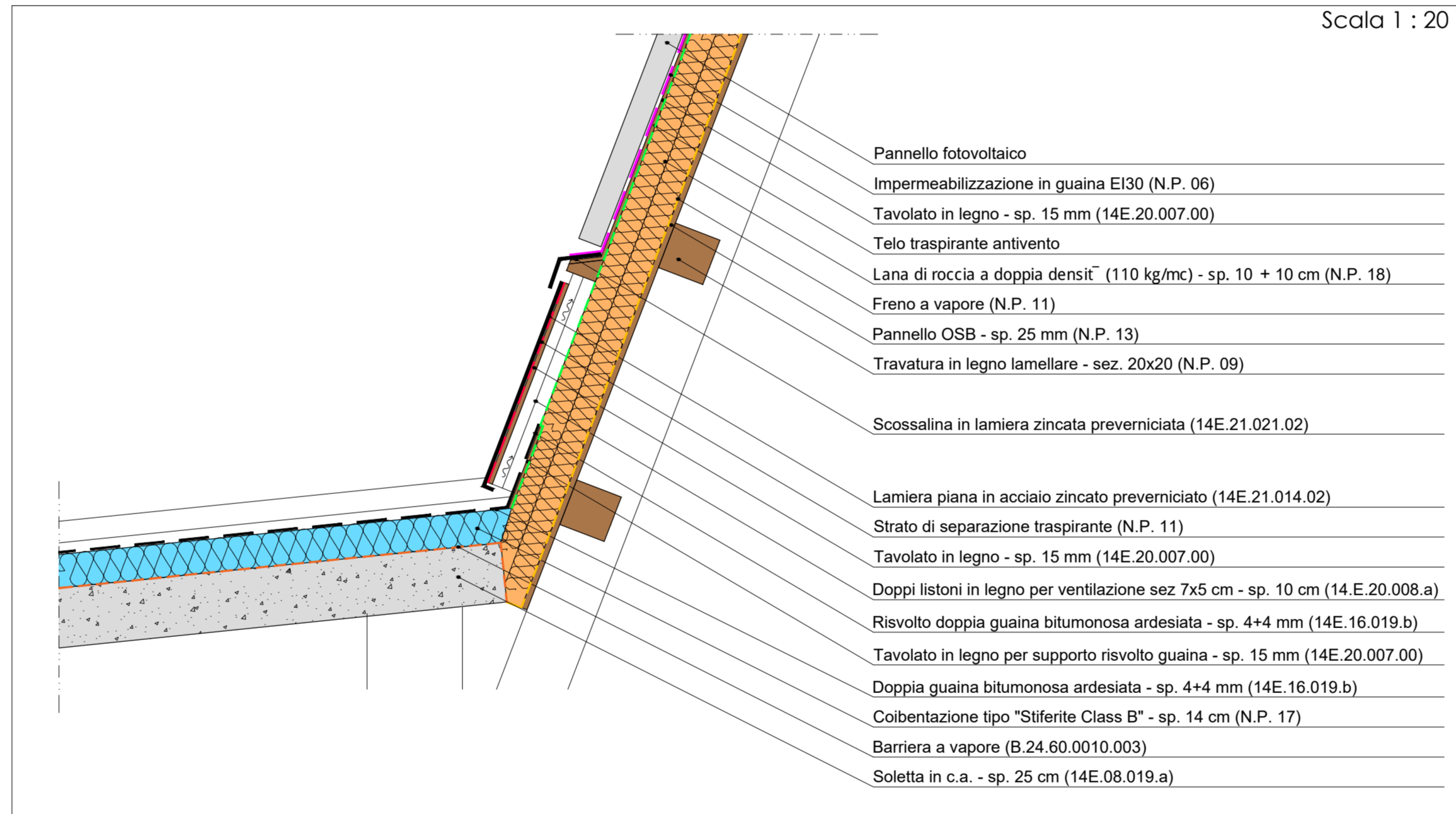
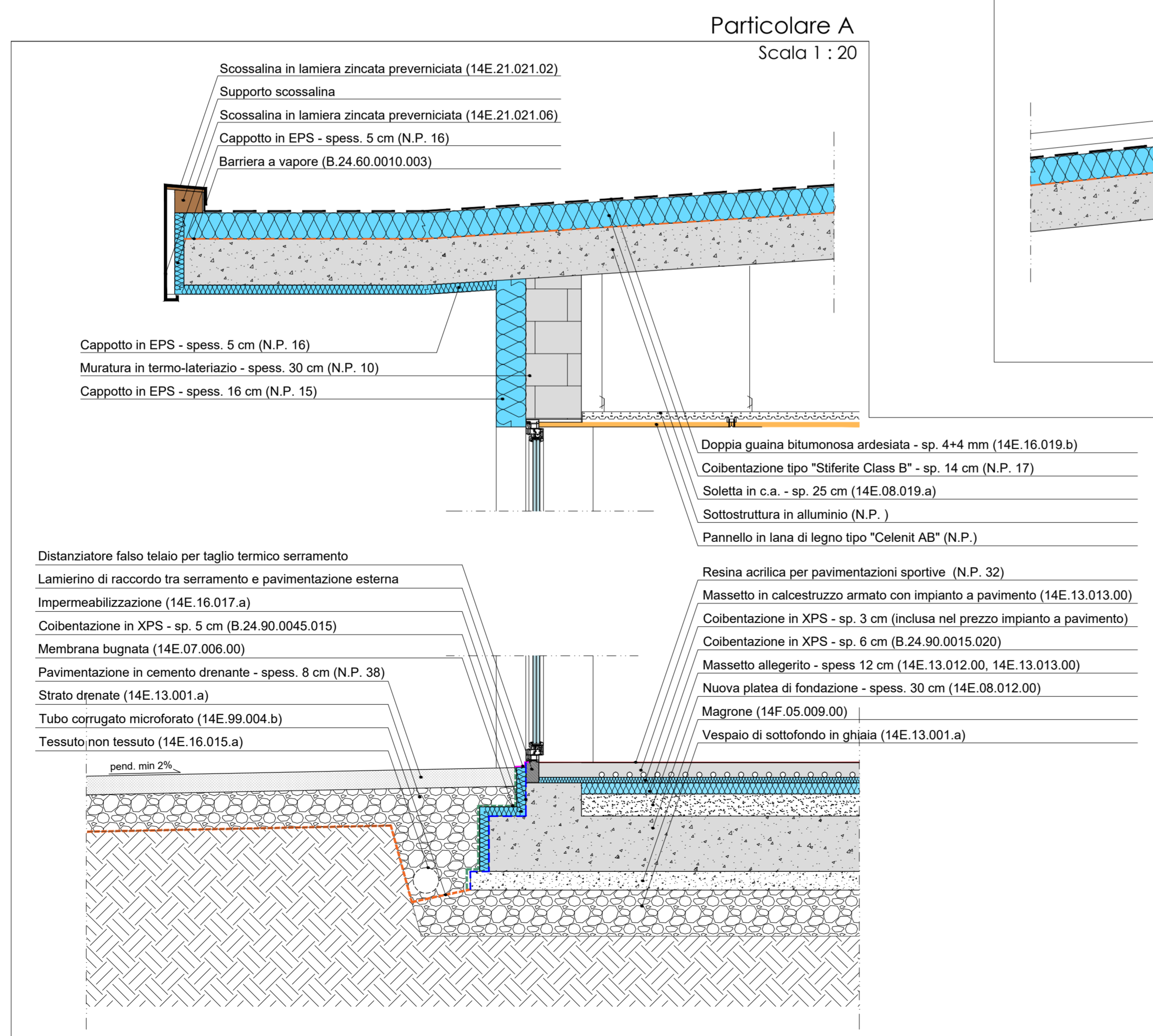


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

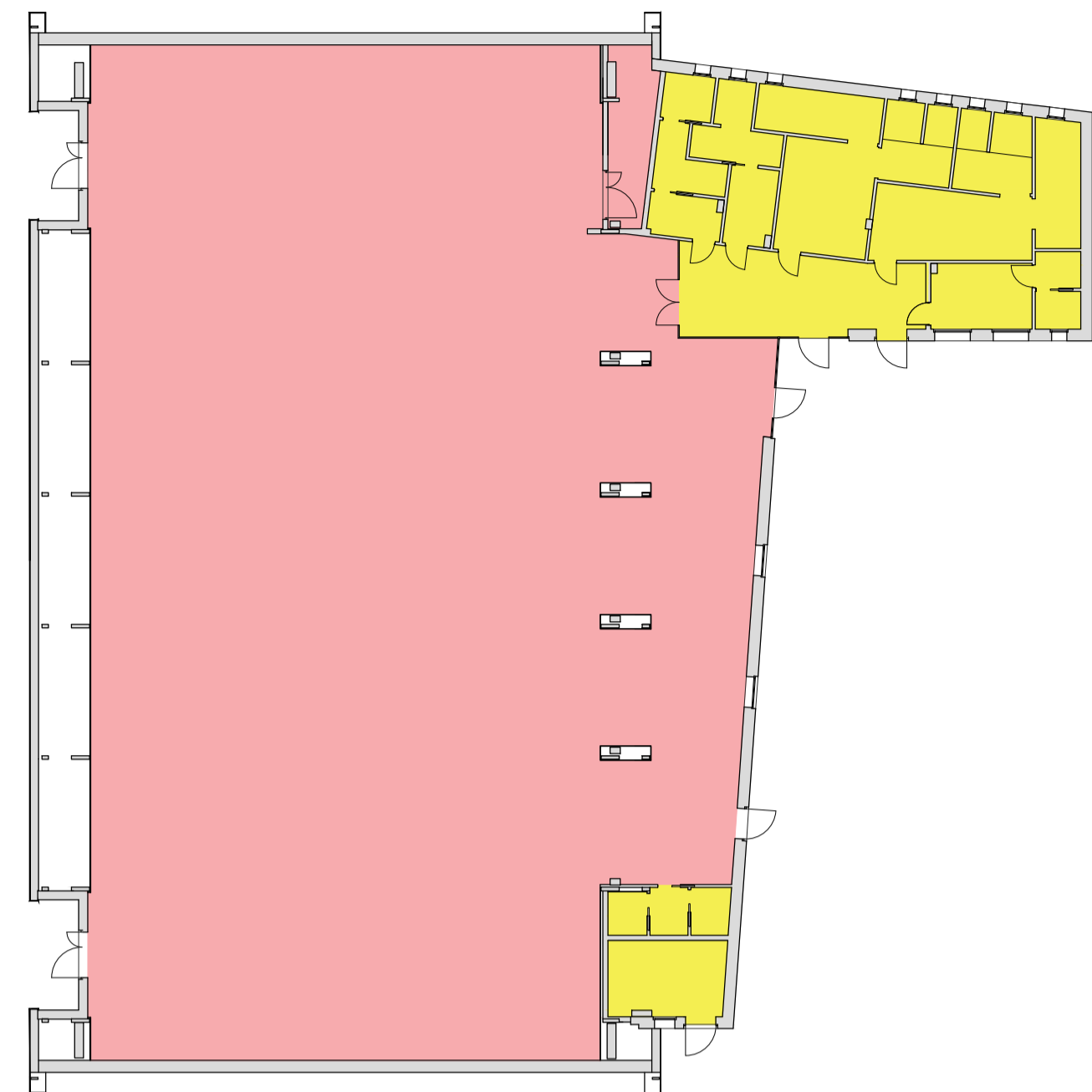


Laureando: LUIGI BOSO
Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



Pianta piano terra - Pavimentazioni

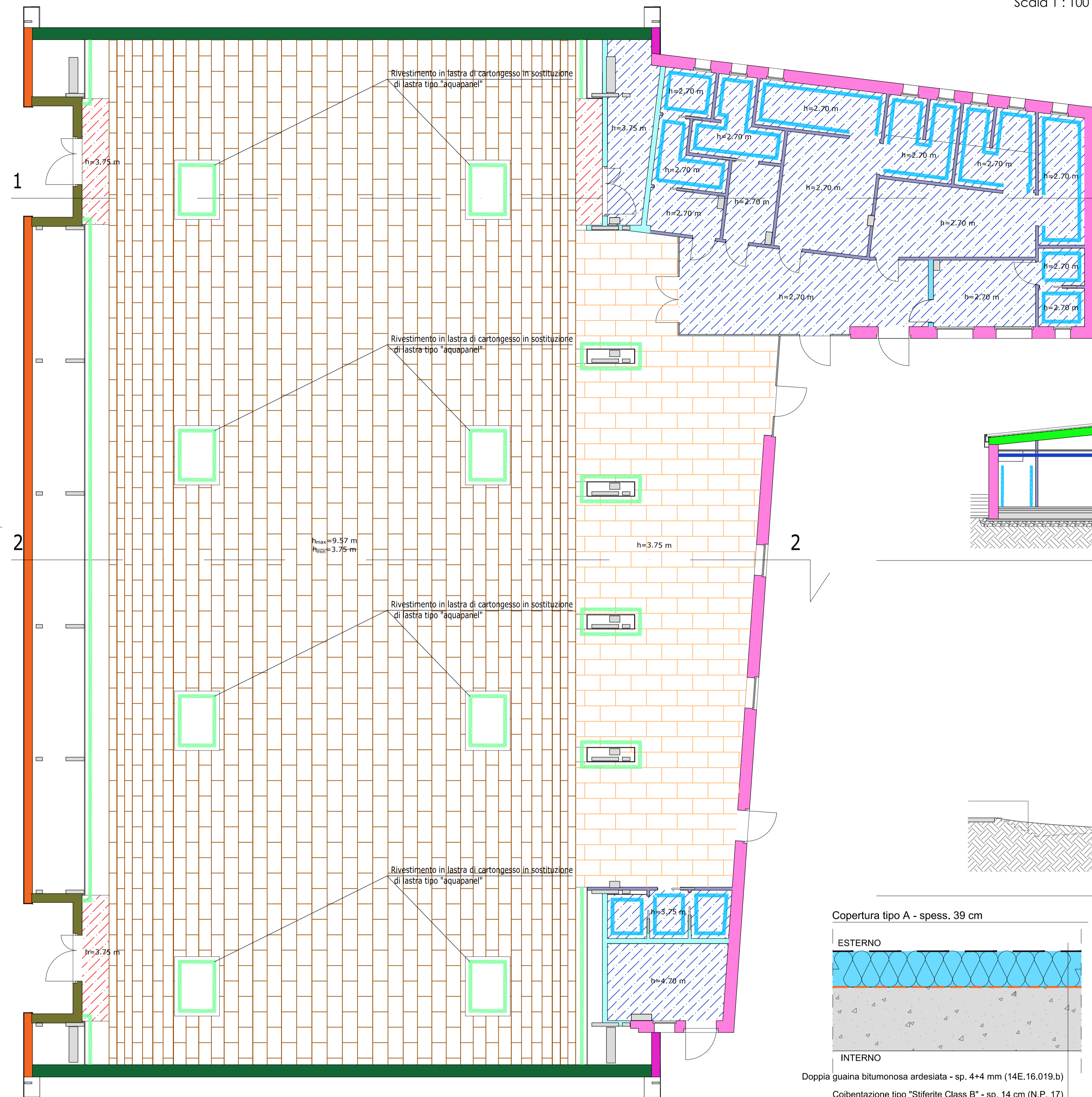


Legenda

- Pavimento in piastrelle ceramiche (14E.14.001.00)
- Pavimento in resina acrilica per pavimentazioni sportive (N.P. 32)

Pianta piano terra - Controsoffitti e pareti

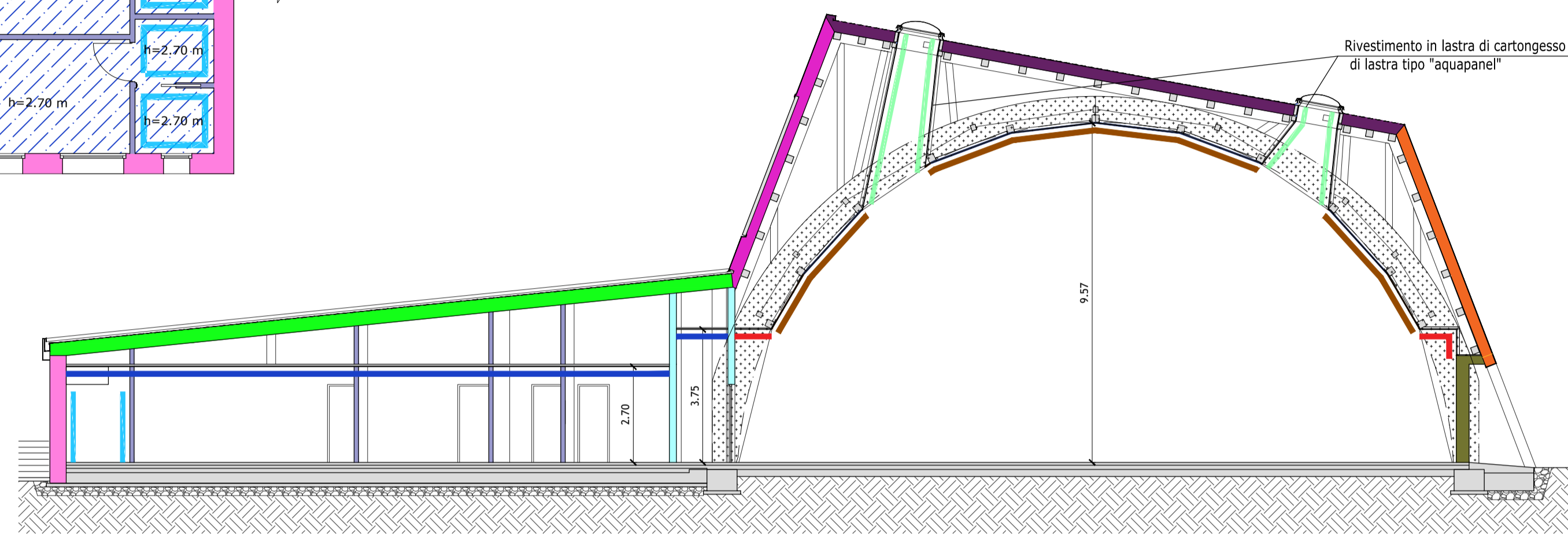
Scala 1 : 100



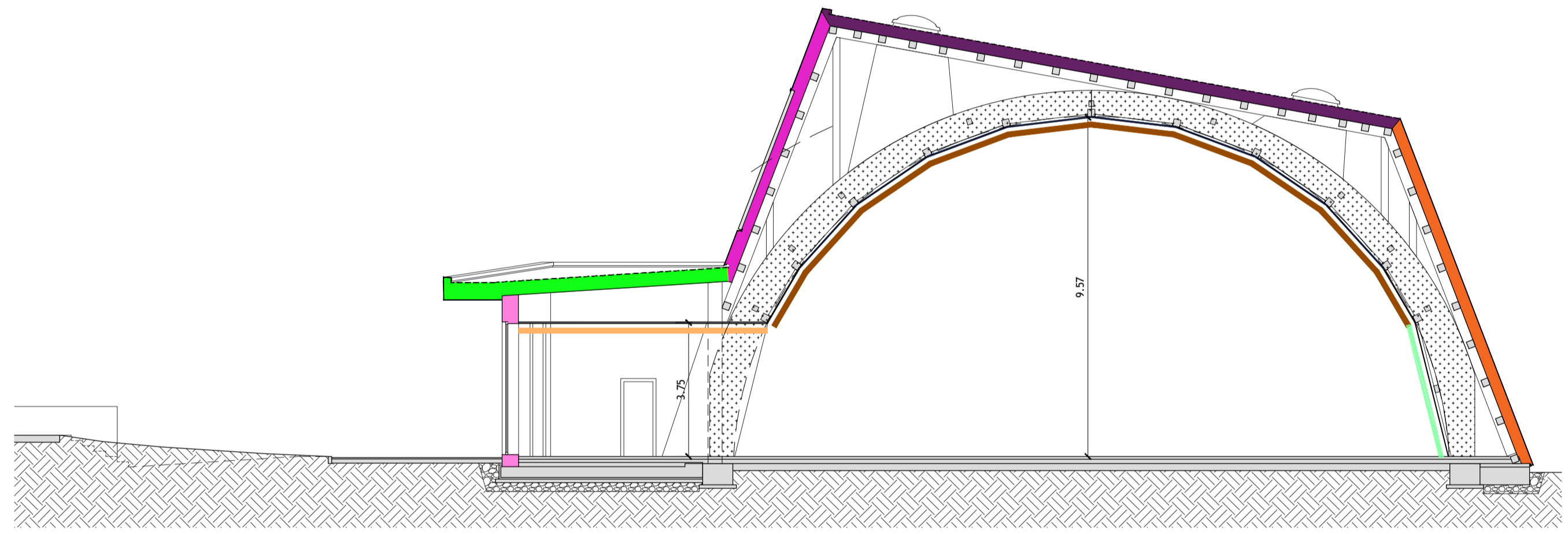
Legenda

- Parete tipo A
- Parete tipo B
- Parete tipo C
- Parete tipo D
- Parete tipo E
- Copertura tipo A
- Copertura tipo B
- Copertura tipo C
- Copertura tipo D
- Controsoffitto in lastre tipo "Aquapanel"
- Controsoffitto in cartongesso
- Controsoffitto fonoassorbente in lamiere legno mineralizzata
- Controsoffitto fonoassorbente in lana di legno mineralizzata
- Lastra tipo "aquapanel" (in sostituzione di lastra in cartongesso) rivestimento in piastrelle fino ad altezza h=2,00 m
- Rivestimento in lastra tipo "aquapanel"
- Verniciatura ignifuga su travi in legno esistenti

Sezione 1

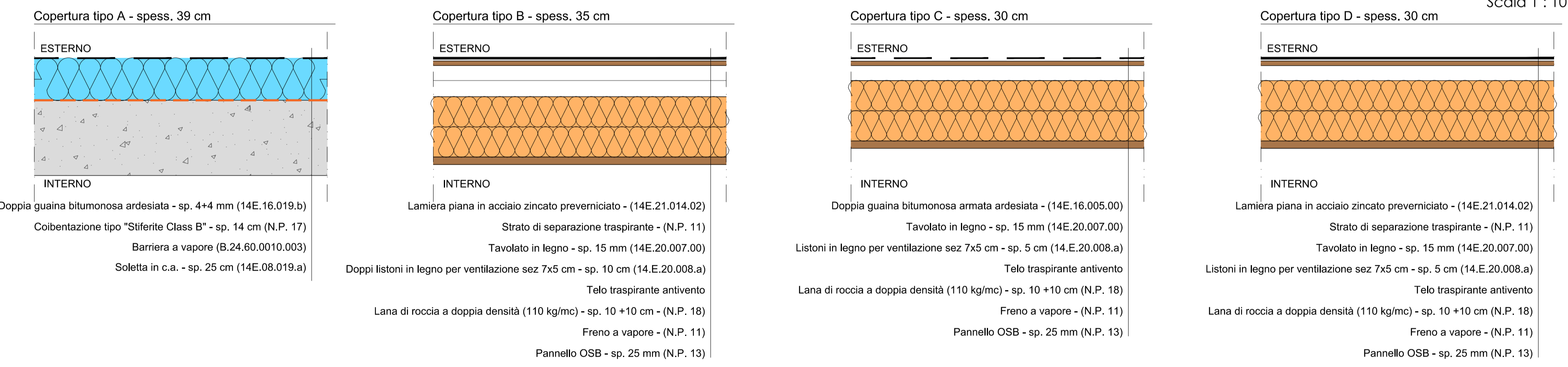


Sezione 2



Stratigrafie di progetto

Scala 1 : 10



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

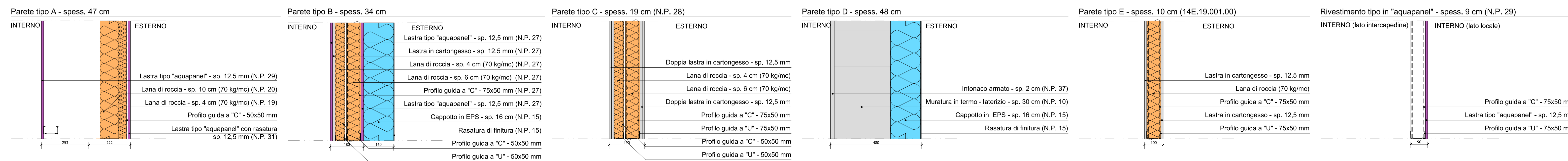


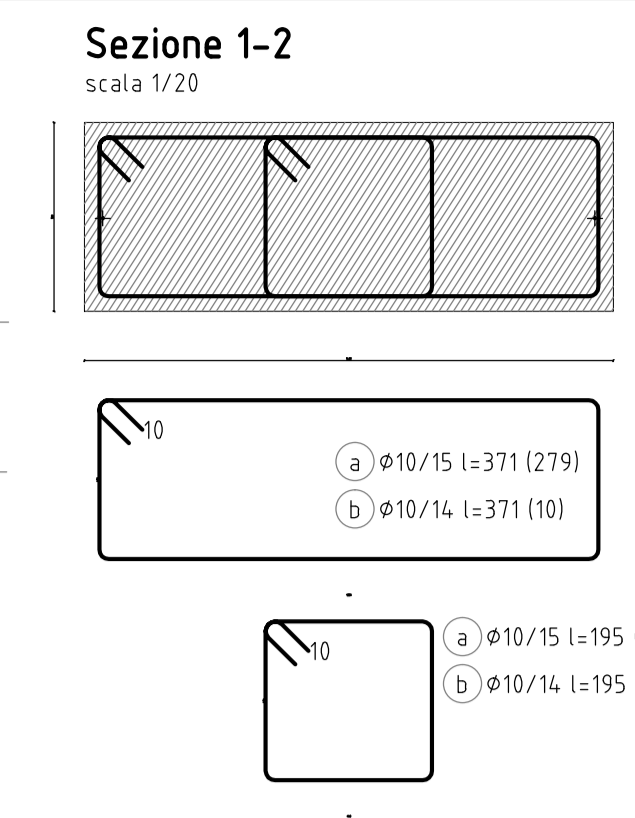
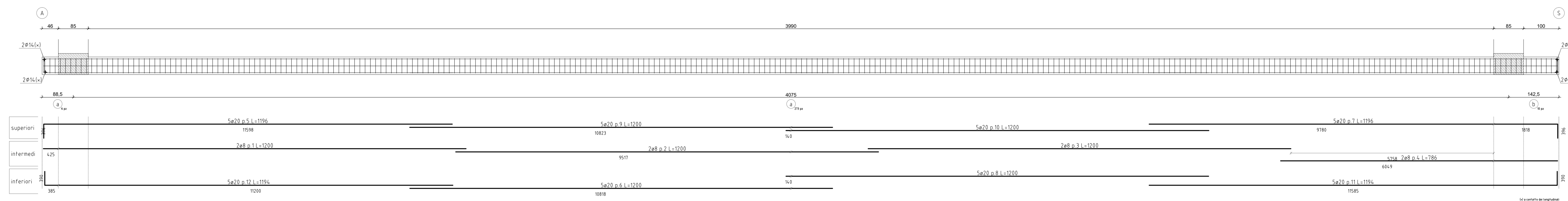
Laureando: LUIGI BOSSO
 Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
 Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

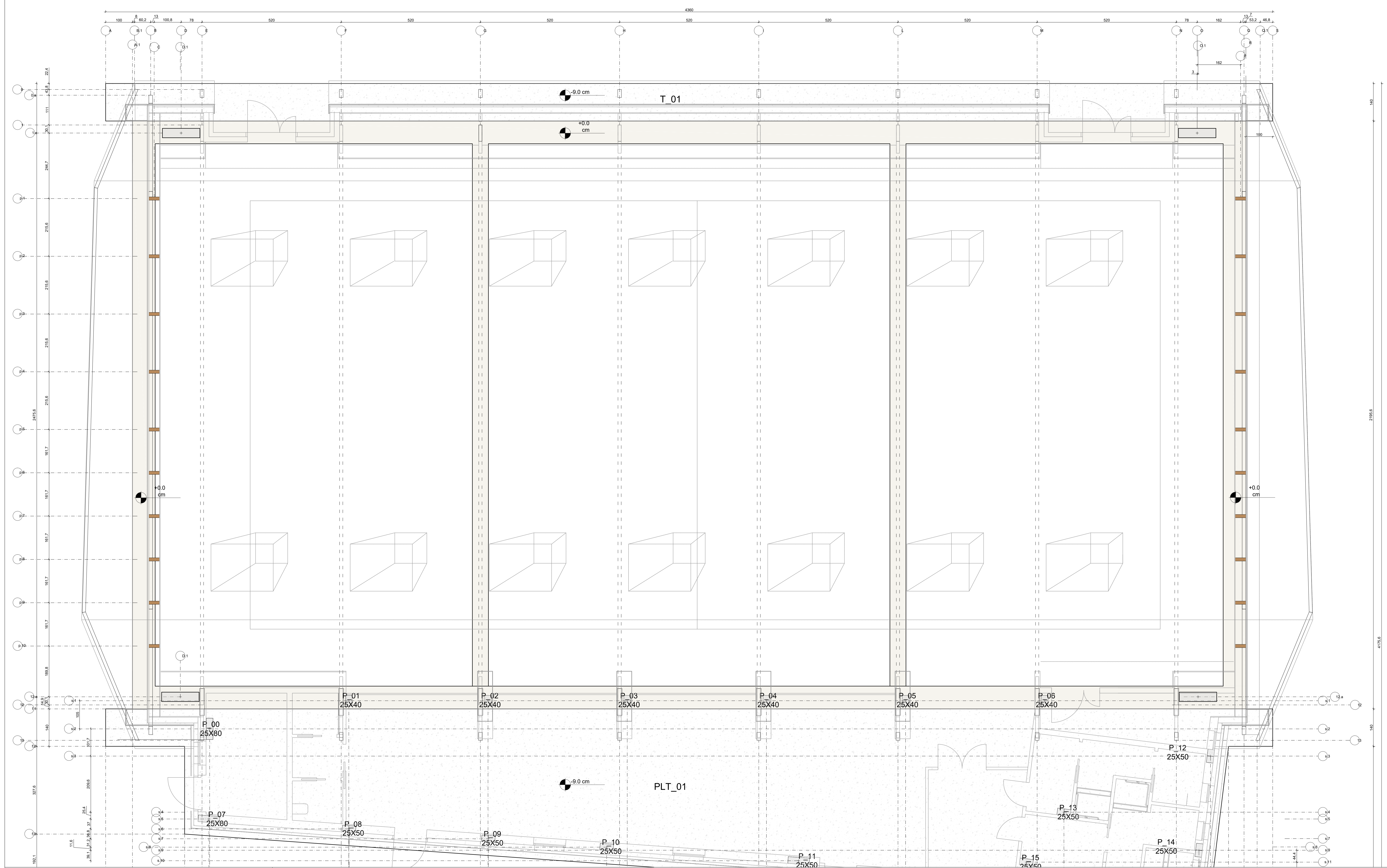
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

CONTENUTO SCHEMA TIPOLOGIA PAVIMENTI, CONTROSOFFITTI E PARETI STATO DI PROGETTO A09





TRAVE DI FONDAZIONE A-S - scala 1/30



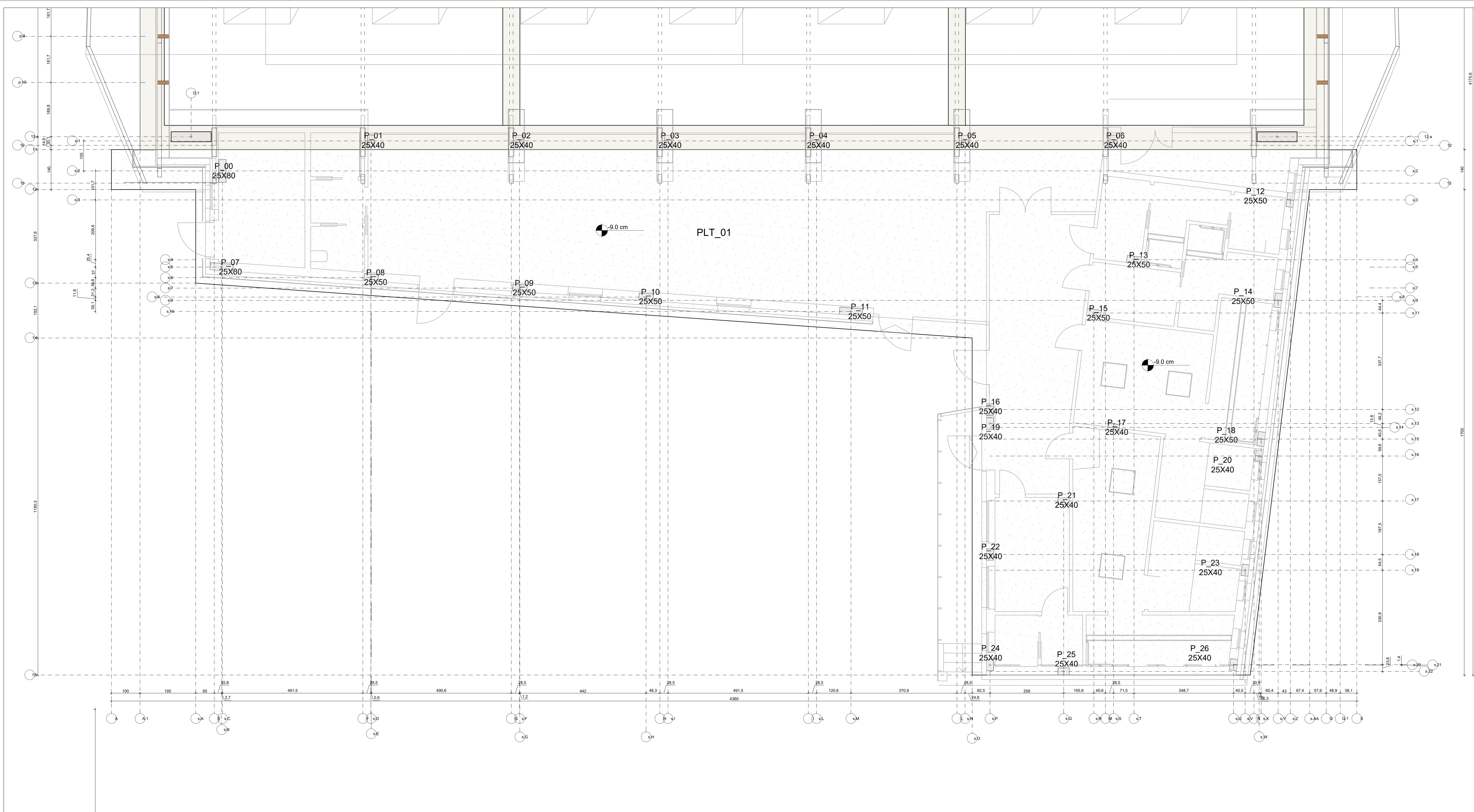
PLANIMETRIA FONDAZIONI PALESTRA - scala 1/30

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



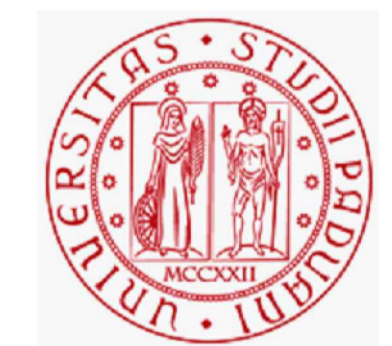
Laureando: LUIGI BOSCO
Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



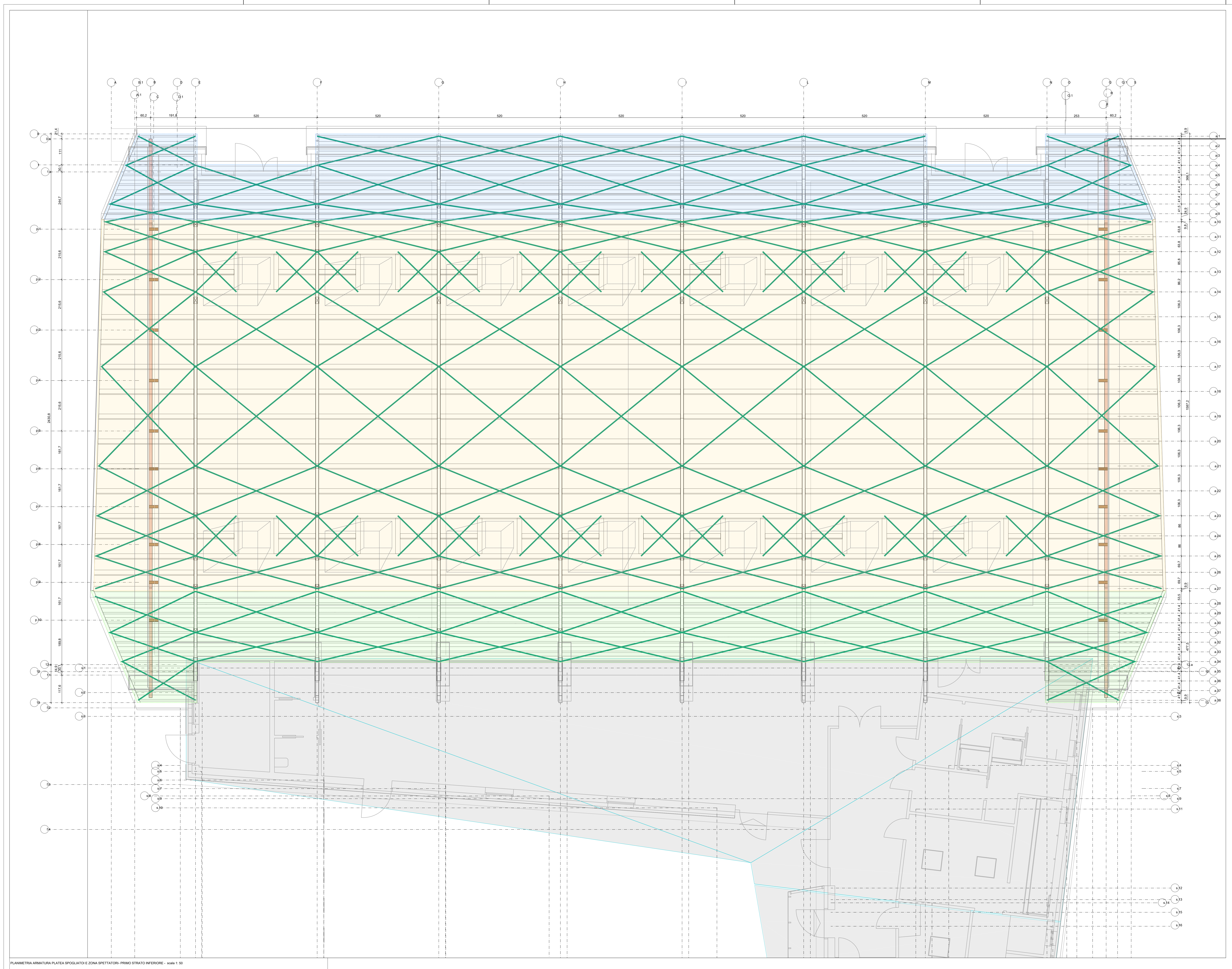
PLANIMETRIA FONDAZIONI SPOGLIATOI E ZONA SPETTATORI - scala 1:50

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: LUIGI BOSSO
 Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
 Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



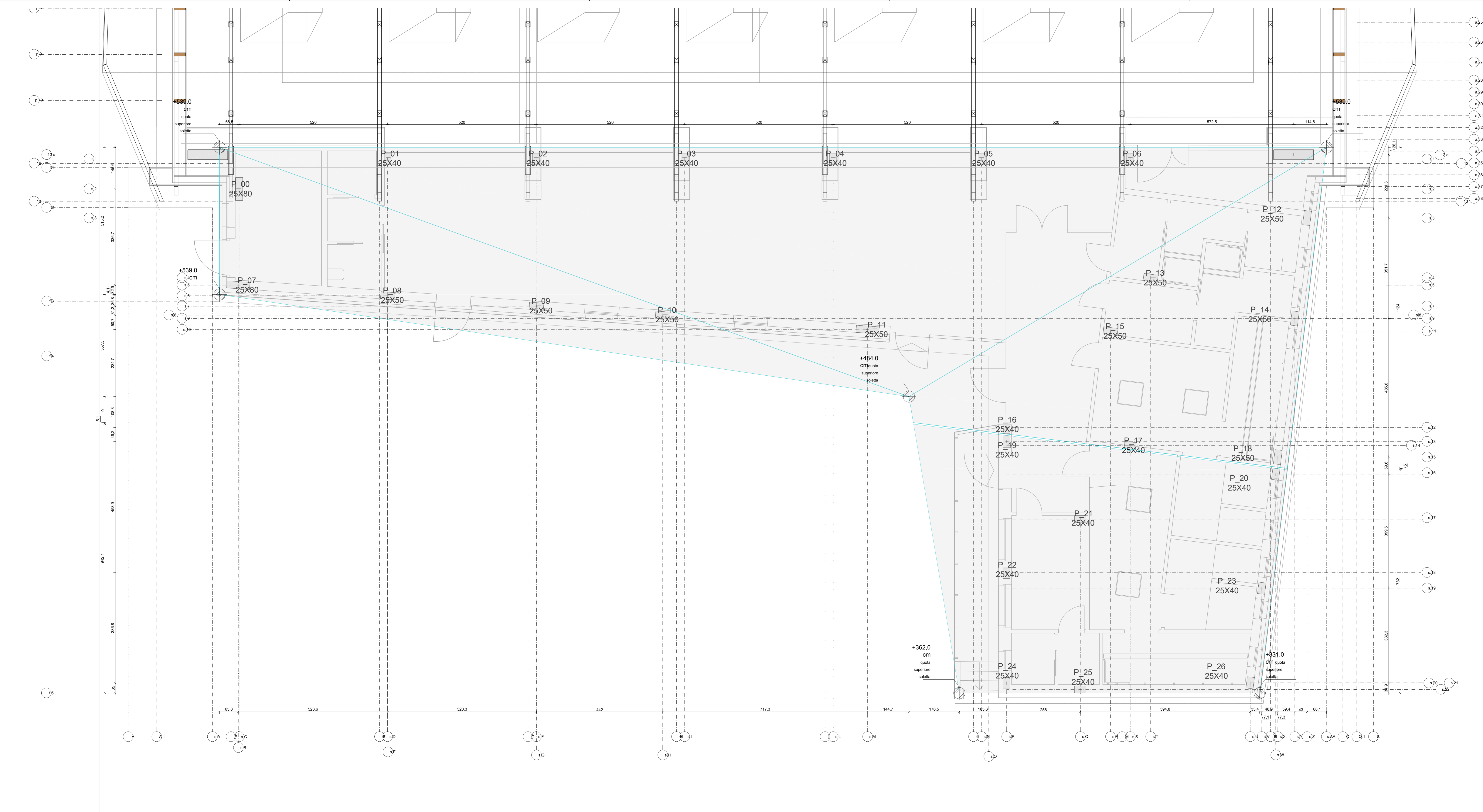
PLANIMETRIA ARMATURA PLATEA SPOGLIATO E ZONA SPETTATORI: PRIMO STRATO INFERIORE - scala 1:50

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



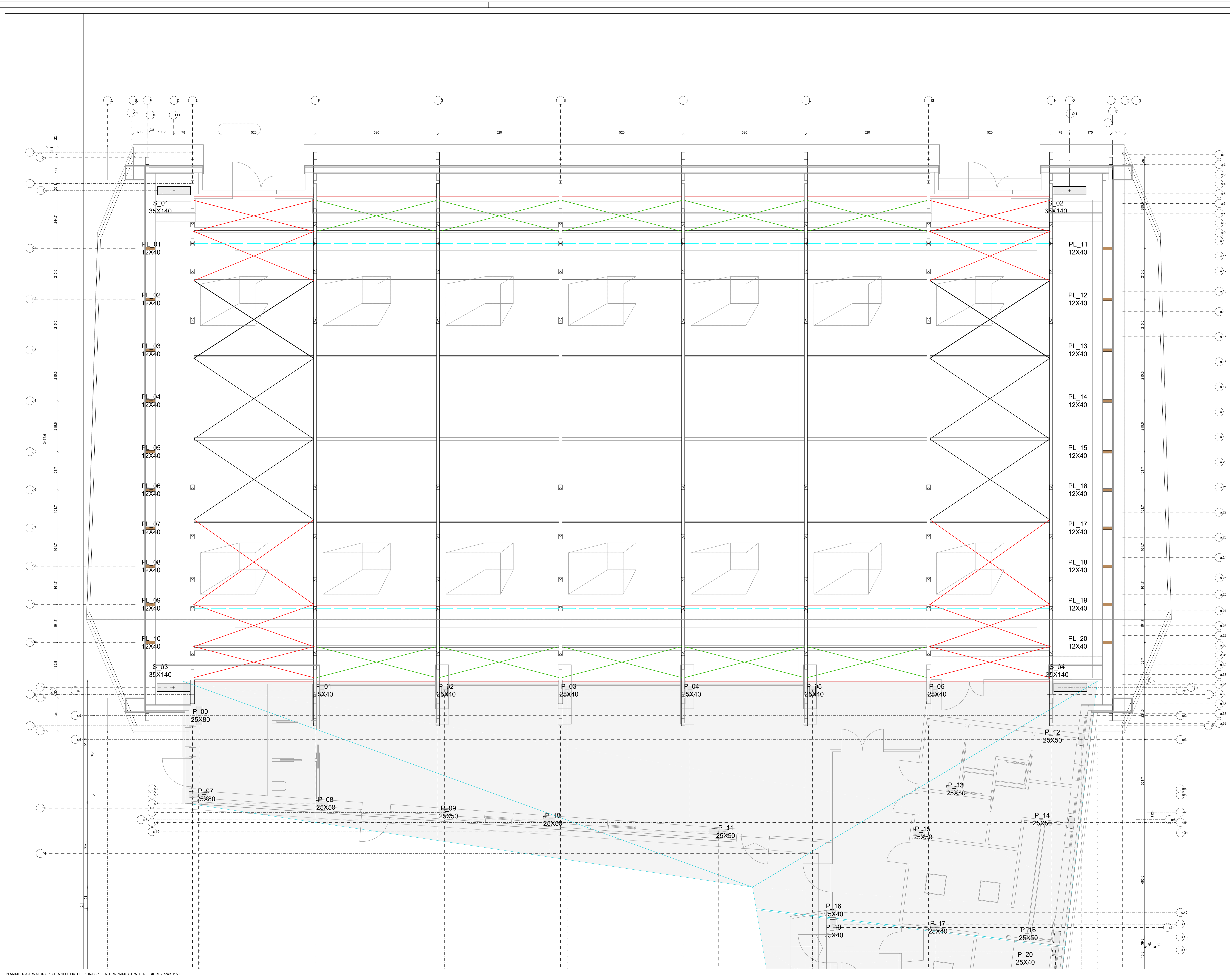
PLANIMETRIA ARMATURA PLATEA SPOGLIATOI E ZONA SPETTATORI- PRIMO STRATO INFERIORE - scala 1:50

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



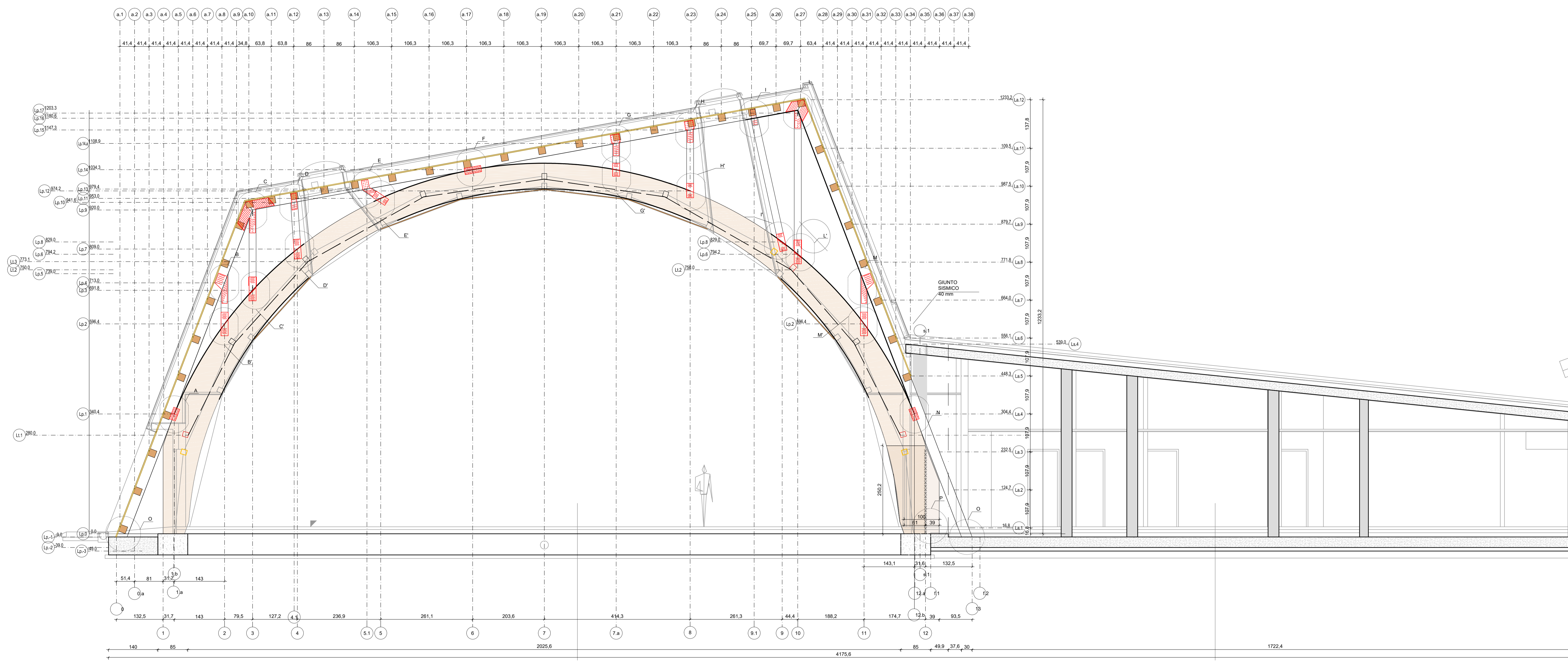
PLANIMETRIA ARMATURA PLATEA SPOGLIATOI E ZONA SPETTATORI: PRIMO STRATO INFERIORE - scala 1:50

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

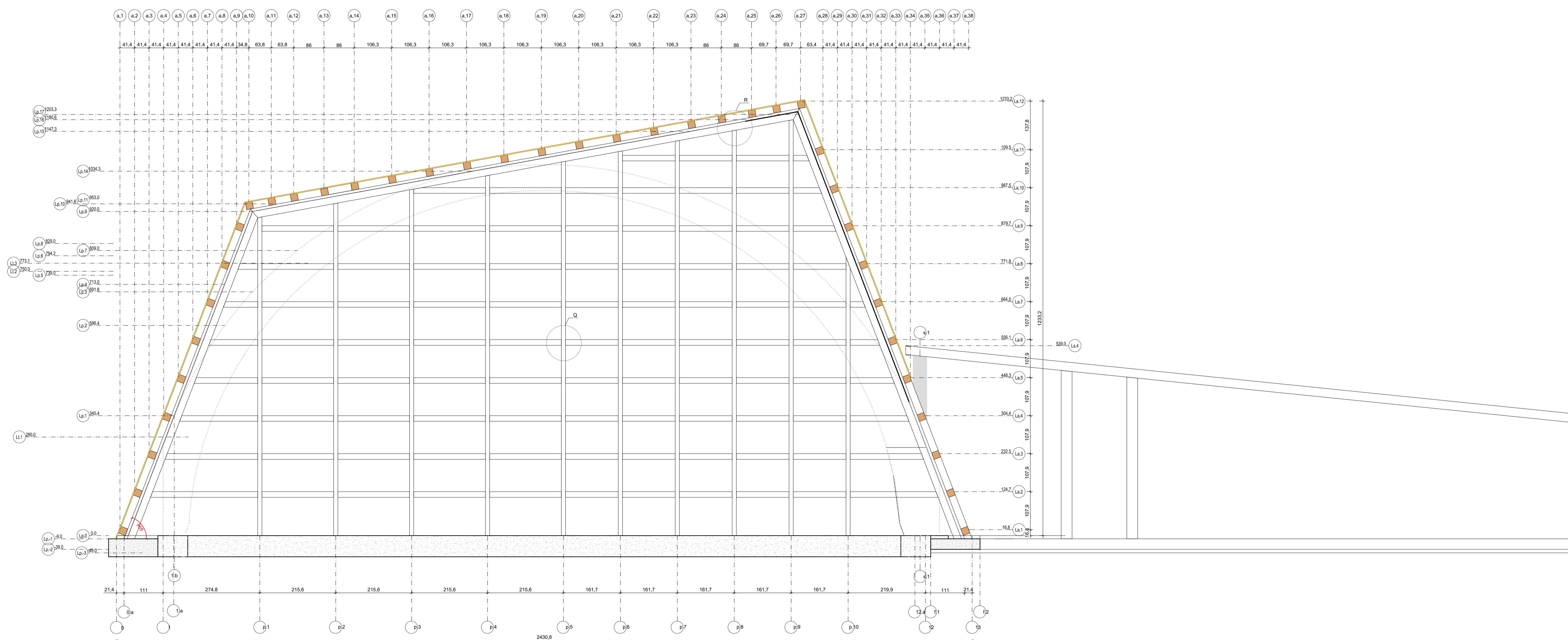


Laureando: LUIGI BOSO
 Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
 Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.z.e.b. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.z.e.b. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



PLANIMETRIA ARMATURA PLATEA SPOGLIATOI E ZONA SPETTATORI: PRIMO STRATO INFERIORE - scala 1:50



PLANIMETRIA ARMATURA PLATEA SPOGLIATOI E ZONA SPETTATORI: PRIMO STRATO INFERIORE - scala 1:50

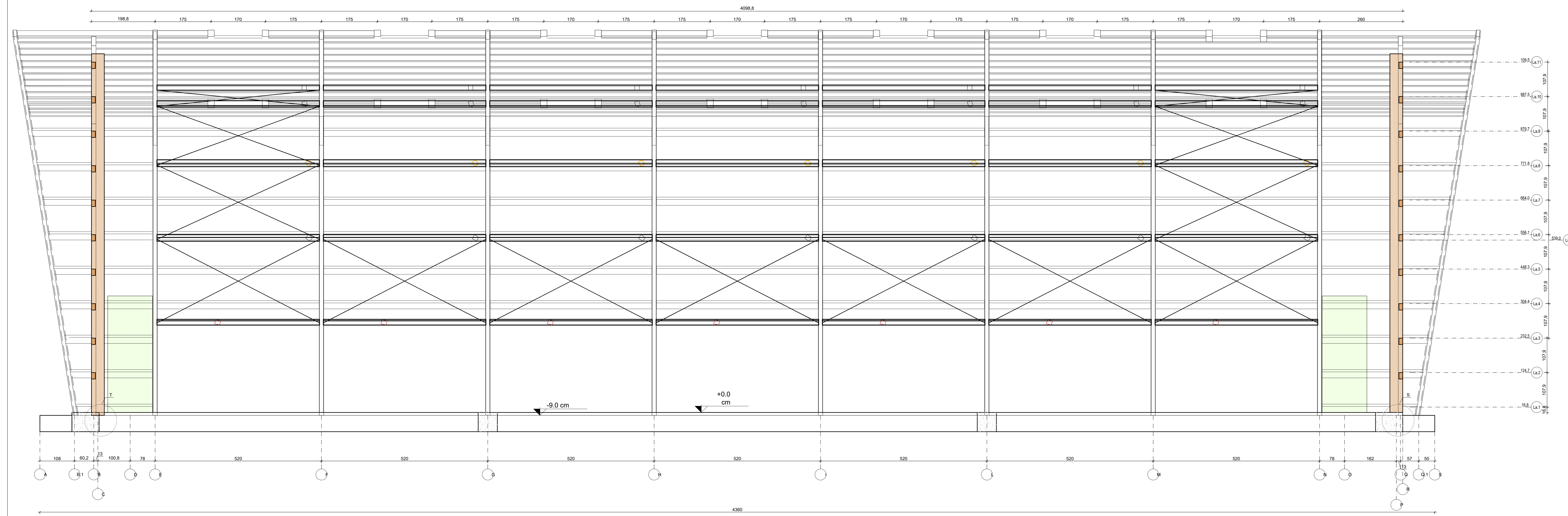
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



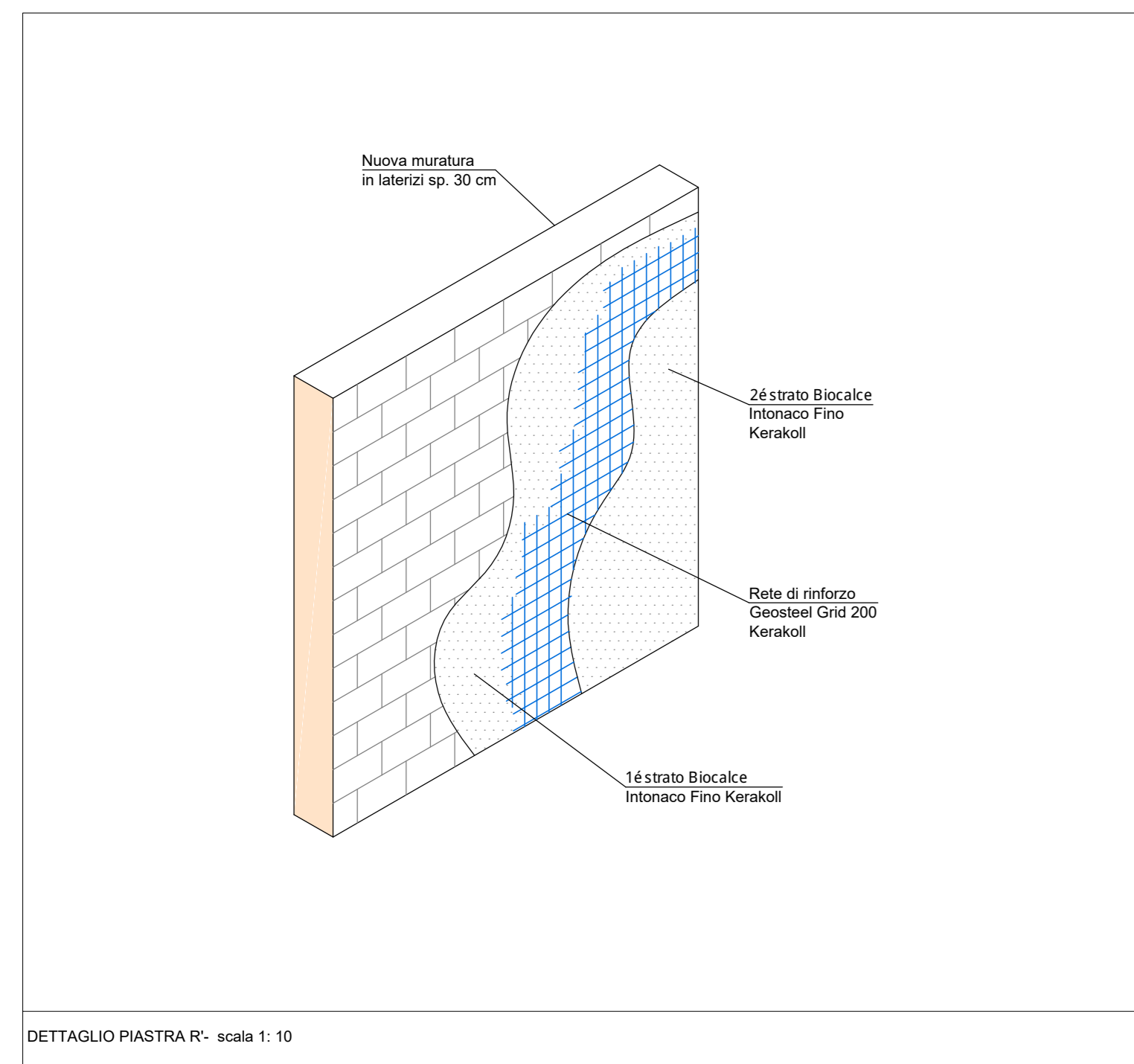
Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

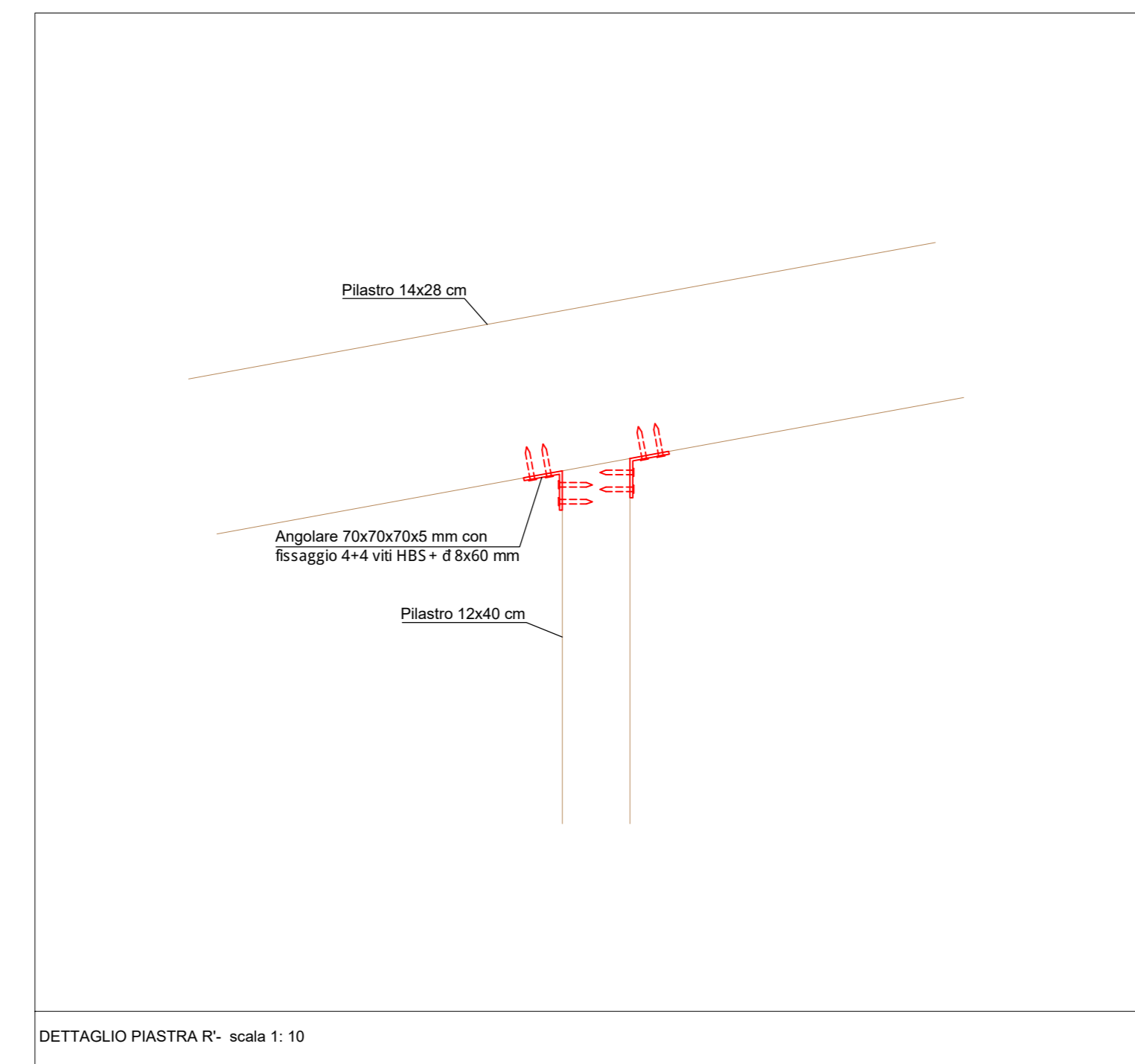
n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



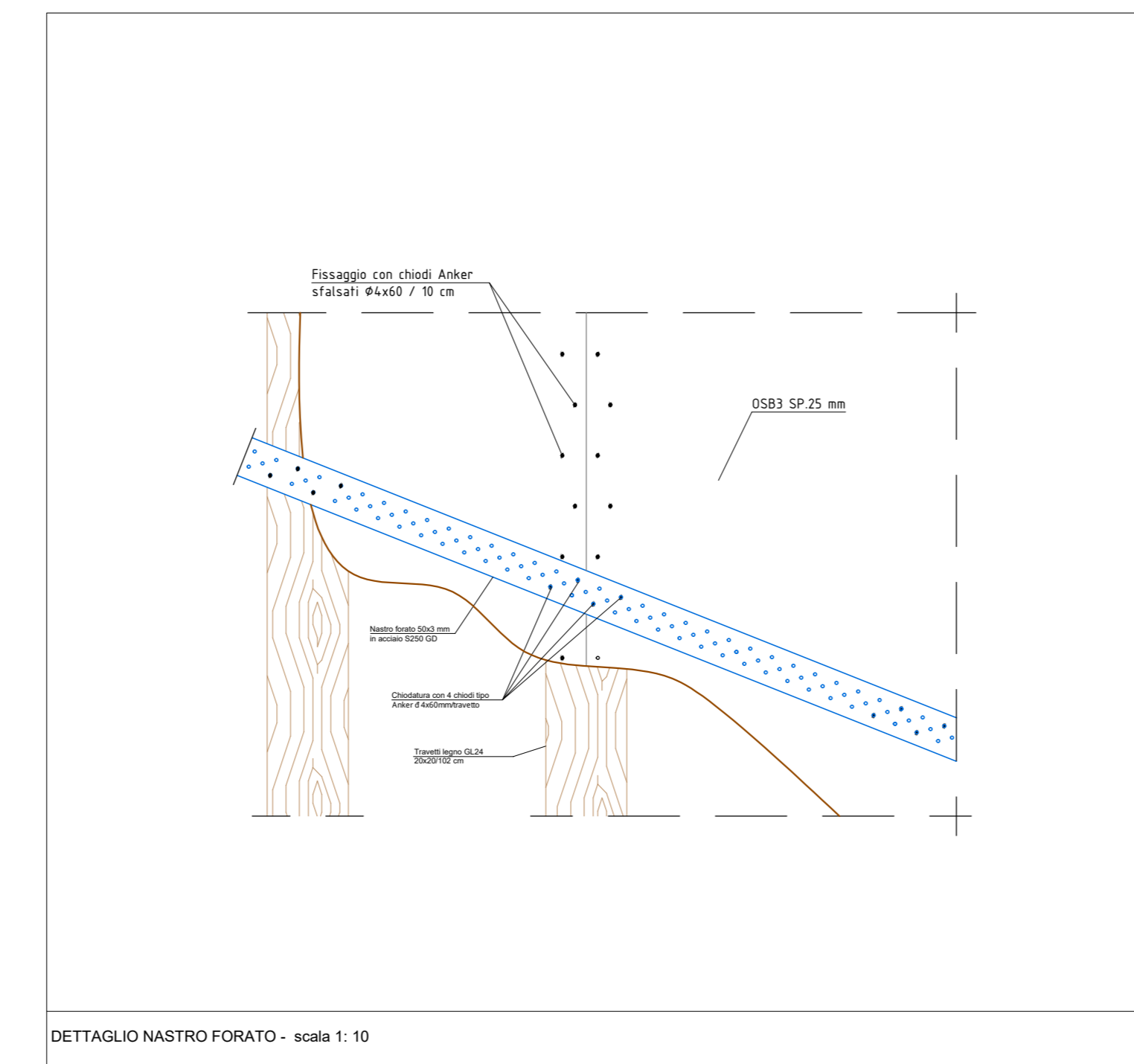
PLANIMETRIA FONDAZIONI SPOGLIATO E ZONA SPETTATORI - scala 1:50



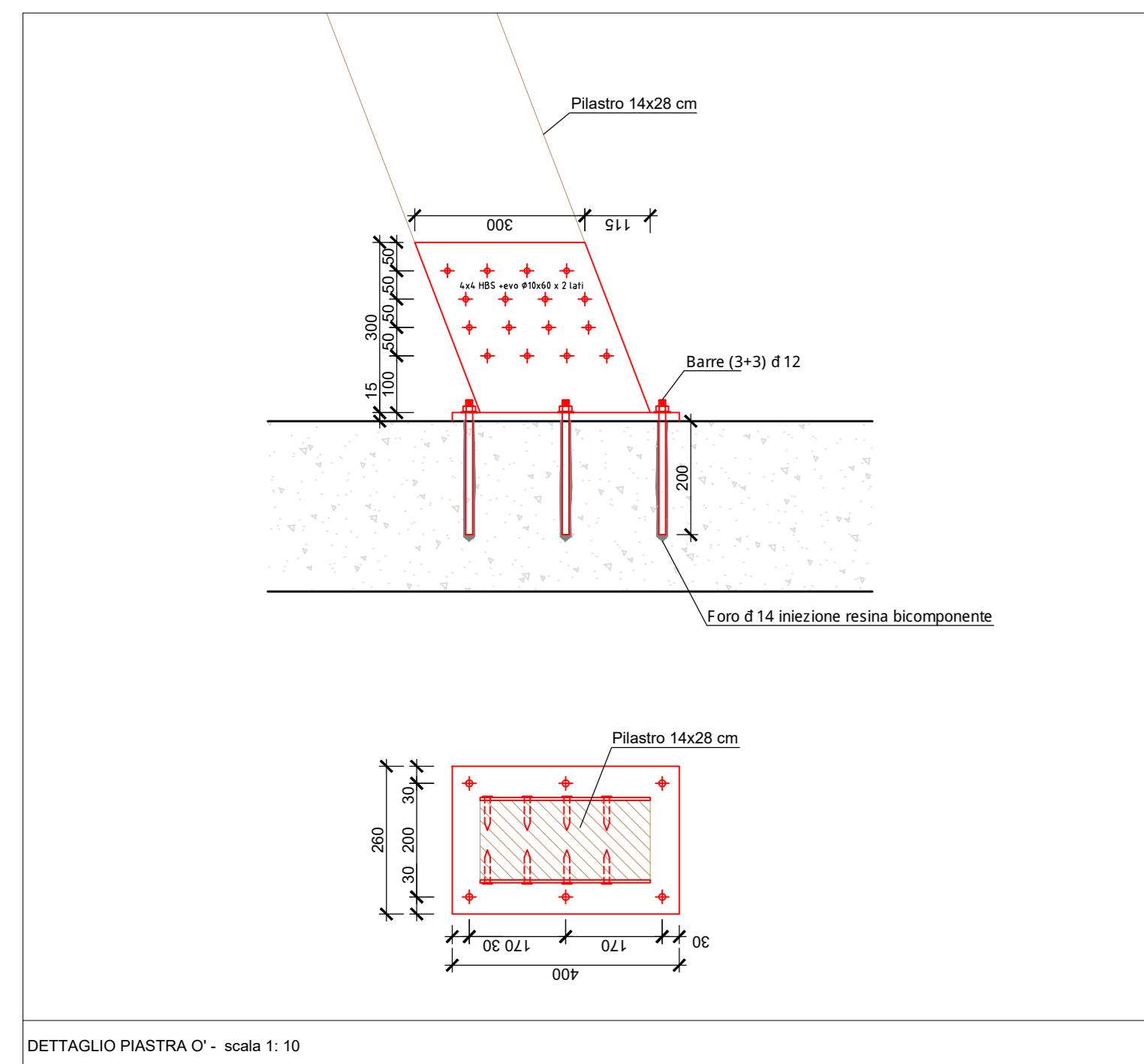
DETTAGLIO PIASTRA R - scala 1:10



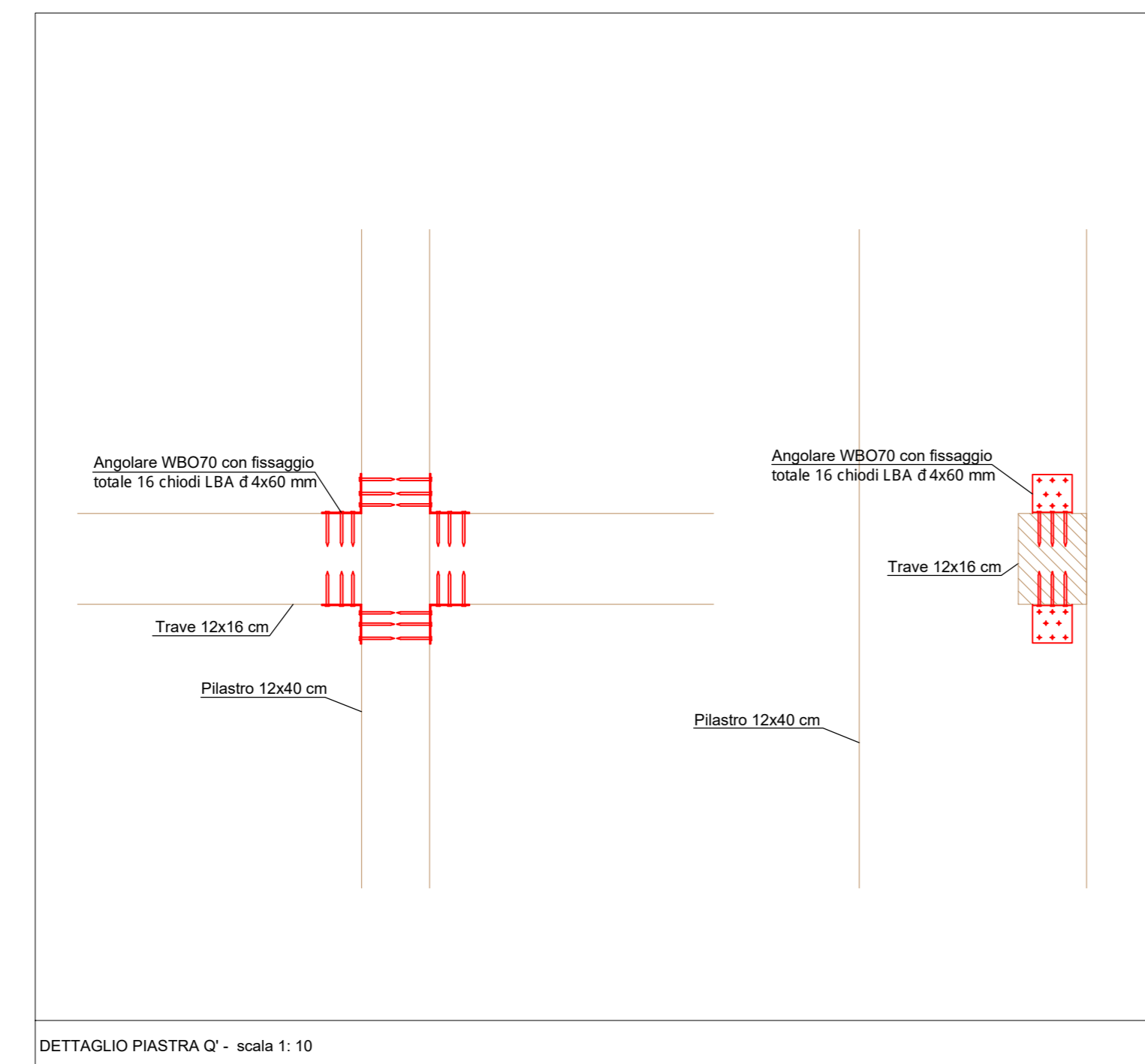
DETTAGLIO PIASTRA R - scala 1:10



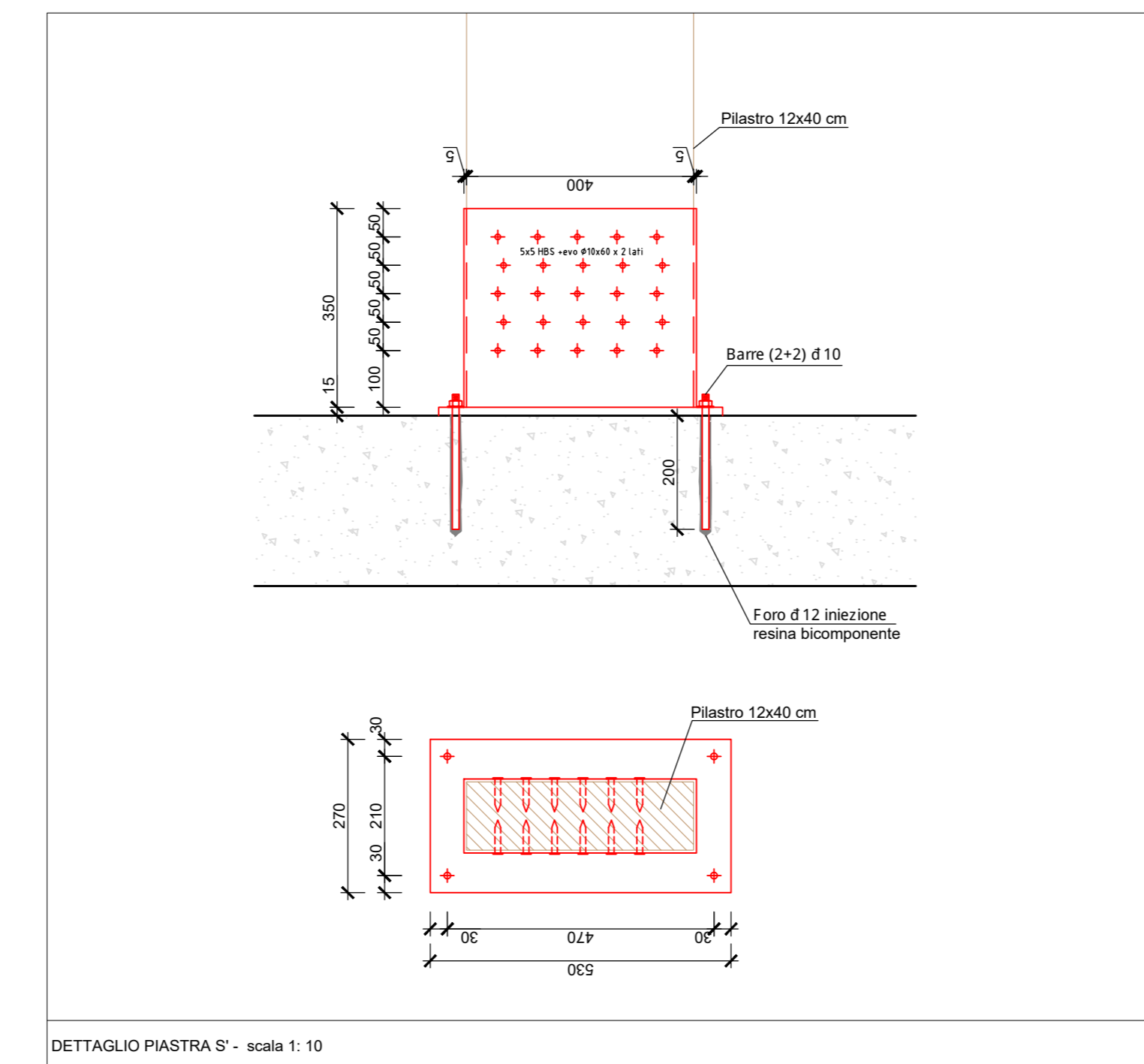
DETTAGLIO NASTRO FORATO - scala 1:10



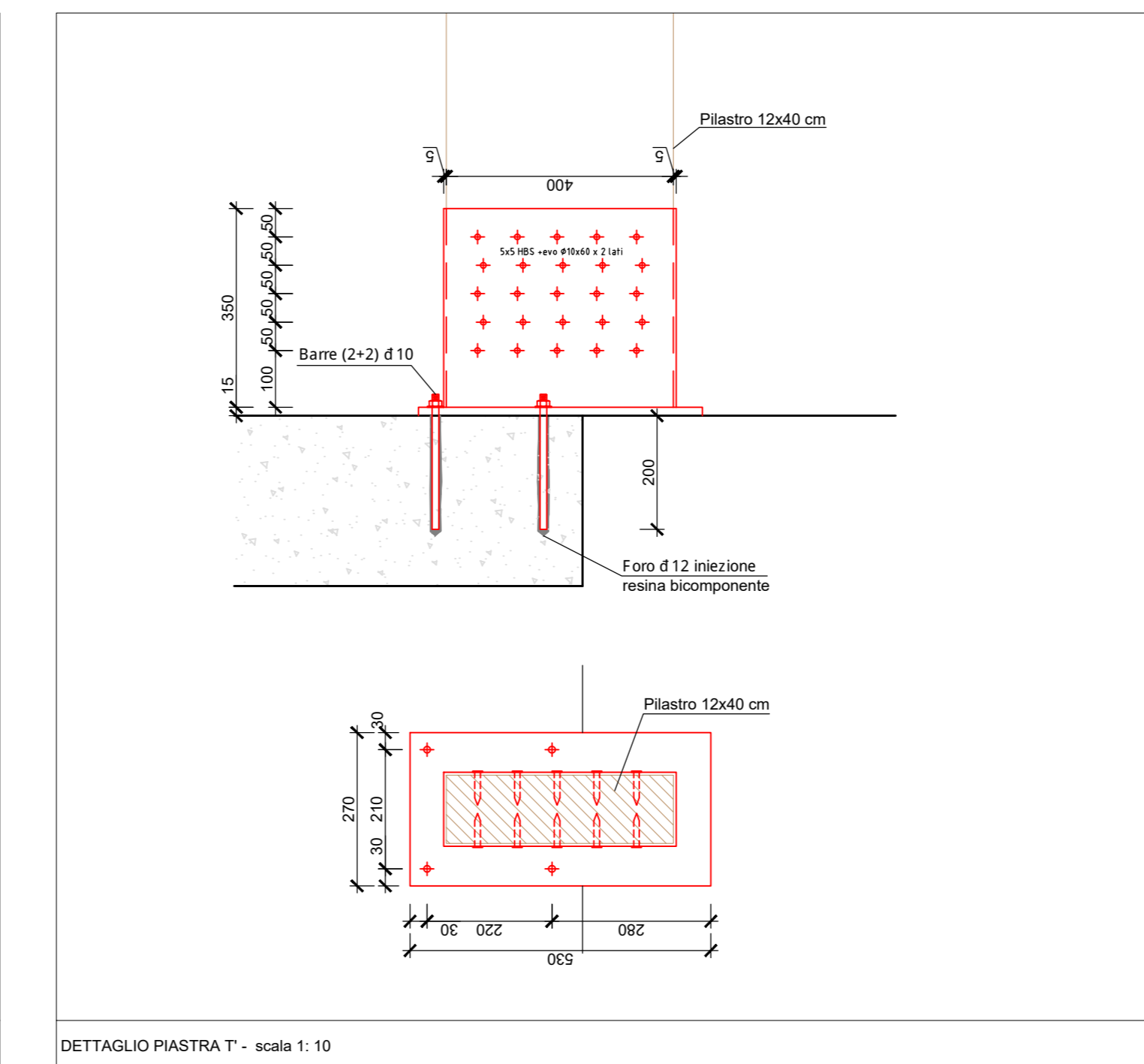
DETTAGLIO PIASTRA Q - scala 1:10



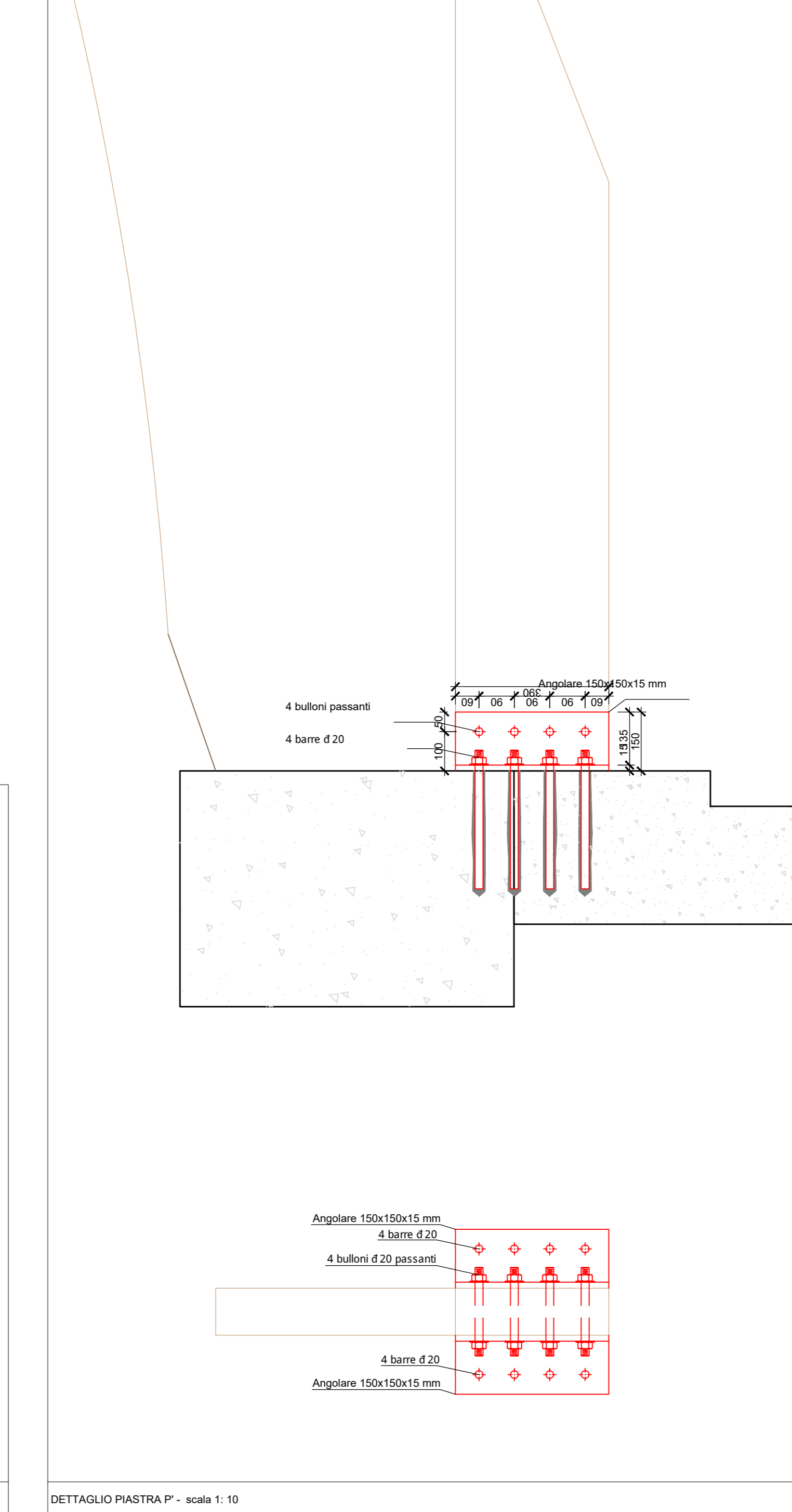
DETTAGLIO PIASTRA C - scala 1:10



DETTAGLIO PIASTRA S - scala 1:10

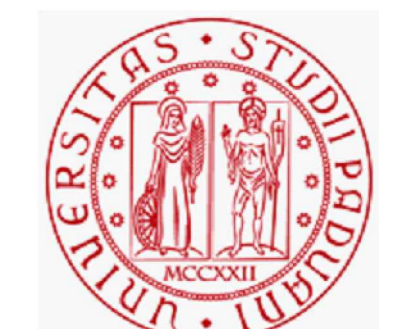


DETTAGLIO PIASTRA P - scala 1:10



DETTAGLIO PIASTRA P - scala 1:10

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

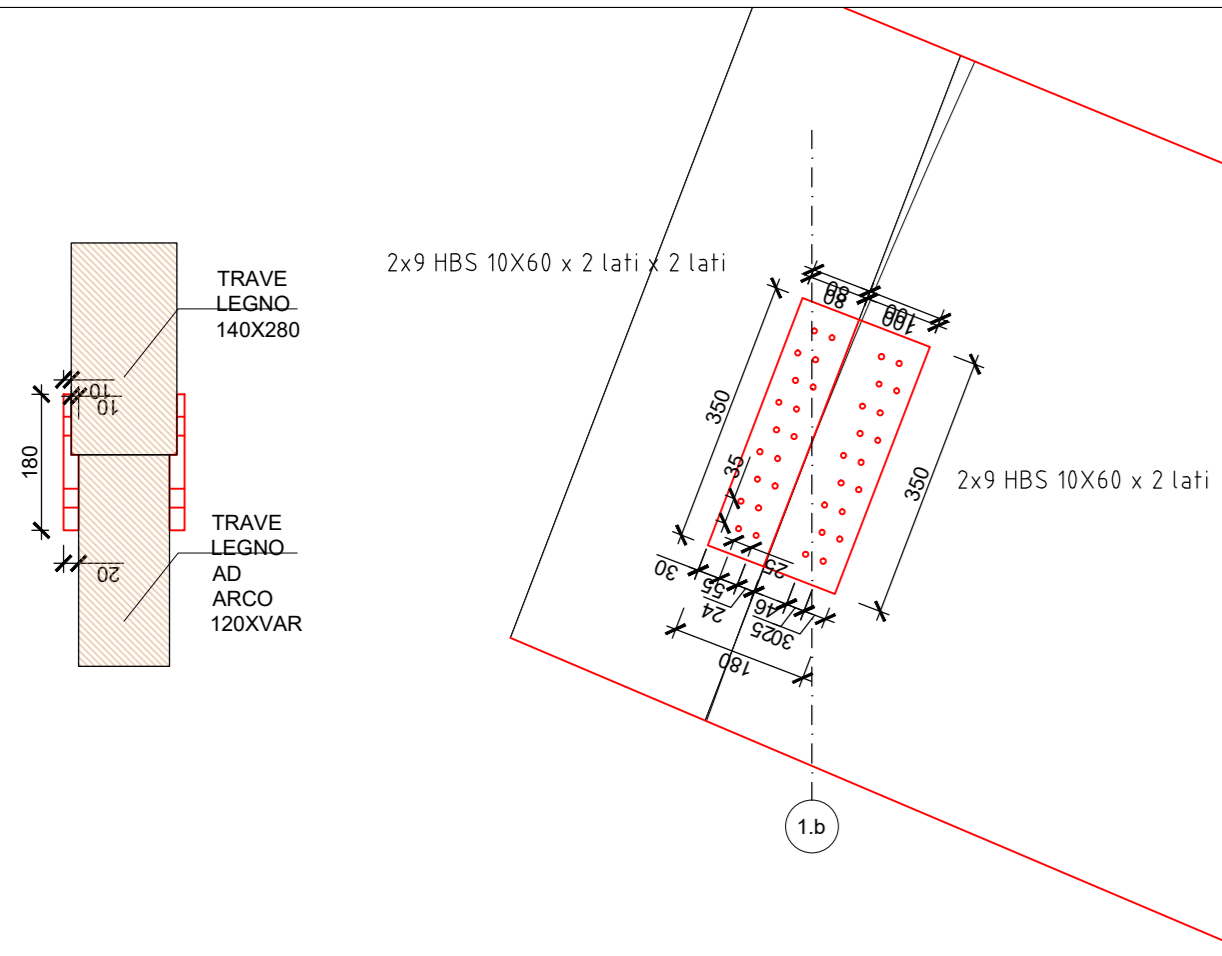


Laureando: LUIGI BOSCO
 Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
 Correlatore: prof. MAURO CAINI

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

Collegamento con piastra di 2 elementi

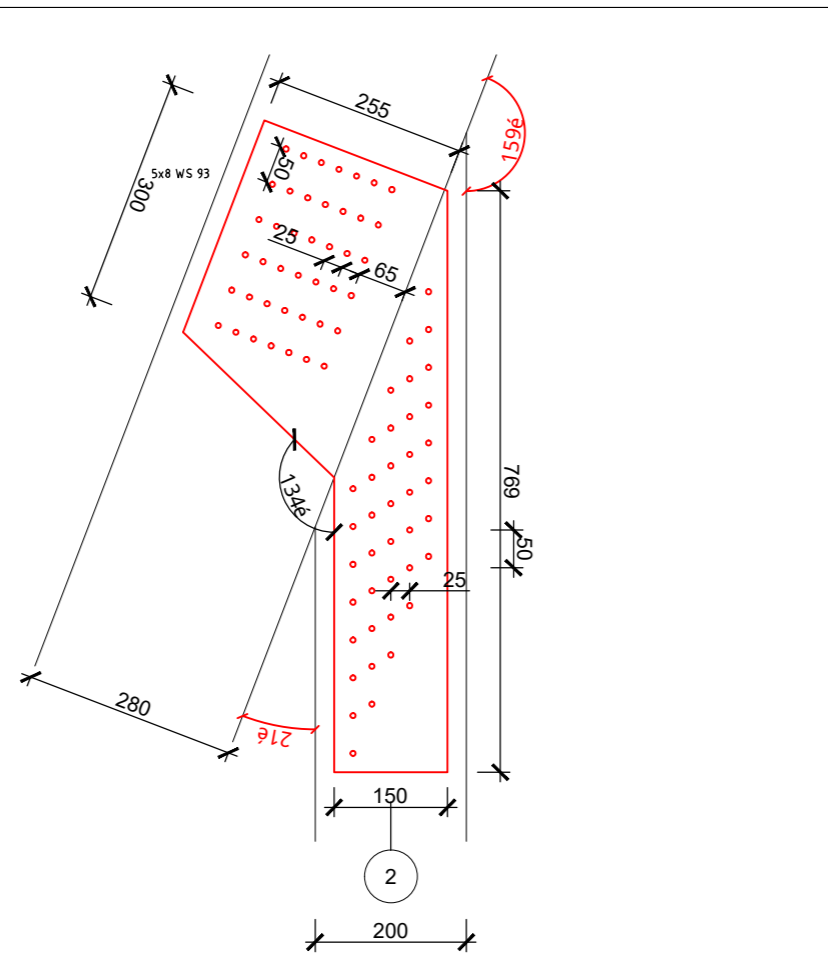
Tipo di collegamento: Esterno Doppio, piastra 10 mm - 20 mm
 Materiale piastra: S335
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 10X60 fori sfalsati
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 10X60 fori sfalsati



DETTAGLIO PIASTRA "A" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi

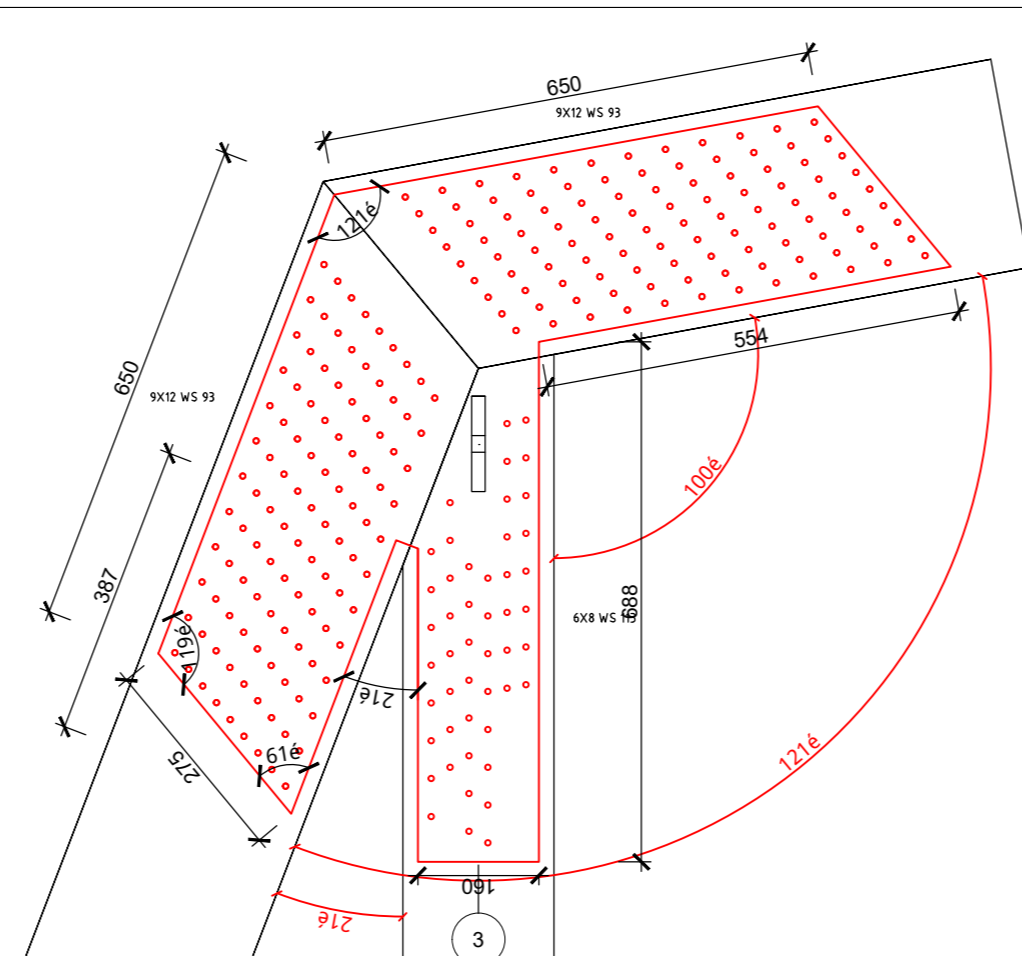
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 16x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



DETTAGLIO PIASTRA "B" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 3 elementi

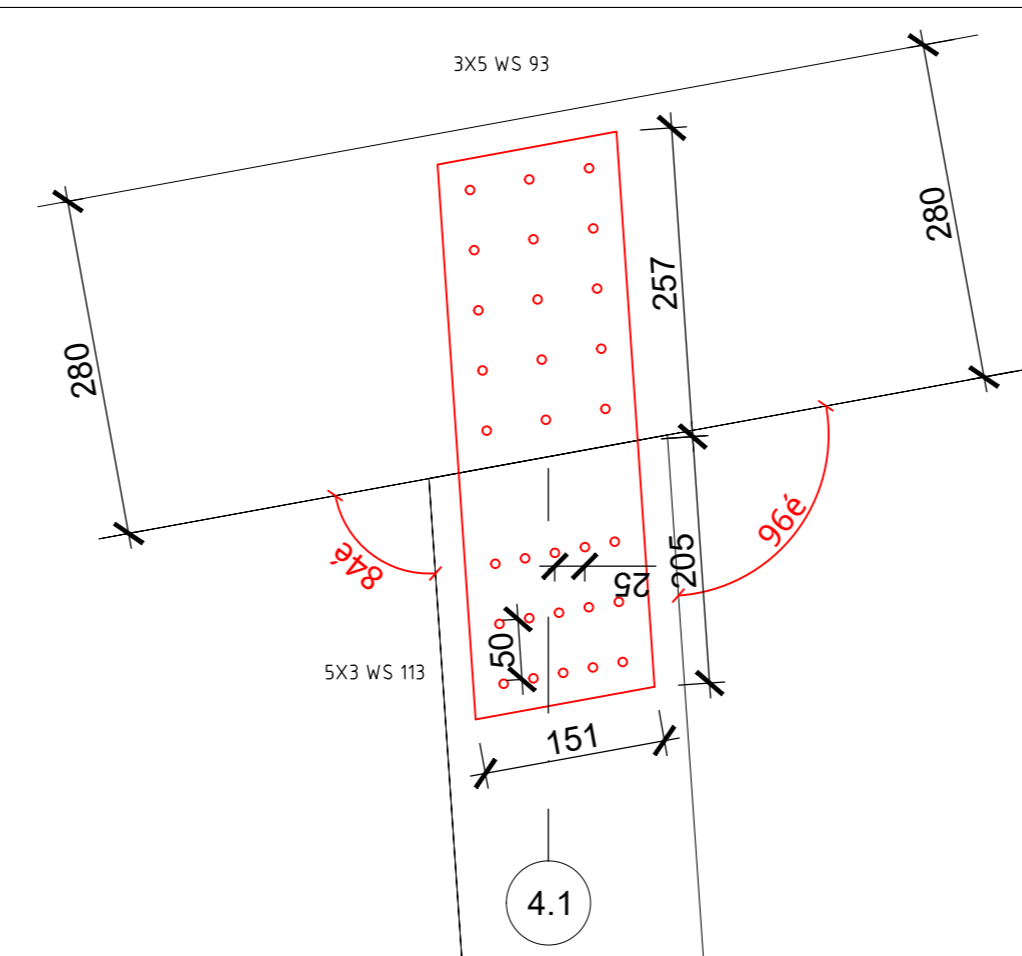
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 3: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



DETTAGLIO PIASTRA "C" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi (aste 1141-1172)

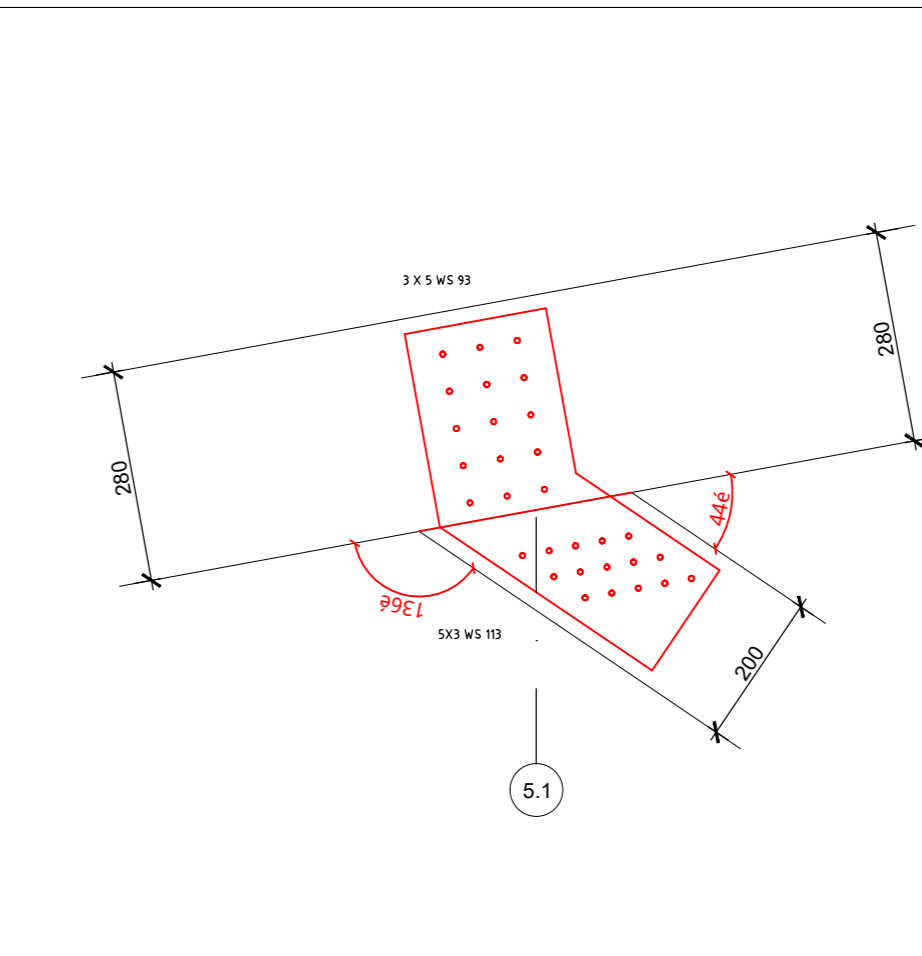
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



DETTAGLIO PIASTRA "D" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi

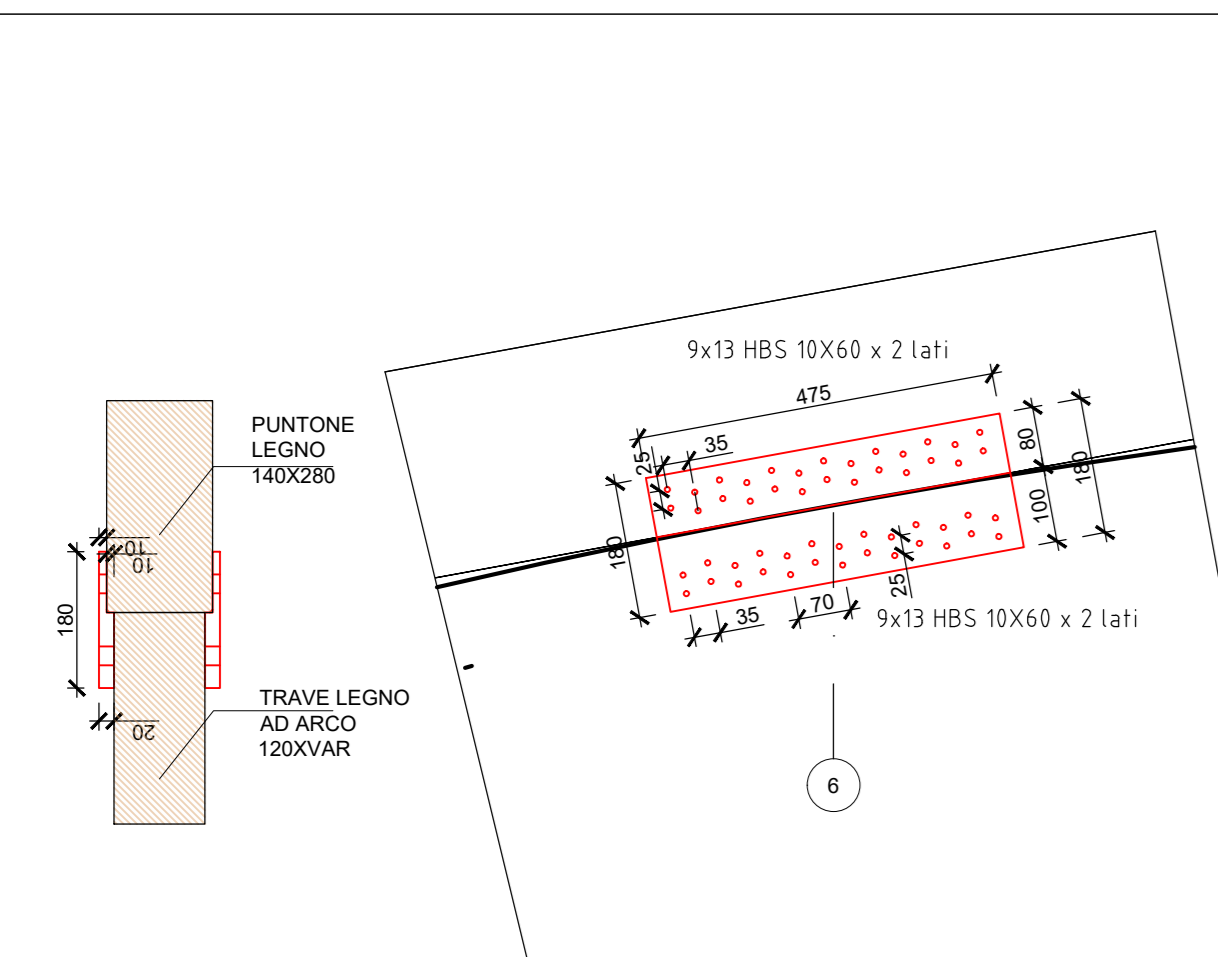
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



DETTAGLIO PIASTRA "E" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi

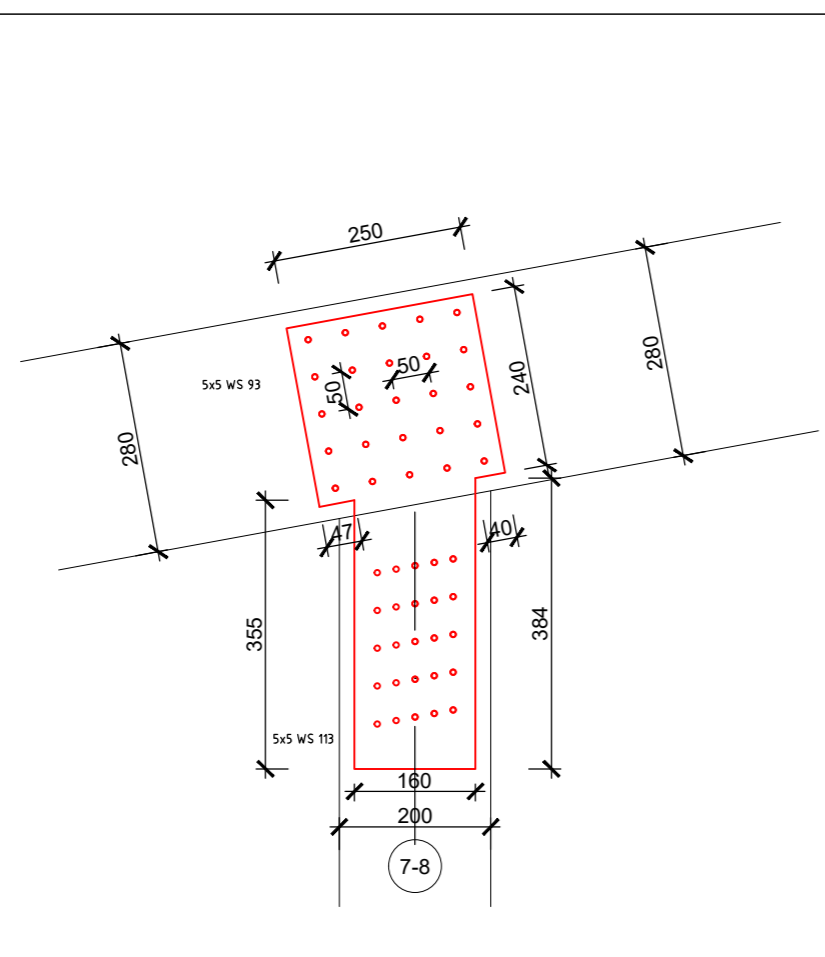
Tipo di collegamento: Esterno Doppio, piastra 10 mm - 20 mm
 Materiale piastra: S335
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 10X60 fori sfalsati
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 10X60 fori sfalsati



DETTAGLIO PIASTRA "F" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi

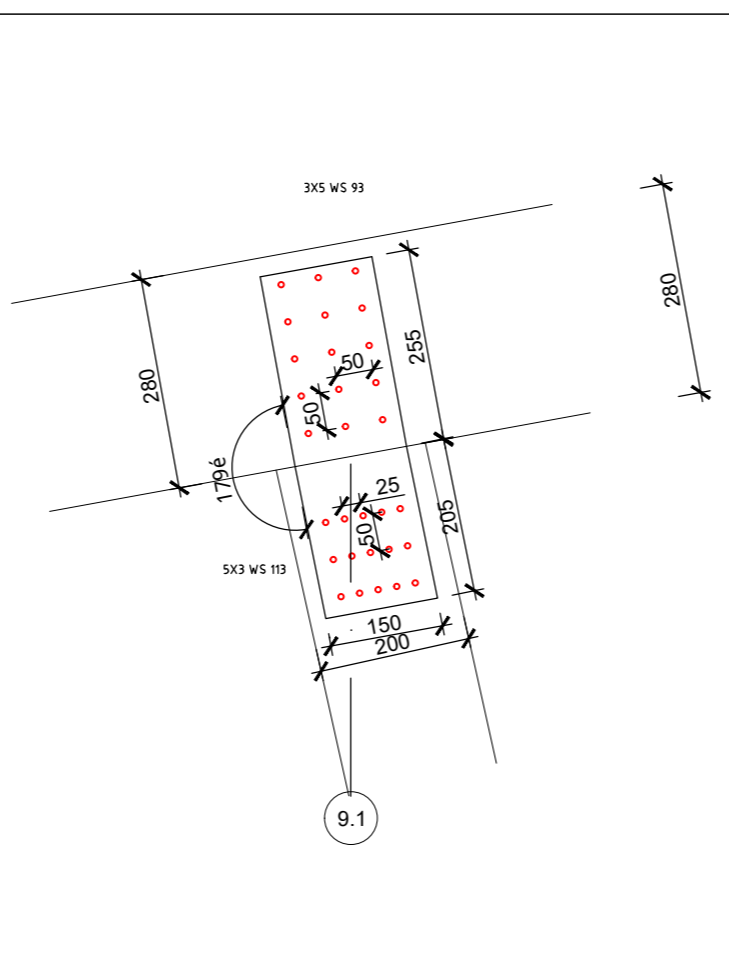
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



DETTAGLIO PIASTRA "G" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 2 elementi

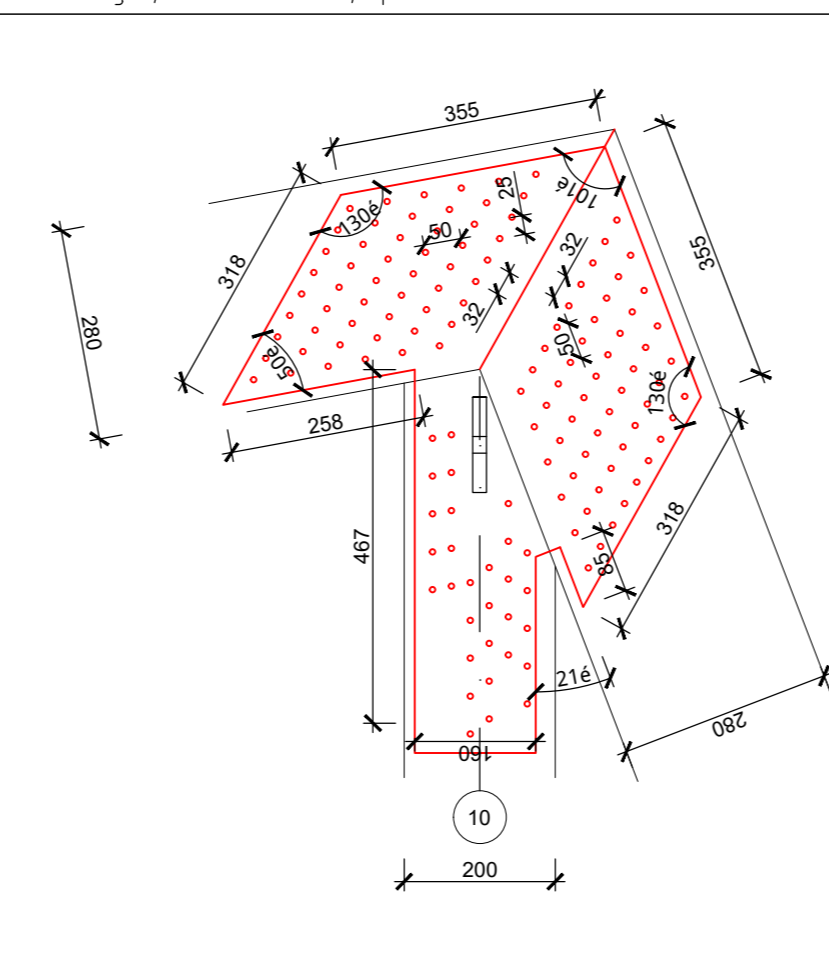
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



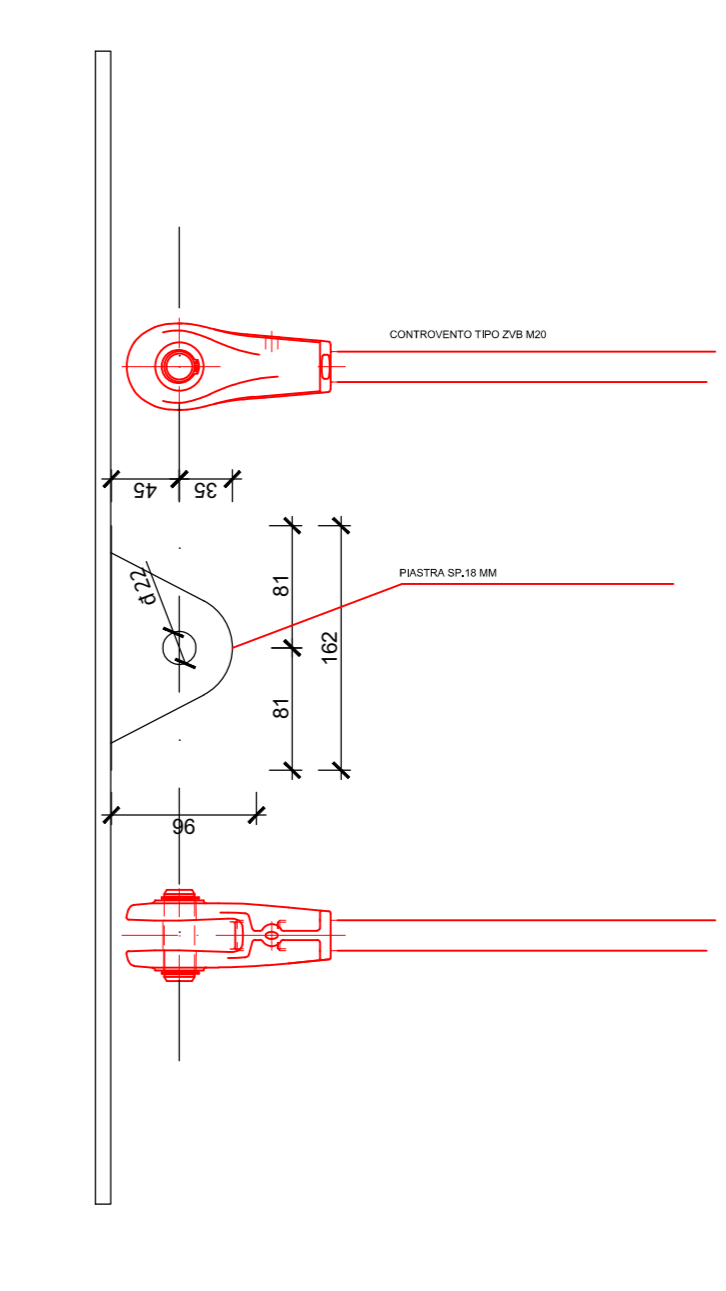
DETTAGLIO PIASTRA "H" - scala 1: 10

Collegamento con piastra di 3 elementi + CONTROVENTO

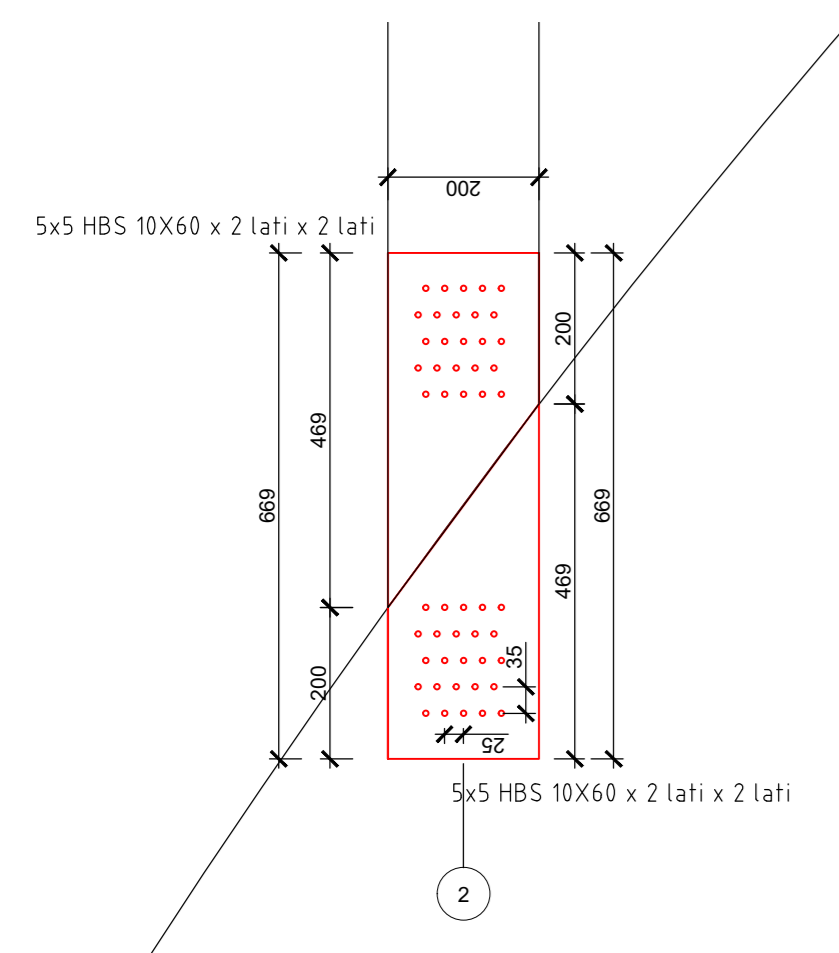
Tipo di collegamento: InternoSingolo, piastra 10 mm
 Materiale piastra: S235
 Elemento 1: Trave in legno, sezione R 14x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 2: Trave in legno, sezione R 16x28, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 93 - tappo in legno 20 mm
 Elemento 3: Trave in legno, sezione R 16x20, tipo di connettore: Rotho BiaasWS 113 - tappo in legno 20 mm



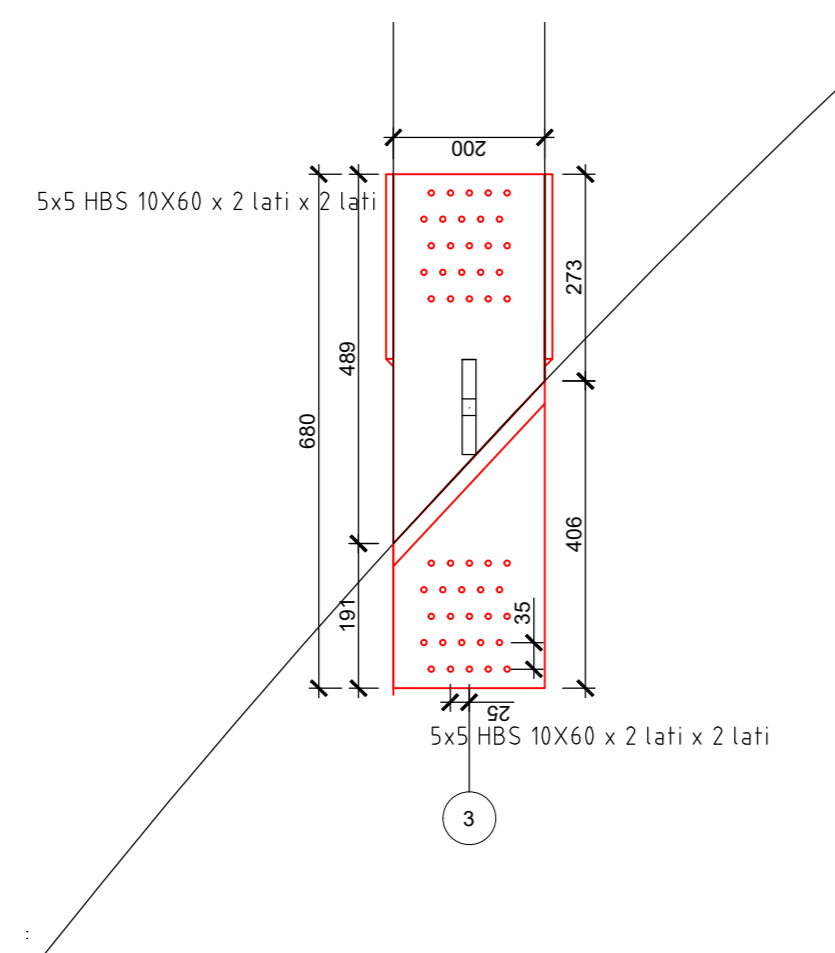
DETTAGLIO PIASTRA "I" - scala 1: 10



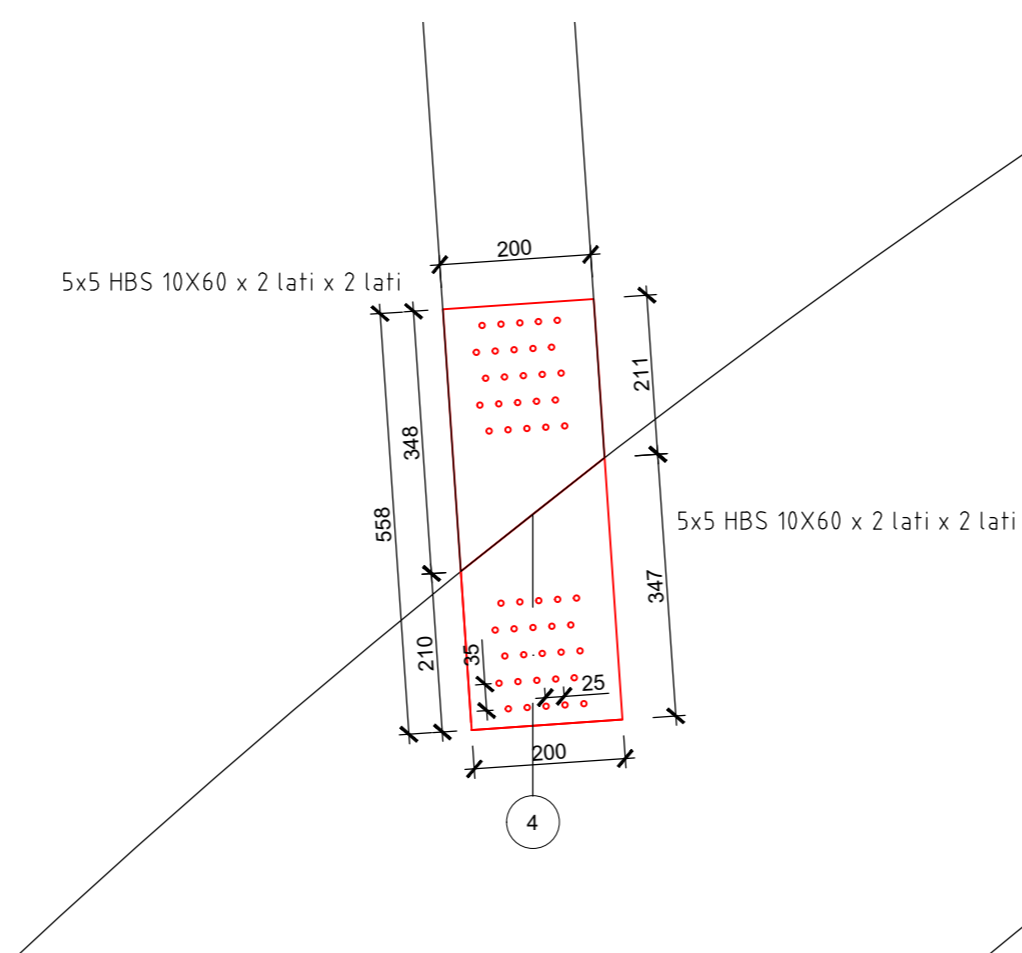
DETTAGLIO PIASTRA CONTROVENTI VERTICALI PIASTRA L - scala 1: 5



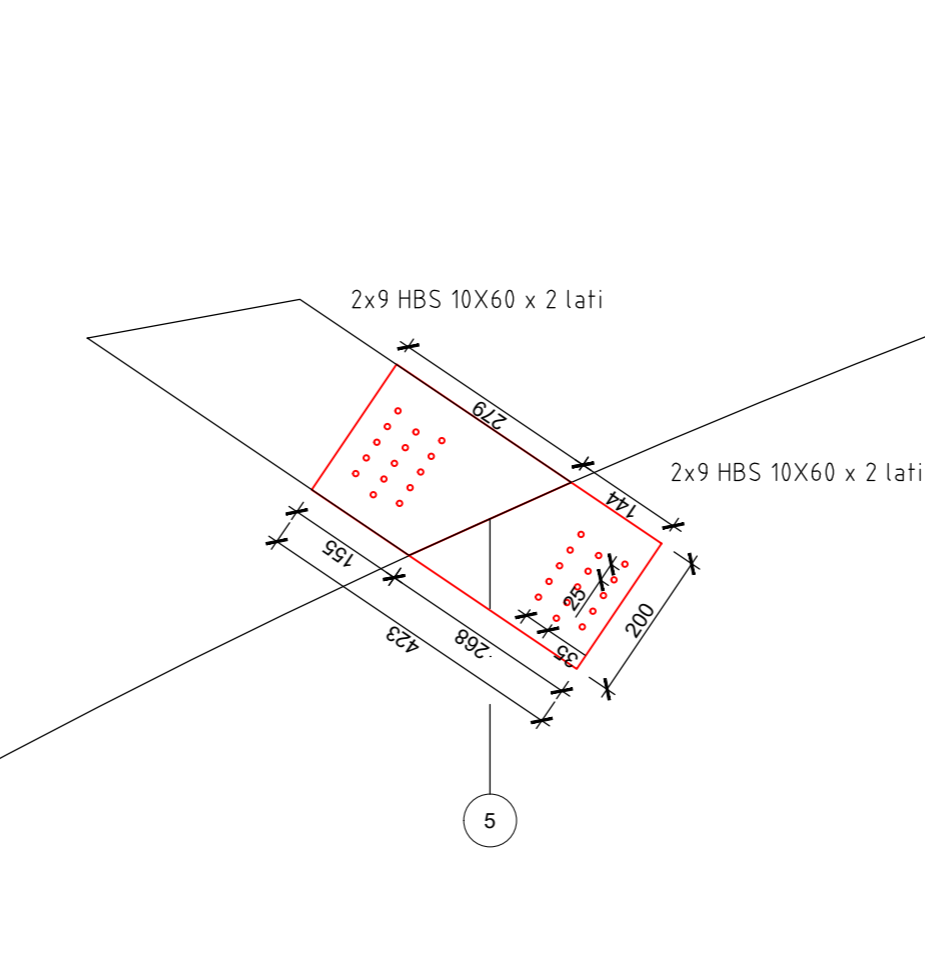
DETTAGLIO PIASTRA "B" - scala 1: 10



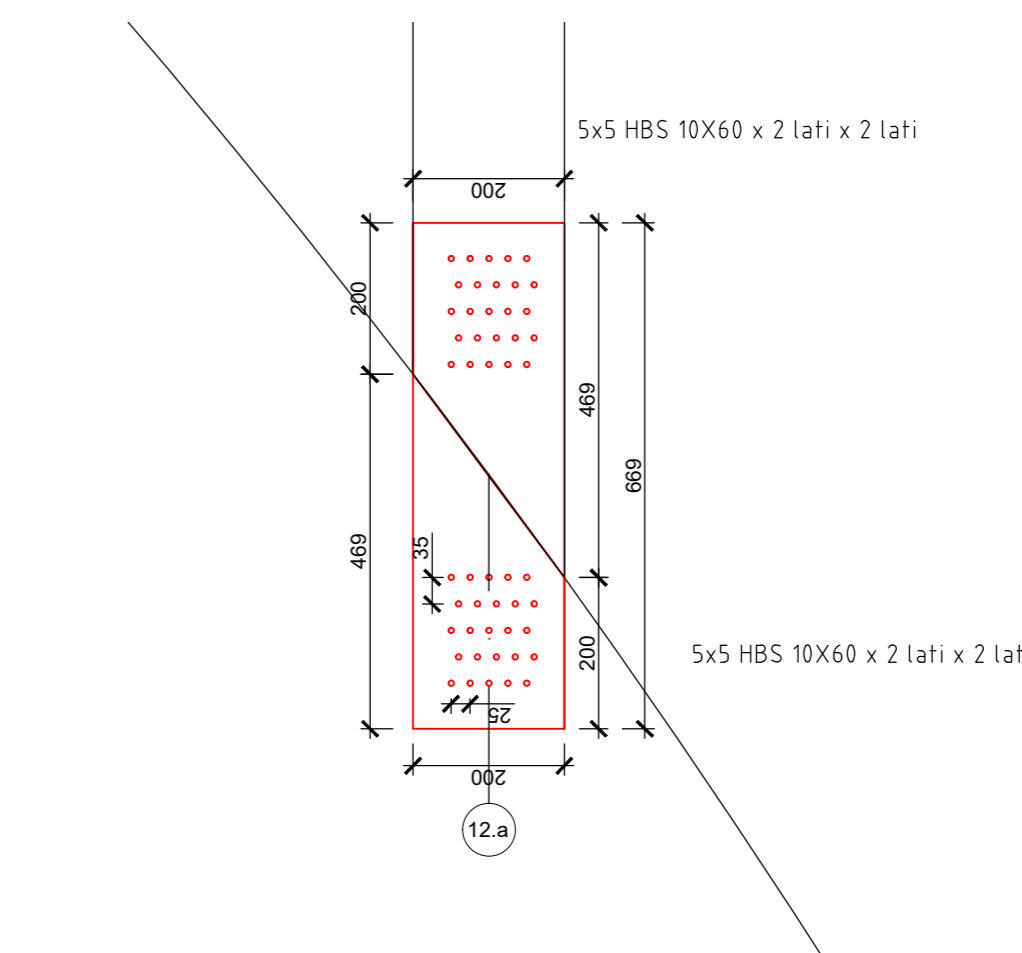
DETTAGLIO PIASTRA "C" - scala 1: 10



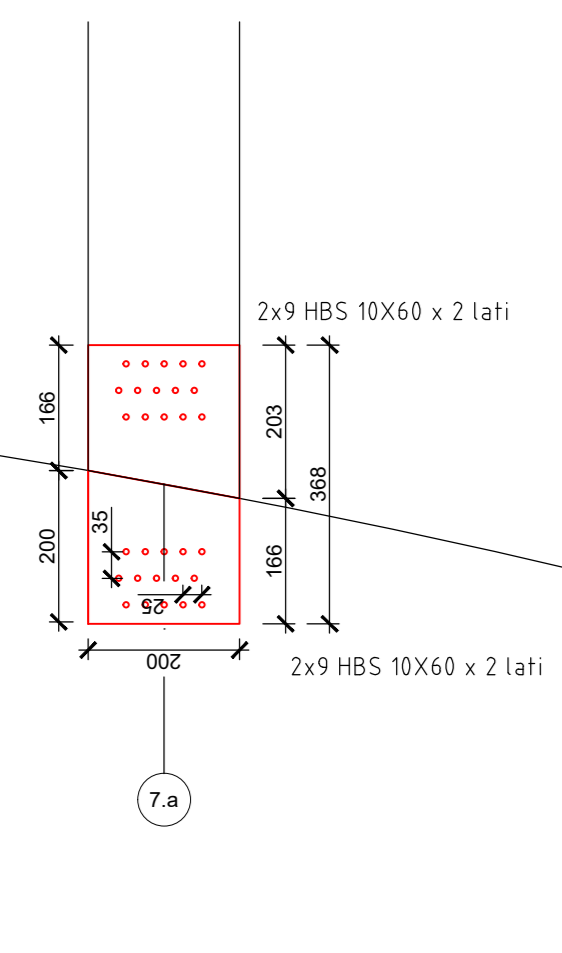
DETTAGLIO PIASTRA "D" - scala 1: 10



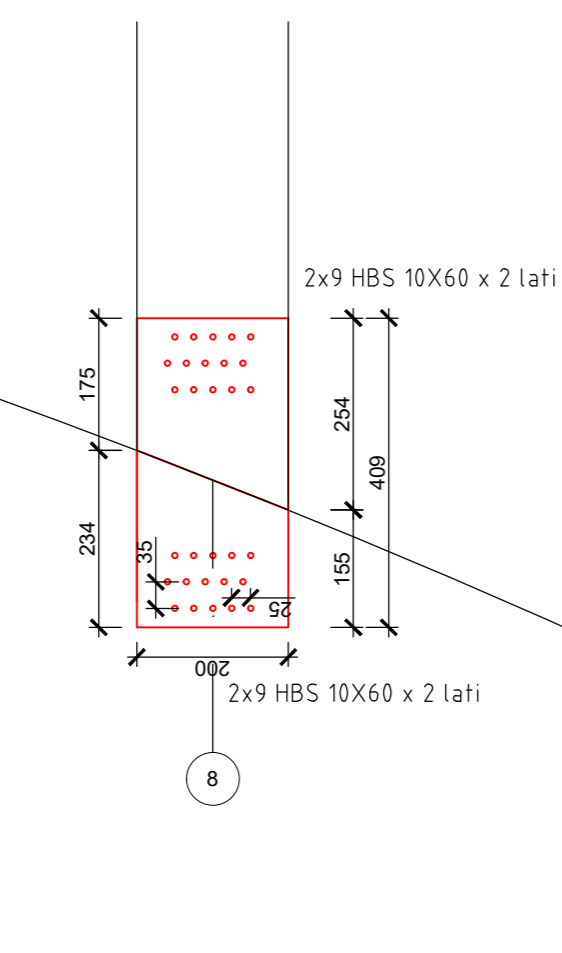
DETTAGLIO PIASTRA "E" - scala 1: 10



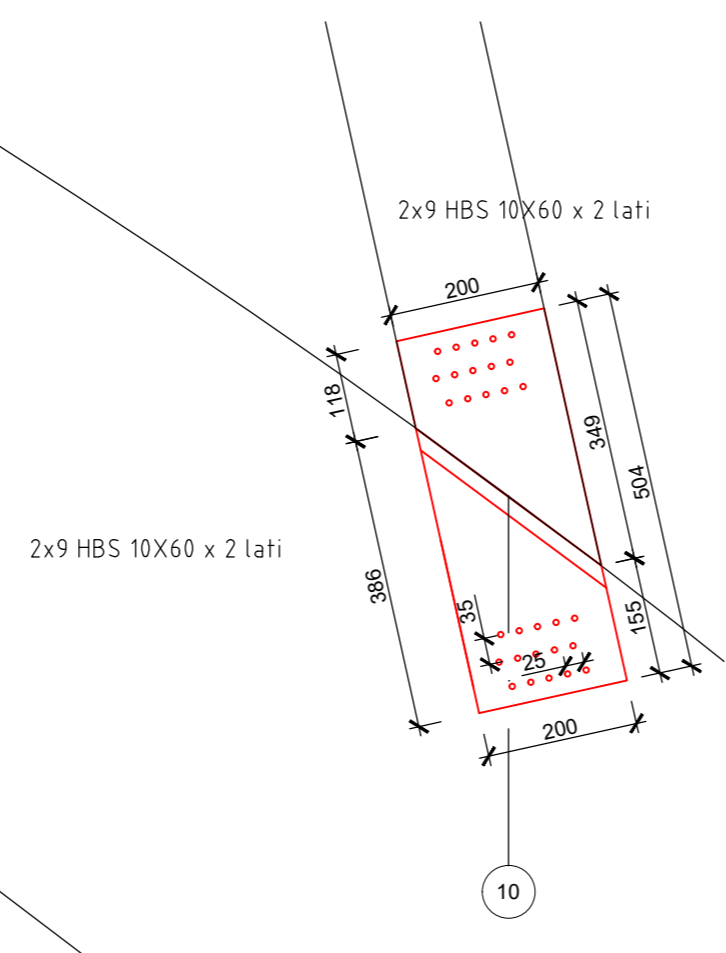
DETTAGLIO PIASTRA "F" - scala 1: 10



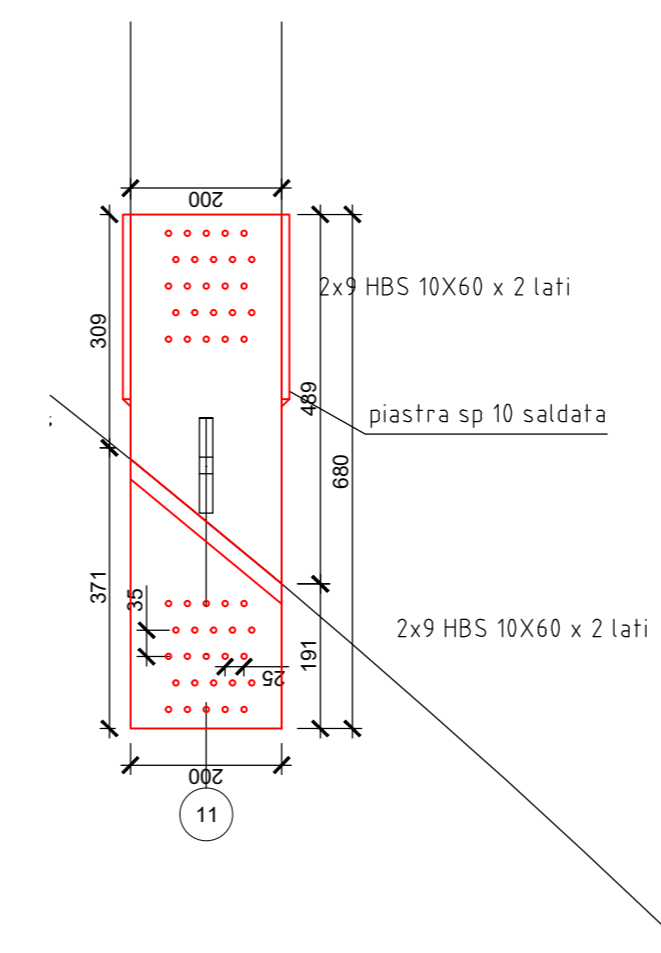
DETTAGLIO PIASTRA "G" - scala 1: 10



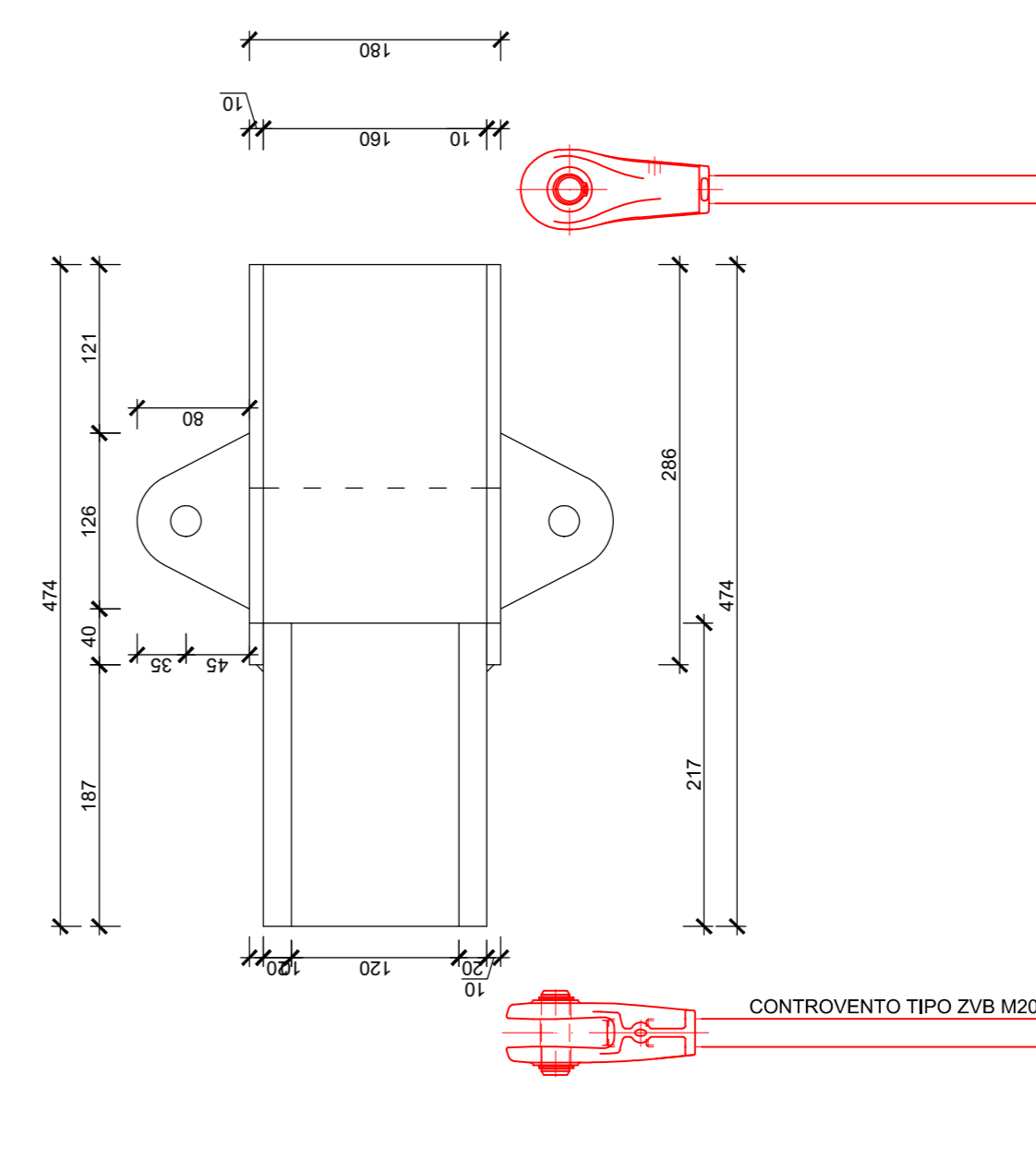
DETTAGLIO PIASTRA "H" - scala 1: 10



DETTAGLIO PIASTRA "I" - scala 1: 10



DETTAGLIO PIASTRA "L" - scala 1: 10



DETTAGLIO PIASTRA CONTROVENTI VERTICALI "L" - scala 1: 5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA

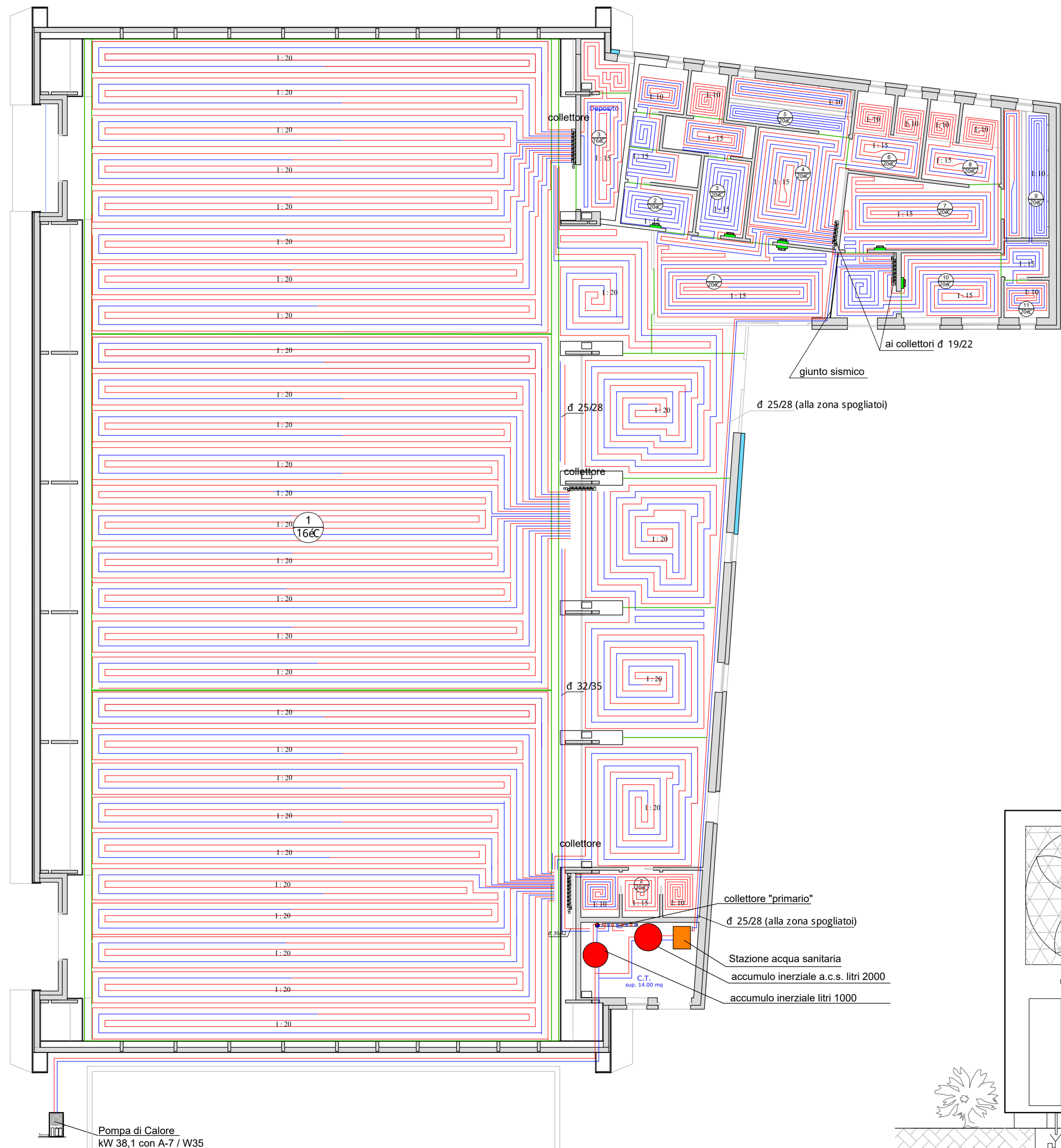


Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAFARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

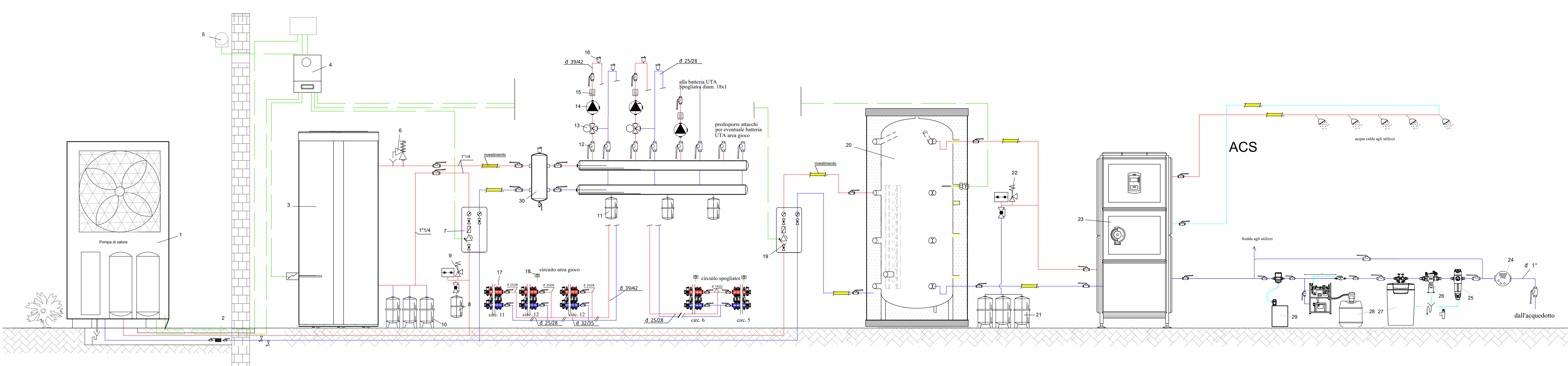
Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

Legenda

- 1 Pompa di calore aria/acqua a bassa temperatura per installazione esterna. Due compressori. Potenza termica kW 38,1 COP 2,9 con A-7/W35
- 2 Filtro
- 3 Accumulo inerziale litri 1000
- 4 Centralina di regolazione climatica
- 5 Sonda esterna
- 6 Valvola di sicurezza per accumulo inerziale diam. 3/4", 2,5 Bar
- 7 Gruppo di carico Accumulo completo di Elettrocoilatore, Valvole di ritegno, valvole di intercettazione e termometri.
- 8 Vaso di espansione chiuso a membrana per accumulo, capacità litri 8/ 1,4 Bar di Precarica (dimensionamento corretto del vaso alla verifica della capacità del circuito)
- 9 Valvola di sicurezza circuito primario 1/2", 2,5 Bar
- 10 Vasi di espansione per accumulo né 3 vasi litri 50 ciascuno Precarica 1,4 Bar
- 11 Vasi di espansione chiuso a membrana per circuiti, né 3 vasi capacità litri 50/ 1,4 Bar di Precarica (dimensionamento corretto del vaso alla verifica della capacità dei circuiti)
- 12 Valvole di intercettazione a sfera
- 13 Valvole miscelatrici con servomotore
- 14 Elettrocoilatori elettronici con portata e prevalenza modulare
- 15 Valvole di ritegno
- 16 Valvole di sfogo aria automatiche a galleggiante
- 17 Colettori con comandi elettotermici di intercettazione singoli circuiti
- 18 Separatore idraulico
- 19 gruppo di carico bollitore completo di elettrocoilatore, valvola di ritegno, valvole di intercettazione e termometri
- 20 Accumulo inerziale litri 2000 per acqua calda
- 21 Vasi di espansione chiusi per accumulo inerziale né 3 vasi capacità litri 60 ciascuno, 3 Bar di precarica
- 22 Valvola di sicurezza per accumulo acqua calda diam. 1/2", 0 bar
- 23 Stazione acqua sanitaria completo di scambiatore a piastre, miscelatore termostatico per acqua sanitaria, pompa di ricircolo, valvole di intercettazione a sfera ecc...
- 24 Contatore del consumo acqua
- 25 Filtro acqua micrometrico
- 26 Sconnettitore
- 27 Addolcitore (a seguito di analisi chimica dell'acqua)
- 28 Sistema disinfezione antilegionella soluzione biossido di cloro con pompa dosatrice meccanica
- 29 Computer di dosaggio
- 30 Separatore idraulico



SCHEMA DI CENTRALE TERMICA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: LUIGI BOSO
 Relatore: prof. ROSSANA PAPARELLA
 Correlatore: prof. MAURO CAINI

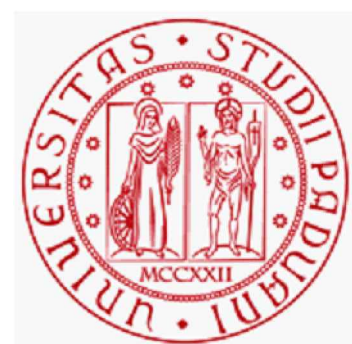
Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile
 n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

VENTILAZIONE MECCANICA



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

Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

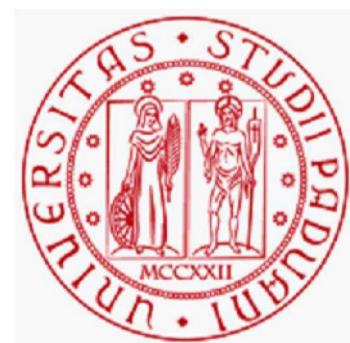
Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution

LEGENDA SIMBOLI

Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	CANTONIERA ENERGIA ELETTRICA		ELETTROSERRATURA
	QUADRO ELETTRICO		CORPO ILLUMINANTE A SOFFITTO O PAVIMENTO IP55 MINIMO
	PULSANTE DI SGANCIO D'EMERGENZA ENERGIA ELETTRICA		APPARECCHIO ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA AUTONOMO CON AUTOTEST CENTRALIZZATO IP55
	NODO EQUIPOTENZIALE IMPIANTO DI TERRA		APPARECCHIO ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA AUTONOMO CON AUTOTEST CENTRALIZZATO IP40
	PUNTO EQUIPOTENZIALE IMPIANTO DI TERRA		Punto luce con apparecchio a proiettore Led 275W 4000K CR190
	CASSETTA DI DERIVAZIONE DA INCASSO		Punto luce con apparecchio ad incasso Led IP44 19W 3000K CR190
	PUNTO COMANDO CENTRALIZZATO FINESTRE CON 6 DOPPI PULSANTI COMPLETO DI CONTATTORI E INTERRUOTTORE ORARIO PER CHIUSURA GENERALE TEMPORIZZATA		Punto luce con apparecchio lineare L. 2270 mm 59W 3000K CR190
	PUNTO COMANDO LUCI CENTRALIZZATO CON 8 PULSANTI CON RELE' PASSO PASSO		Punto luce con apparecchio lineare L. 1200 mm 29W/mt 3000K CR190
	PUNTO PULSANTE IP55 MIN.		Punto luce con apparecchio lineare L. 1800 mm 29W/mt 3000K CR190
	PUNTO FUTURI UTILIZZI COMPLETO DI PLACCA SERIE CIVILE IP40/IP55		Punto luce con apparecchio lineare L. 2000 mm 29W/mt 3000K CR190
	SONDA AMBIENTE CON GESTIONE TEMPERATURE E FASCE ORARIE CENTRALIZZATA		Punto luce con apparecchio Led IP66 35W 3000K CR190
	PUNTO SPIA		PREDISPOSIZIONE ARMADIO RACK DATI
	PULSANTE CON TIRANTE		INSERITORE PARZIALIZZATORE, BADGE ANTINTRUSIONE
	PUNTO PRESA CEE INTERBLOCCATA CON FUSIBILI IP55 2P+T 16A		SIRENA ANTINTRUSIONE CON LAMPEGGIANTE
	PUNTO PRESA CEE INTERBLOCCATA CON FUSIBILI IP55 3P+N+T 16A		RILEVATORE INTRUSIONE AD INFRAROSSI
	PUNTO PRESA UNEL CON INT. M.T. 16A		CENTRALE ALLARME ANTINTRUSIONE E CONTROLLO ACCESSI
	PUNTO PRESA UNEL		CONTATTO REED
	PUNTO RONZATORE		CENTRALE ANTINCENDIO
	PUNTO RILEVATORE PRESENZA PARETE/SOFFITTO 360°		RILEVATORE INCENDI OTTICO
	PUNTO DI ALIMENTAZIONE IP40/IP55		AVVISATORE OTTICO ACUSTICO IMPIANTO ANTINCENDIO
			PULSANTE SEGNALAZIONE MANUALE INCENDIO

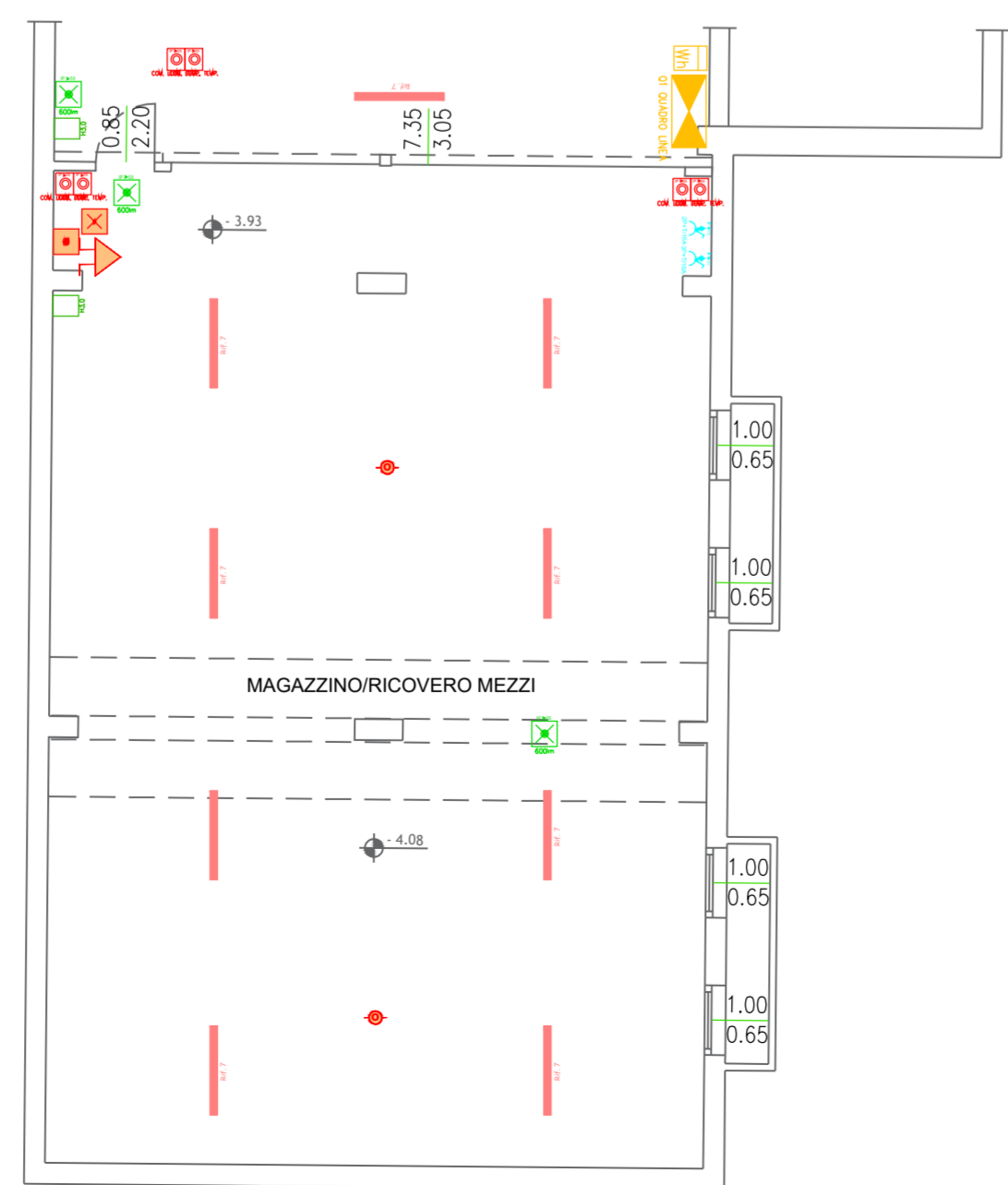
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
 Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering
 Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA



Laureando: **LUIGI BOSO**
 Relatore: prof. **ROSSANA PAPARELLA**
 Correlatore: prof. **MAURO CAINI**

Recupero e riqualificazione energetica n.Z.E.B. del centro sportivo pubblico di Vas: una soluzione economica sostenibile

n.Z.E.B. Energy recovery and requalification of the public sport center in Vas: a sustainable economic solution



PIANO INTERRATO



campo gioco (esterno)
 Zona di completamento non oggetto di intervento

PIANO TERRA

pattinaggio (esterno)
 Zona di completamento non oggetto di intervento