



POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Edile/Architettura

Corso di Laurea Quinquennale in Ingegneria Edile Architettura



**RIQUALIFICAZIONE DI VILLA BOCCONI E PARCO SAN GIORGIO
A CASORATE SEMPIONE:
UN NUOVO CENTRO PER L'EQUITAZIONE INTERNAZIONALE**

Relatore: *Prof. Ing. Arturo Montanelli*

Correlatore: *Ing. Amalia Vivian*

Tesi di Laurea Specialistica di:

Bartesaghi Sara matricola n. 662384

Sinigaglia Claudio matricola n. 654036

A:A: 2011 – 2012

Alla mia famiglia
Sara

Alla mia famiglia
Claudio



SOMMARIO

ABSTRACT	5
PARTE 1	7
INDAGINI CONOSCITIVE	7
CAPITOLO 1	8
ANALISI TERRITORIALE	8
1.1 INQUADRAMENTO GENERALE	10
1.1.1 PARCO DEL TICINO.....	10
1.1.2 INFRASTRUTTURE	12
1.1.3 AREA MALPENSA	13
1.2 CONTESTO URBANO	14
1.2.1 ANALISI DEL CONTESTO PAESAGGISTICO	14
1.2.2 ANALISI DELLA VIABILITA'	18
1.2.3 INDAGINI GEOCLIMATICHE	19
1.2.4 INDAGINI SOCIO-ECONOMICHE.....	20
1.2.5 CLIMA ACUSTICO E INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO.....	22
1.3 FORZE DEBOLEZZE OPPORTUNITA' MINACCE (FDM)	26
1.3.1 IPOTESI DI INTERVENTO	27
CAPITOLO 2.....	28
ANALISI STORICA	28
2.1 LA LITTLE ENGLAND	30
2.2 LA VILLA E LE SCUDERIE SAN GIORGIO	31
CAPITOLO 3.....	33
ANALISI DELLO STATO DI FATTO	33
3.1 RILIEVO FOTOGRAFICO	35
3.2 RILIEVO GEOMETRICO	37
3.3 RILIEVO MATERICO.....	38
3.4 RILIEVO TECNOLOGICO	41
3.5 RILIEVO DEL VERDE	44
3.6 IL RILIEVO DEL DEGRADO.....	45
3.7 RILIEVO DELLE PRESTAZIONI RESIDUE.....	48
3.8 FORZE DEBOLEZZE OPPORTUNITÀ MINACCE (FDM)	52

PARTE 2	53
PROGETTO	53
CAPITOLO 4	54
IL PROGETTO ARCHITETTONICO	54
4.1 IL MONDO DEL CAVALLO.....	56
4.1.1 IL BINOMIO UOMO-CAVALLO	56
4.1.2 I SENSI DEL CAVALLO	56
4.1.2 I PROFESSIONISTI DELLA SCUDERIA.....	59
4.1.3 LA CURA DEL CAVALLO	60
4.1.4 CONSIDERAZIONI	63
4.2 ANALISI DEGLI ESEMPI ESISTENTI	64
4.2.1 CENTRI IPPICI PER GARE INTERNAZIONALI IN ITALIA	64
4.2.2 SCUDERIE PRESENTI SUL TERRITORIO PROVINCIALE	70
4.2.3 IPPOTERAPIA.....	73
4.2.4 CONSIDERAZIONI	76
4.3 OBIETTIVI E STRATEGIE.....	77
4.3.1 SCHEMA FUNZIONALE.....	78
4.3.2 MASTERPLAN	79
4.3.3 CARATTERE PROGETTUALE DELL'INTERVENTO	81
4.3.4 SCELTE MATERICHE DI PROGETTO	82
4.3.5 GLI INTERVENTI.....	85
CAPITOLO 5	93
IL RECUPERO DI VILLA BOCCONI	93
5.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	94
5.2 PROGETTO TECNOLOGICO DELLA VILLA	96
5.2.1 RINFORZO STRUTTURALE	96
5.2.2 ISOLAMENTO TERMICO	111
5.2.3 ISOLAMENTO ACUSTICO	114
5.3 VERIFICHE NORMATIVE	116
5.3.1 RAPPORTI AEROILLUMINANTI.....	118
5.3.2 BENESSERE IGROTERMICO	122
5.3.3 VERIFICHE DI ISOLAMENTO ACUSTICO.....	127
5.3.4 VERIFICHE ANTINCENDIO	130
5.3.5 VERIFICHE DI ACCESSIBILITÀ E FRUIBILITÀ DEGLI SPAZI	136
5.4 PROGETTAZIONE IMPIANTI.....	138



5.4.1 CARICO TERMICO PER RISCALDAMENTO	139
5.4.2 SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO A PANNELLI RADIANTI.....	150
5.4.3 PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	156
5.4.4 SISTEMA DI VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERO DI CALORE	160
5.4.5 IMPIANTO A POMPA DI CALORE	168
5.4.6 LA SORGENTE GEOTERMICA.....	173
CAPITOLO 6.....	177
LE SCUDERIE.....	177
6.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	178
CAPITOLO 7.....	181
IL MANEGGIO COPERTO	181
7.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	182
CAPITOLO 8.....	183
AUDITORIUM E ZONA ESPOSITIVA	183
8.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	184
CAPITOLO 9.....	185
IL NUOVO CENTRO PER L'EQUITAZIONE INTERNAZIONALE.....	185
9.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	186
9.1.1 SPAZI PER L'ATTIVITA' SPORTIVA.....	187
9.1.2 SPAZI PER I SERVIZI DI SUPPORTO	189
9.1.3 SPAZI PER IL PUBBLICO	190
9.2 DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE	191
9.2.1 DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI CLT DI COPERTURA	196
9.2.2 DIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA AD ARCHI.....	199
9.3 IL CANTIERE.....	211
9.3.1 LAYOUT DI CANTIERE	211
9.3.2 INDIVIDUAZIONE DELLE FASI COSTRUTTIVE.....	214
CAPITOLO 10.....	221
I BOX TEMPORANEI.....	221
10.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	222
10.2 IL PARCO FOTOVOLTAICO	223
CAPITOLO 11.....	240
SERVIZI DI SUPPORTO	240
11.1 I PROCESSI DI INTERVENTO.....	241

BIBLIOGRAFIA	243
INDICE DELLE FIGURE	244
INDICE DELLE TABELLE.....	246
ELENCO DELLE TAVOLE.....	247
RINGRAZIAMENTI	249



ABSTRACT

Il patrimonio edilizio italiano è caratterizzato da edifici esistenti già da diversi anni, anche da secoli, molti dei quali hanno ormai perso la loro funzione originaria a causa del trascorrere del tempo, delle trasformazioni degli usi e dello stile di vita della gente.

In alcuni casi, come quello della **Villa Bocconi** a Casorate Sempione, in provincia di Varese, sebbene gli edifici siano di notevole entità storica e bellezza, inutilizzati per decenni, vanno inesorabilmente in declino.

Immersa in un **vasto parco agricolo e forestale**, la villa è costituita da un nucleo centrale adibito originariamente ad abitazione e due lunghe ali a scuderia. Sorta agli inizi del Novecento, ha avuto il suo massimo splendore fino agli anni '50. Durante questo lasso di tempo è stata casa di villeggiatura della famiglia Bocconi di Milano, che aveva individuato in questi luoghi, a cui venne dato l'appellativo di Little England, gli spazi ideali per dedicarsi alla passione di famiglia, la caccia a cavallo.

Negli anni successivi, il cambio delle abitudini degli italiani, ha portato ad un progressivo abbandono dell'edificio, fino ad arrivare ad oggi, con la villa utilizzata esclusivamente come ricovero per i cavalli.

Obiettivo della tesi è valorizzare la **tradizione equestre** insita nel territorio.

L'intervento di recupero della villa e dell'area verde che la circonda, modificando le destinazioni d'uso, rimodernando le funzioni già presenti ed introducendone di nuove che attraggano più ampi bacini d'utenza, è volto a dare nuova vitalità alla struttura senza cancellarne l'importante traccia storica.

Dopo una prima fase di analisi del contesto urbano e naturale nel quale si trova inserito il sistema villa-parco, si è proceduto alla conoscenza oggettiva dell'edificio attraverso un processo tecnico e metodologico di rilievo sfociato in una raccolta di dati che ha portato a valutarne le prestazioni residue fino a quel momento della sua vita, il degrado naturale e patologico.

Ne è seguita una fase metaprogettuale nella quale è stata scelta la destinazione d'uso ed esaminata l'utenza che ne fa utilizzo, per definire quali potessero essere le esigenze, i requisiti e le prestazioni necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo.

Per fare ciò, non essendoci una vasta letteratura riguardante la progettazione di strutture per l'equitazione, è stato fondamentale approfondire la nostra conoscenza sul tema anche attraverso l'interazione con gli attori del **mondo del cavallo** incontrati durante le visite ad alcuni centri equestri del paese e della provincia.

Attraverso le loro testimonianze abbiamo recepito informazioni specifiche sul cavallo, la sua natura, le sue necessità, informazioni riguardanti la gestione delle scuderie e l'utilizzazione dei maneggi.

Questo studio iniziale è stato fondamentale per individuare quali fossero gli obiettivi della progettazione. I dati raccolti hanno dato impulso e concretezza al progetto.

Da questo momento il programma di intervento è stato scisso in due macroaree.

La prima consiste nel recupero di villa Bocconi e degli spazi limitrofi alle scuderie, la seconda riguarda la progettazione ex-novo nell'area del parco.

Di fronte all'edificio esistente, con un affermato valore storico-artistico, si è deciso di procedere in modo da mantenere l'aspetto estetico esteriore, attraverso un restauro conservativo delle facciate, e trasformandolo internamente per accogliere un moderno **albergo** eco-sostenibile.

Il “gap” tra le prestazioni richieste, valutate tramite la metaprogettazione, e di quelle residue valutate tramite la conoscenza analitica dell’oggetto, è il salto qualitativo a cui è stato sottoposto l’edificio. Isolanti ed impianti innovativi, pompa di calore geotermica, ventilazione meccanica con scambiatore ad alto rendimento, portano l’edificio ad **alti standard prestazionali**.

Partendo dai risultati ottenuti dalle analisi e dalla considerazione che il fine è quello della ottimizzazione delle funzioni e delle prestazioni, si è deciso di operare per accostamento di materiali ed elementi nuovi a parti ed elementi esistenti.

Per l’introduzione delle funzioni innovative quali **nuove scuderie**, aule didattiche, aree espositive, auditorium e **maneggio coperto**, si è stabilito di procedere per affiancamento in edifici di nuova costruzione nei quali gli spazi sono adatti a soddisfare esigenze altrimenti non esaudibili.

Nel parco si è lavorato per cercare la migliore integrazione del nuovo con il paesaggio e l’esistente, per non alterare con un forte impatto gli scenari e la percezione emozionale dell’ambiente.

Il **centro per l’equitazione ipogeo** si apre sulla vallata sottostante attraverso un’architettura mimetica che offre grandi spazi interni nella naturalezza della struttura portante in legno.

Parcheggi dei van per il trasporto cavalli immersi nel bosco sfuggono agli occhi dei visitatori del centro e box temporanei per la stabulazione dei cavalli trovano posto sotto una grande struttura che supporta un vasto **impianto fotovoltaico** che copre l’intero fabbisogno energetico del centro rendendolo ad **energia zero**.

Questi tre elementi apportano un valore aggiunto al progetto di recupero dell’area, raggiungendo l’iniziale obiettivo di tesi.

La valorizzazione della tradizione equestre locale è compiuta attraverso la realizzazione di un centro a carattere internazionale.

PARTE 1
INDAGINI CONOSCITIVE



CAPITOLO 1
ANALISI TERRITORIALE

1.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Casorate Sempione è un comune della bassa Provincia di Varese, risulta inserito nell' "Area Metropolitana" e nel "Sistema Territoriale Pedemontano", così come definito nel documento strategico del 2005

Quest'area incentrata sul triangolo industriale Varese-Lecco-Milano è caratterizzata da una economia ricca e operosa ed emerge per importanza a livello regionale anche grazie alla presenza sul territorio dell'aeroporto internazionale di Malpensa e del complesso fieristico di Rho Pero.



FIGURA 1 - IMMAGINE AEREA IDENTIFICAZIONE POLI ATTRATTORI

La forza del territorio sta quindi nella sua posizione strategica, ponte tra l'Italia e il resto d'Europa, servita da un' importante rete di infrastrutture nazionali ed internazionali, che ha favorito lo sviluppo di eccellenze industriali in campi innovativi, la formazione di centri di ricerca e formazione qualificati e un importante e diversificato sistema ricettivo. L'altra faccia di questa forte impronta di sviluppo è la presenza sul territorio di un alto tasso di inquinamento, eccessivo utilizzo del suolo, scarsa attenzione alla qualità architettonica e alla progettazione delle aree verdi, forte intasamento veicolare.

Il comune confina a nord est con Somma Lombardo, a nord ovest con Arsago Seprio, a sud est con Cardano al Campo e a sud ovest con Gallarate.

In questo contesto fortemente caratterizzato dalla presenza antropica la peculiarità di Casorate Sempione è quella di aver mantenuto delle aree verdi di separazione con i territori delle conurbazioni limitrofe.

1.1.1 PARCO DEL TICINO

Un aspetto caratterizzante del territorio di Casorate Sempione è la sua totale appartenenza al Parco Lombardo della Valle del Ticino, che dal Lago Maggiore arriva fino al Po' attraverso quarantasette comuni delle provincie di Varese, Milano e Pavia.



FIGURA 2 - AREA PARCO DEL TICINO

La fondazione del Parco del Ticino risale al 1974 quando viene istituito con Legge Regionale del 9 gennaio n.2 “Norme urbanistiche per la tutela delle aree comprese nel piano generale delle riserve e dei parchi naturali di interesse regionale “Istituzione del parco lombardo della valle del Ticino”. Nel ottobre del 2002 accede alla rete mondiale delle riserve della biosfera del programma MAB – Unesco.

L'intero territorio del Parco è amministrato attraverso un Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) che ha come obiettivo lo sviluppo ecocompatibile dell'area.

Le aree del Parco sono così individuate:

Zone A e B di Riserva Integrale ed Orientata: in questa classificazione sono comprese le aree di maggior pregio che corrispondono con l'alveo del fiume e con la sua valle.

In queste aree si trovano gli ultimi lembi di foresta planiziale e vivono comunità animali e vegetali uniche per numero e complessità biologica.

Zone C e G Agricole Forestali: comprendono le aree situate tra la valle fluviale ed i centri abitati dove prevalgono le azioni di tutela del paesaggio e vengono incentivate le attività compatibili con la tutela ambientale.

Zone IC di Iniziativa Comunale: in queste prevalgono le regole di gestione dettate dai PGT comunali, che però devono adeguarsi ai principi generali dettati dal Parco del Ticino.

All'interno del comune di Casorate sono individuate le seguenti aree:

zone C2: “agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico”, territorio destinato principalmente ad attività agricole nel rispetto degli aspetto morfologici del paesaggio;

zona G1: “zone di pianura asciutta a preminente vocazione forestale”, destinate alla conduzione agricola e forestale e l'uso del suolo deve essere indirizzato alla valorizzazione e recupero degli elementi paesistici.

Zona IC: “zone di iniziativa comunale orientata”, comprendenti gli aggregati urbani la cui pianificazione è demandata agli strumenti urbanistici locali.

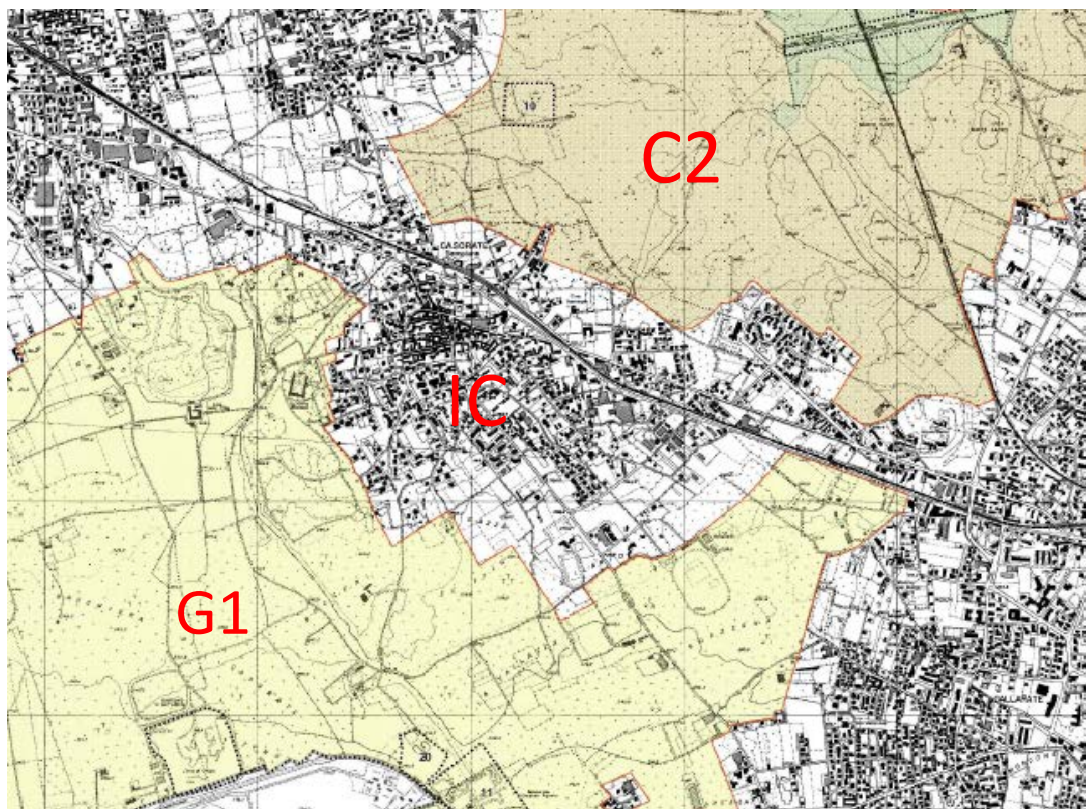


FIGURA 3 - CLASSIFICAZIONE AREE PARCO

Negli ambiti C2 e G1 è consentita la realizzazione di nuovi edifici destinati ad abitazioni rurali e la ristrutturazione, anche in ampliamento, di quelli esistenti annessi alle aziende agricole. E' consentita la realizzazione di nuovi edifici rurali quali stalle, silos, serbatoi, depositi, ricoveri per attrezzature e altre costruzioni necessarie allo svolgimento dell'attività agricola. E' inoltre consentita la trasformazione d'uso degli immobili, con attenzione e tutela degli elementi caratteristici naturali, ambientali, paesaggistici e storici del territorio. In particolare è consentito il cambio di destinazione d'uso per strutture ricettive, per lo sport e per il tempo libero, di iniziativa sia pubblica che privata.

1.1.2 INFRASTRUTTURE

Il territorio di Casorate Sempione è servito da una notevole rete infrastrutturale sovracomunale.

L'Autostrada A8 Milano-Varese, che ha il suo Km 0 all'altezza di Milano come diramazione dell'A4 Torino-Trieste, uscita Besnate, dista 4,90 km dal centro del paese.

Attraversa il territorio, anche se nell'area di sedime aeroportuale la SS336. Quest'ultima, che riveste il collegamento diretto tra l'autostrada Milano Laghi - aeroporto di Malpensa – autostrada Torino Milano, risulta essere la via di comunicazione più trafficata., anche chiamata Superstrada Malpensa 2000, bretella di collegamento tra l'Autostrada A8 e la A4, lambisce l'aeroporto intercontinentale di Milano Malpensa.

La SS33 del Sempione, costruita anticamente per collegare Milano con Parigi, oggi affiancata per un tratto dalla strada europea E62 che collega l'Autostrada A8 alla A26, Autostrada dei Trafori, che collega Genova ad Alessandria.

Insieme alla linea ferroviaria Milano-Domodossola, la Statale del Sempione divide in due il paese.



1.1.3 AREA MALPENSA

L'aeroporto di Milano-Malpensa è il principale scalo del nord Italia, insieme all' aeroporto di Milano-Linate e quello di Milano-Orio al Serio forma il sistema aeroportuale Milanese.

Secondo sul territorio italiano per numero di passeggeri, dopo quello di Roma-Fiumicino, con 19 milioni di viaggiatori all'anno, è invece al primo posto per il traffico merci, con 450.446 tonnellate.

Il sedime aeroportuale occupa un tratto a sud est del territorio di Casorate Sempione, che per questo entra a fare parte del piano Area Malpensa che prevede interventi di mitigazione e compensazione ambientale ed individua zone di salvaguardia in base alle rotte di volo. In particolare sono stati delimitati alcuni ambiti dove è necessario limitare il carico antropico.

Nella zona prossima all'aeroporto (A) non sono previste nuove edificazioni se non quelle legate all'attività aeroportuale (magazzini, servizi, parcheggi), nelle zone B e C, invece, sono consentite le attività previste dal Piano Territoriale di coordinamento del Parco del Ticino, senza possibilità di cambio di destinazione d'uso.



FIGURA 4 – AREE DI SORVOLO

1.2 CONTESTO URBANO

1.2.1 ANALISI DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

Il territorio è caratterizzato dalle componenti del costruito, insediative ed infrastrutturali, e da quelle del non costruito, naturali e paranaturali. Insieme costituiscono un sistema unico ed integrato.

Il sistema ambientale a Casorate Sempione è particolarmente rilevante, in quanto, pur trovandosi nelle vicinanze di territori fortemente antropizzati e comunque lungo la ferrovia e l'asse del Sempione, ha saputo mantenere negli anni un'alta percentuale di naturalità, infatti oltre il 65% del territorio è occupato da superfici verdi.

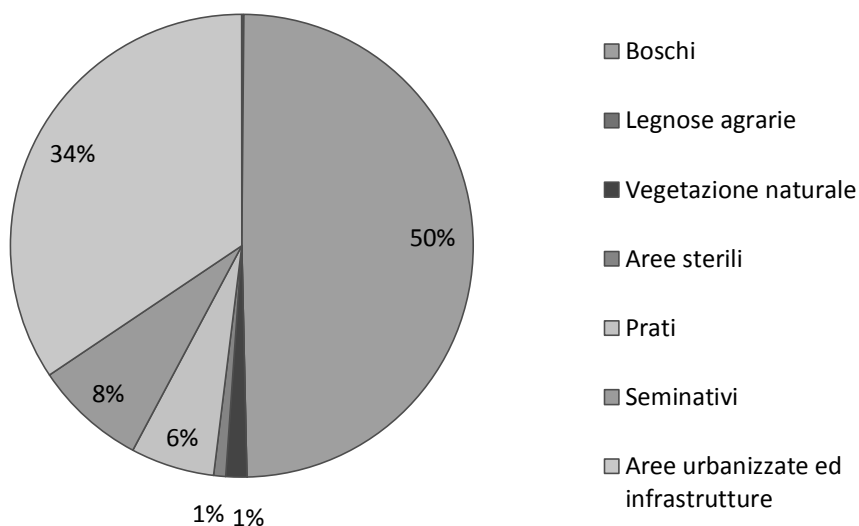
Il mantenimento delle aree verdi è stato favorito anche dal fatto che il territorio comunale è interamente posto all'interno del parco del Ticino e si trova nelle vicinanze di Malpensa, motivi per i quali sono state sempre promosse politiche di salvaguardia, sia delle aree agricole che di quelle boscate, di filtro con l'aeroporto, attraverso strumenti legislativi che anno favorito uno sviluppo sostenibile del territorio..

Questa caratteristica è stata fondamentale nel corso degli anni per lo sviluppo e la crescita di attività che sono diventati caratteri connotanti il territorio.

Casorate Sempione è suddiviso secondo le seguenti classi:

Superficie del comune (ettari)	Aree idriche	Boschi	Legnose agrarie	Vegetazione naturale	Aree sterili	Prati	Seminativi	Aree urbanizzate ed infrastrutture
696,72	1,01	344,89	-	10,21	5,82	40,70	54,21	239,87

TABELLA 1 - UTILIZZO SUOLO COMUNALE



Ambiente naturale e agricolo

il territorio casoratese è caratterizzato da dolci rilievi, sui quali si estende un sistema del verde molto sviluppato. Il paese risulta circondato da una fascia boscata contraddistinta da alberi ad alto fusto, che lo isola dalle aree maggiormente antropizzate, soprattutto a sud-ovest del territorio comunale.

i boschi di Casorate sono caratterizzati dalla presenza di quattro tipologie forestali:

Latifoglie esotiche infestanti (Prunus serotina, Robinia pseudoacacia, Quercus rubra)



Associazione quercu – carpineto (*Quercus robur*, *Carpinus betulus*)

Boschi di pino (*Pinus sylvestris*, *Pinus rigida*, *Pinus strobus*, *Pinus nigra*)

Boschi di castagno (*Castanea sativa*).

(Per la descrizione delle specie si rimanda alle schede del capitolo di rilievo del verde nell'area di progetto).

All'interno di questi boschi vi sono delle ampie radure, dove si è sviluppata nel corso degli anni la brughiera. Questa tipologia di paesaggio deriva dall'attività dell'uomo, è infatti il prodotto del disboscamento e del pascolo. Alcuni di questi spazi venivano utilizzati per instaurarvi fabbricati per l'allevamento e lo stallo dei cavalli, diventando luoghi di notevole valore ambientale e storico. Ad oggi, questi spazi fanno parte delle scuderie e sono per la maggior parte attrezzati per la pratica dello sport equestre.

Gli ambiti agricoli circondano il paese al limite dei boschi, proteggendo le aree di maggior pregio dall'espansione delle aree urbane. La maggior parte di questi terreni sono utilizzati a pascolo o come prati permanenti, altri per la produzione di cereali e foraggi per gli animali, solo pochi, invece, sono quelli adibiti a coltivazioni legnose.

Il centro sportivo privato che esiste sul territorio costituisce un'ampia area verde, affiancato da un area utilizzata dal comune e dalle associazioni per lo svolgimento i manifestazioni e sagre.

Ridotti e poco valorizzati sono gli spazi verdi ad uso pubblico che si trovano a ridosso del centro storico dove sono ubicati i servizi del comune.

Ambiente antropizzato

Le aree urbanizzate si concentrano a nord del territorio comunale, lungo lo sviluppo della S.S. del Sempione e la linea ferroviaria.

Il tessuto del centro storico è stato conservato, salvo alcune trasformazioni puntuali.

La tipologia edilizia più frequente è quella della casa a corte su due piani, eredità della tradizione contadina del luogo e riadattata alla realtà contemporanea, molto semplici caratterizzate dalla presenza di ballatoi sulla corte interna. Esistono anche edifici in linea di due o tre piani, su lotto gotico (allungato) con ingresso sulla strada e affaccio verso il giardino pertinente dove possono essere presenti edifici minori di proprietà (box, pollai, etc.). Le poche ristrutturazioni o nuove costruzioni all'interno del centro storico non si relazionano con il tessuto preesistente. Il risultato di ciò è un ambiente dall'aspetto disordinato e incoerente.

Le funzioni pubbliche come il comune, le scuole, la palestra comunale, la biblioteca, il centro anziani, la chiesa e l'oratorio sono disposte ai margini del nucleo storico, non hanno però alcuna relazione architettonica ne tra di loro ne con l'esistente.

Le aree di espansione residenziale successiva si sono sviluppate principalmente a sud del centro storico. Qui le tipologie residenziali sono quella monofamiliare, a schiera e pluripiano.

La zona industriale si trova a sud-est del paese, verso il confine con il comune di Gallarate.

Il sedime aeroportuale si trova a sud-ovest del territorio e a ridosso di quest'ultima si trovano vaste aree a brughiera di notevole valore naturalistico.

Scuderie sul territorio

Le scuderie sono dislocate lungo un ipotetico arco con sviluppo nord-ovest, sud-est che ripercorre i sentieri campestri nel bosco.

Sono scuole di equitazione associate F.I.S.E. e offrono differenti dotazioni impiantistiche.

Elenco delle scuderie presenti in Casorate Sempione:

Scuderia San Gallo

Nasce alla fine dell'800 nella campagna casoratese (ora inglobata nel tessuto urbano), scuola di equitazione F.I.S.E..

La scuderia si compone di 22 box con lavaggio cavalli, lampada e 4 paddock esterni.

I campi esterni sono in sabbia e misurano 20x40 metri e 40x60, per ospitare gare di dressage. Un campo coperto di 20x40 metri completa la dotazione impiantistica insieme alla giostra coperta e a un tondino con diametro 40 metri.

Scuderia Le Querce

Scuola di equitazione F.I.S.E..

Numerosi box con lavaggio, lampade e paddock esterni, giostra, tondino e due campi coperti di 22x50 e 15x30, sono in appoggio alla vasta area di campi, circa 70.000 m².

Il campo in sabbia per il completo, il campo da dressage 20x60 e il campo per il cross sono posti all'interno di un anello in sabbia di 900 metri di lunghezza.

Scuderia della Capinera

Scuola di equitazione F.I.S.E. e centro di aggiornamento istruttori federali.

La scuderia consta in 50 box, lavaggio cavalli, lampada, giostra coperta, maneggio coperto 20x60, campi esterni in sabbia di metri 100x120 e 20x60 (dressage), campo in erba 80x100 metri, percorso con ostacoli naturali fissi e pista in sabbia di 600 metri all'interno del bosco, parco ostacoli illuminato.

Raynold's Equestrian Club

Scuola di equitazione F.I.S.E..

Club privato con 16 box, campo esterno da dressage in sabbia metri 20x60, campo ostacoli metri 30x80, ostacoli di campagna, pista in sabbia per il riscaldamento dei cavalli.

Riding Club: Società Percorsi a Cavallo, Gruppo Equestre Brughiera ASD

Centro gare nazionali dressage e completo, passeggiate.

Dotazione impiantistica: 50 box e vasta area per l'accoglienza di van trasporto cavalli durante le manifestazioni, campo esterno da dressage in sabbia metri 40x60 e campo per il completo, campo in erba e cross all'interno del bosco.

Gli spazi del Riding Club hanno ospitato le pre-olimpiche del 1960 e sono base di partenza e di appoggio logistico, insieme alla scuderia San Giorgio, per le gare internazionali, nazionali di Endurance, 160 e 90 km. Nel 2011 si è svolto il Concorso Internazionale Para-Equestrian 3*.



Di seguito in tabella le dotazioni impiantistiche che offrono le scuderie della zona

	Dotazioni	RAYNOLD'S EQUESTRIA N CLUB	SAN GALLO	LA CAPINERA	RIDING CLUB REINACH	LE QUERCE
Alloggiamento Cavalli	Box	24	22	50	50	-
Campi Gara	Campo Esterno Erba			80 x 100		
	Campo Esterno Sabbia		20 x 40 40 x 60	100 x 120		
	Campo Esterno Dressage	20 x 60		20 x 60	40 x 60	20 x 60
	Campo Coperto Sabbia	20 x 50	20 x 40	20 x 60		22 x 50 15 x 30
	Percorso Ostacoli Cross	x		x		
Campi Prova	Campo Esterno Sabbia					
	Campo Coperto Sabbia			20 x 60		
Allenamento	Pista	x		600 m		900 m
	Giostra		x	Fino a 4 cavalli		
	Tondino	Ø 20	Ø 40			
Servizi accessori	Paddock		4 piccoli	x		
	Selleria	x	x	x	x	x
	Mascalcia	x	x	x	x	x
	Lavaggio		x	x		x
	Solarium		x	x		x
	Presidio medico veterinario					
Servizi alla persona	Club House	x	x	x	x	x
	Segreteria			x		x
	Spogliatoi			x		x
	Servizi igienici	x	x	x	x	x
	Bar/Ristorante				x	x
	Parcheggio	x	x	x	x	x

TABELLA 2 - DOTAZIONI DELLE SCUDERIE DI CASORATE SEMPIONE

Come si può osservare nessuna scuderia ha campi adeguati allo svolgimento di gare di completo o ostacoli al coperto, poche scuderie hanno spazi adeguati per il pascolo dei cavalli e la dotazione di giostre o tondini per l'allenamento senza cavaliere è scarsa.

1.2.2 ANALISI DELLA VIABILITA'

Rete viaria

Casorate Sempione si è sviluppata attorno ad un nucleo storico che, come per tutti i piccoli borghi contadini, ne ha caratterizzato la maglia viaria.

Come è avvenuto per il tessuto urbano, anche le strade cittadine si differenziano in base all'epoca di espansione della zona che servono.

Dalle strette vie del centro storico si arriva a strade ad ampia carreggiata della zona industriale, sulle quali transitano mezzi pesanti e il traffico di attraversamento che dalla S.S. 33 porta alla S.S. 336 e viceversa. Il traffico sulle vie comunali è per lo più traffico veicolare dei residenti.

La maggior parte delle strade, salvo quelle di zone nelle quali è avvenuta una lottizzazione, non è dotata di marciapiedi e gli spazi destinati sono lasciati a prato.

Rete ferroviaria

Il territorio di Casorate Sempione è attraversato e vi fa sosta la rete ferroviaria Milano-Domodossola, una delle principali linee ferroviarie italiane e internazionali nonché una delle più trafficate sia dal punto di vista passeggeri sia nel trasporto di merci. La ferrovia fa parte del complesso delle linee del Sempione collegando la città di Milano con Domodossola e quindi la linea transfrontaliera Briga-Domodossola. Da lì è possibile avere collegamenti diretti con Parigi (via Losanna), Ginevra e Bruxelles (via Basilea e Lussemburgo).

Rete per la mobilità sostenibile

La vasta dotazione di zone boscate e la presenza di un numero elevato di scuderie, ha permesso lo sviluppo all'interno dei boschi casoratesi di una fitta rete di sentieri ciclopedonali campestri e ippovie.

I percorsi sono sterrati e molti sono il proseguimento delle strade comunali. Circa la metà degli 11 km viene riconosciuto dal Parco del Ticino di valenza paesaggistica e turistica, e rientra a far parte di un sistema sovra comunale di sentieri, che sono anche utilizzati per lo svolgimento di gare di equitazione di endurance.

Alcuni tratti di strade comunali, in direzione Gallarate e Arsago Seprio, hanno all'esterno della carreggiata piste ciclopedonali riservate. In altre zone del paese i percorsi sono evidenziati semplicemente dalla segnaletica orizzontale.



1.2.3 INDAGINI GEOCLIMATICHE

Il territorio del Comune di Casorate Sempione presenta un'estensione di 6,89 km², è situato nell'alta Pianura Lombarda nel settore meridionale della Provincia di Varese, all'interno dell'ambito definito del Varesotto (*"Termine geografico probabilmente improprio ma che in generale designa la porzione della provincia di Varese più connotata nei suoi caratteri paesistici. Il termine stesso è stato spesso usato, nella terminologia turistica, come sinonimo di area dai dolci contorni collinari o prealpini, disseminata di piccoli specchi lacustri, ma non priva di alcune sue riconoscibilissime specificità orografiche..."*)

La morfologia del territorio è subpianeggiante e le quote del terreno sono comprese tra circa 276 m s.l.m., nel settore settentrionale, a confine con il Comune di Arsago Seprio, e 230 m circa s.l.m. nei settori meridionali, al confine con il Comune di Somma Lombardo e Cardano al Campo.

Morfologicamente il territorio è caratterizzato dalla presenza di cordoni morenici molto antichi e pertanto di forma poco accentuata, circondati da terrazzamenti più recenti a morfologia subpianeggiante delimitati da orli di terrazzo con andamento sia Nord-Sud che Est-Ovest. Le scarpate tra i terrazzi presentano altezza variabile da 4 a 20 metri.

Ricade quindi nel paesaggio dei ripiani diluviali e dell'alta pianura asciutta.

Appartiene al bacino idrografico del fiume Ticino che scorre alcuni chilometri più ad Ovest.

Nel territorio comunale vi è l'assenza di una rete idrografica naturale. L'unica area umida è costituita da tre vasche di origine antropica utili per contenere le acque di troppo pieno della fognatura.

Casorate Sempione si trova nella fascia climatica pedemontana caratterizzata da inverni rigidi, spesso nebbiosi, ed estate calde e afose. Non vi sono venti o particolari condizioni climatiche riscontrate. La fascia climatica di appartenenza è individuata come zona E.

Casorate Sempione è perlopiù un'alta pianura, senza importanti rilievi che la circondano, per questo motivo, l'esposizione solare dell'intero territorio comunale è molto buona, senza ostacoli che possano portare a particolari ombreggiamenti nell'arco della giornata, se si escludono quelli dovuti agli edifici e alle alberature presenti.

Il territorio di Casorate, secondo la classificazione sismica indicata nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, aggiornato al 16/01/2006 con le comunicazioni delle Regioni, ha livello di pericolosità sismica uguale a 4 (molto basso). Il territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche con 4 livelli di pericolosità: 1 (alto), 2 (medio), 3 (basso), 4 (molto basso). Casorate Sempione, quindi, rientra tra le zone meno pericolose, dove le possibilità di danni sismici sono basse.

1.2.4 INDAGINI SOCIO-ECONOMICHE

Densità insediativa

L'analisi della densità insediativa e degli andamenti demografici all'interno del paese è molto importante per la conoscenza del territorio, analizzare le dinamiche naturali ed esterne è fondamentale per completare l'analisi e favorire uno sviluppo sostenibile, che nasce dall'interazione di ambiente, economia e società.

Negli ultimi 150 anni la popolazione è andata aumentando fino a quasi sestuplicare. Ciò, in linea con il resto della popolazione italiana, è stato dovuto al miglioramento dello stile di vita e delle abitudini della popolazione che hanno portato a un progressivo allungamento della speranza di vita.

Come nel resto del territorio nazionale anche nella provincia di Varese, quindi anche Casorate, negli ultimi dieci anni ha avuto un forte incremento di popolazione (circa il 13%) in questo caso determinato da un forte tasso migratorio. Un contributo all'aumento della popolazione, numericamente meno importante, ma in controtendenza rispetto al resto del paese, Casorate Sempione lo ha avuto da un saldo naturale medio positivo.

Nonostante ciò il numero di componenti per famiglia è in costante diminuzione.

Questo porta ad un aumento del numero delle famiglie ma con un numero di componenti che raramente è superiore alle due persone. Quindi tante coppie avanti con l'età oppure senza figli.

Bilancio Demografico								
Anno	Popolazione al 01/01	Popolazione al 31/12	Popolazione Media	Natalità	Mortalità	Crescita Naturale	Crescita Migratoria	Crescita Totale
2002	5074	5111	5093	9,2	9,2	0	7,3	7,3
2003	5111	5165	5138	9,1	7,0	2,1	8,4	10,5
2004	5165	5334	5250	10,7	5,7	5,0	27,2	32,2
2005	5334	5432	5383	10,8	8,0	2,8	15,4	18,2
2006	5432	5530	5481	9,3	9,5	-0,2	18,1	17,9
2007	5530	5627	5579	12,5	9,3	3,2	14,2	17,4
2008	5627	5689	5658	11,7	10,6	1,1	9,9	11,0
2009	5689	5730	5710	13,0	9,5	3,5	3,7	7,2
2010	5730	5747	5739	11,5	9,4	2,1	0,9	3,0

TABELLA 3 - BILANCIO DEMOGRAFICO

Attività economiche

L'economia di Casorate Sempione si basa sull'attività industriale che si è sviluppata nel corso dei secoli. Il comparto che storicamente ha interessato tutta l'area del Sempione è sicuramente quello tessile-cotoniero, in particolare nell'ottocento, poi quello meccanico a partire dai primi del '900.

Dall'analisi dei dati ISTAT del 2001 si è riscontrato una netta diminuzione del settore industriale rispetto agli anni precedenti (-9% rispetto al censimento del 1991). Nel settore



commercio la flessione è più marcata (-41% tra 1991 e 2001). Il settore dove invece si registra il maggiore incremento è quello dei servizi.

Caratteristico e sicuramente importante per la vita economica del paese è l'ambito relativo all'allevamento di cavalli e alle attività equestri. Queste, che fecero conoscere Casorate anche all'estero, si sono sviluppate dalla metà dell'800, grazie alla conformazione e posizione del territorio comunale, quando la borghesia Milanese ha individuato in questi luoghi, facilmente raggiungibili grazie alla presenza del Sempione, gli spazi ideali per la villeggiatura e lo svolgimento di battute di caccia alla volpe. Ciò portò nel corso degli anni alla costruzione di bellissime ville e scuderie che sono diventate la ricchezza e la peculiarità di Casorate Sempione costituendo un riferimento non solo locale e per l'attività specifica, ma anche per lo speciale valore architettonico che esprimono.

E' interessante osservare che il numero di addetti rispetto alla popolazione totale è di circa il 24%, quindi la presenza di un addetto ogni quattro abitanti, ben al di sotto della media provinciale che è circa di un addetto ogni due abitanti. Questo fa supporre che Casorate Sempione abbia una vocazione principalmente residenziale, piuttosto che economica e commerciale, dovuta alla vicinanza a poli attrattori come Gallarate, Busto Arsizio, Malpensa e in minor quantità Somma Lombardo, dove la popolazione attiva si sposta durante il giorno per raggiungere il posto di lavoro.

Turismo

Il settore turistico ha subito negli ultimi anni notevole sviluppo per due motivi in contrapposizione: uno è lo sviluppo e l'ampliamento dell'aeroporto Malpensa, il secondo è la valorizzazione del turismo nel parco della valle Ticino.

In base ai dati raccolti dalla regione Lombardia nel 2003 il comune di Casorate Sempione ha un rapporto turisti/n° di abitanti pari a 0,7, tenendo conto esclusivamente dei turisti che soggiornano nelle strutture alberghiere. Questo valore aumenterebbe se dovessimo considerare il turismo di giornata, legato alla tradizione equestre diffusa sul territorio e quello legato al territorio.

1.2.5 CLIMA ACUSTICO E INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Il rumore

Il rumore viene definito come un "suono non desiderato", "una sensazione uditiva sgradevole e fastidiosa". La percezione del rumore è caratterizzato da una componente oggettiva ed una soggettiva. Nella prima forma è possibile studiare il rumore attraverso le caratteristiche fisiche che contraddistinguono le onde (frequenza, durata, intensità), da come si propagano nell'ambiente, come si modificano quando incontrano un ostacolo o condizioni atmosferiche differenti. La seconda componente, soggettiva, è quella che caratterizza il rumore da ogni altro tipo di inquinamento. Si possono avere percezioni diverse dello stesso rumore a seconda della durata e del volume, inoltre ci sono persone che hanno una sensibilità maggiore e che per questo sono infastidite da livelli bassi di inquinamento acustico.

Sul territorio comunale di Casorate Sempione i luoghi dove si concentra maggiormente l'inquinamento acustico sono quelli prossimi a strade, ferrovia e aeroporto.

Sorgenti di rumore

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Il Comune è interessato dalla linea ferroviaria Milano-Domodossola delle ferrovie dello stato ed ospita una stazione. L'inquinamento acustico provocato dal traffico ferroviario è dovuto principalmente dalla velocità di transito e dal modello di treno.

La RFI (Rete Ferroviaria Italiana) ha svolto nel 2000 una campagna di rilevamento per determinare la rumorosità delle infrastrutture ferroviarie. Un punto di monitoraggio è stato posizionato nel vicino comune di Somma Lombardo i cui dati possono essere estesi anche al Comune di Casorate:

Indicatore	Valore (dB(A))
Livello rumore diurno	65,4
Livello rumore notturno	66,7

TABELLA 4 - LIVELLO INQUINAMENTO ACUSTICO

Rilevato da RFI presso la rete ferroviaria nel Comune di Somma Lombardo. (Fonte: RSA CUV)

Secondo i riferimenti normativi i livelli di rumore ammissibili sono quelli riportati in tabella:

Per velocità di transito inferiori ai 200 km/h			
Fascia A < = 100 metri		Fascia B tra 100 e 150 metri	
Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)

TABELLA 5 - LIMITI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE

Definiti dal DPR 459 del 18/11/1998 relativi all'inquinamento acustico di origine ferroviaria (Fonte: DPCM 14/11/01997).



Non è nota la posizione del punto di monitoraggio ma, indipendentemente da ciò, il valore normativo notturno è in ogni caso superato.

INFRASTRUTTURE STRADALI

Il paese è attraversato dalla Strada Statale del Sempione che dal punto di vista del rumore risulta essere quella maggiormente compromettente la tranquillità del paese.

INFRASTRUTTURA AEROPORTUALI

Il rumore provocato da un aeroporto dipende dal traffico aereo e dall'attività legate allo scalo. L'inquinamento acustico generato dal movimento degli aerei dipende da alcune variabili tra cui:

- Lunghezza della pista
- Pavimentazione della pista
- Tipologia velivoli
- Procedure di atterraggio e decollo.

Il D.M. 31/10/1997 individua tre classi di zonizzazione dell'intorno dell'aeroporto che permette di definire le destinazioni d'uso delle aree e le misure di riduzione dell'impatto acustico.

Zona	Clima acustico (LVA in dB(A))	Attività concesse
A	Tra 60 e 65	Nessuna limitazione
B	Tra 65 e 75	Attività agricole ed allevamento di bestiame, attività industriali ed assimilate, commerciali, attività di ufficio, terziario e assimilate, previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico
C	Maggiore di 75	Attività legate ai servizi delle infrastrutture aeroportuali

TABELLA 6 - DESTINAZIONI D'USO AMMESSE PER LE AREE INTORNO AGLI AEROPORTI

Secondo il D.M. 31/10/1997 (Fonte: D.M. 31/10/1997).

Il monitoraggio è effettuato dalla Società SEA, che gestisce gli aeroporti milanesi, tramite 18 centraline di rilevamento di cui 2 posizionate sul territorio di Casorate.

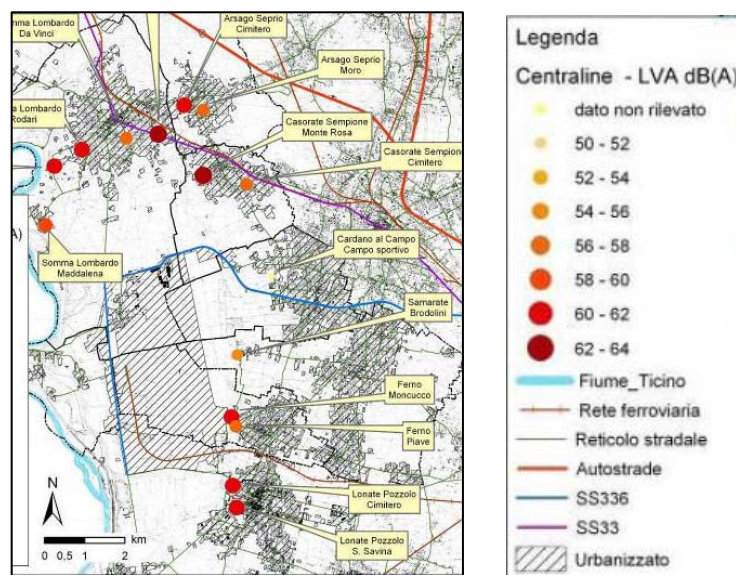


FIGURA 5 - UBICAZIONE DELLE CENTRALINE DI MONNITORAGGIO ACUSTICO DELL'AEROPORTO

Ogni stazione riconosce il rumore di origine aeroportuale e lo associa ad un tracciato radar rilevato da ENAV. In questo modo vengono segnalati quali sono gli eventi sonori legati ai transiti aerei e quindi la superficie sonora e l'area che subisce il maggior livello di rumore.

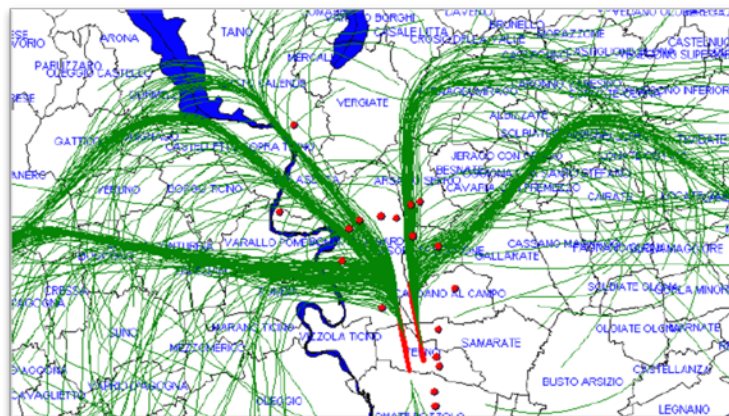


FIGURA 6 - TRACCIATI RADAR DI UNA GIORNATA AEROPORTUALE TIPO

(Fonte: SEA, Rapporto ambientale 2003).

Come si può vedere dai tracciati radar di una giornata tipo, Casorate Sempione è tra i paesi limitrofi a Malpensa coinvolti maggiormente dalle rotte degli aerei.

Gli interventi che possono essere messi in atto per la riduzione dell'inquinamento acustico di origine aeroportuale sono indicati dalla ICAO (Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile) che gestisce il traffico aereo:

- minore rumorosità specifica degli aerei;
- limitazione dei voli notturni;
- monitoraggio del rumore;
- pianificazione territoriale;
- programmi di insonorizzazione;
- tassa sul rumore;
- procedure (di decollo ed atterraggio) antirumore;
- ottimizzazione dello slot-allocation (gestione dei decolli degli aerei in modo da non sovrapporre velivoli rumorosi).

La riduzione del rumore legata alla tipologia dei velivoli è già adottata attraverso la limitazione di accesso all'aeroporto dei soli aerei con caratteristiche di minore rumorosità.

ATTIVITÀ PUNTUALI

Ulteriore inquinamento acustico è prodotto da quelle attività sul territorio che contribuiscono al disturbo. Le categorie di maggior rischio sono le attività produttive (industriali e artigianali) e quelle commerciali (bar, discoteche, supermercati). Da un rilevamento fatto dall'ARPA su 8 attività, la metà hanno superato i limiti consentiti.

Inquinamento elettromagnetico

Le onde elettromagnetiche sono fenomeni oscillatori sinusoidali, che derivano dalla variazione nel tempo del campo elettrico e del campo magnetico. Esse sono una perturbazione che si propaga nello spazio e che può trasportare energia.

In base alle frequenze, le onde, emettono radiazioni che possono essere ionizzanti cioè ad altissima frequenza, non ionizzanti per frequenze inferiori a 3 milioni di GHz.



A loro volta si possono suddividere le radiazioni non ionizzanti in sorgenti a bassissima frequenza, ELF, e sorgenti di radio frequenze e microonde (RF, MW).

Il territorio di Casorate Sempione è attraversato dalla linea Alta Tensione 132 kV, che genera radiazioni non ionizzanti a bassissima frequenza ELF, per una lunghezza di circa 1,50 km. Tale elettrodotto coinvolge anche l'area di intervento.

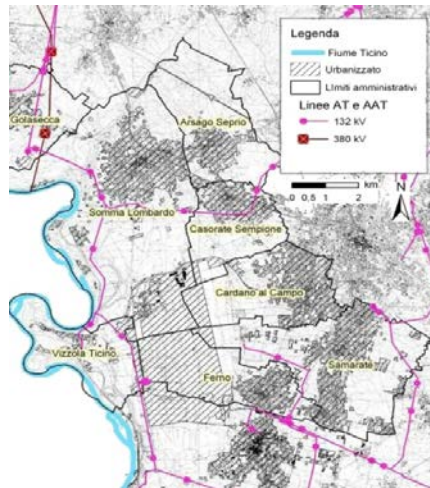


FIGURA 7 - UBICAZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE

1.3 FORZE DEBOLEZZE OPPORTUNITA' MINACCE (FDM)

Dalle analisi del territorio è possibile trarre un quadro delle FDM che caratterizzano l'ambiente dove è inserito l'edificio oggetto di studio.

L'analisi FDM è una analisi ragionata del contesto territoriale in cui si realizza un programma di intervento.

Lo scopo dell'analisi è quello di individuare le opportunità per lo sviluppo di un'area territoriale sulla base della:

- valorizzazione dei punti di forza
- contenimento dei punti di debolezza
- sulla base del quadro di opportunità e rischi che deriva dalle caratteristiche al contesto territoriale oggetto di studio.

Forze

Tra i punti di forza che contraddistinguono il territorio casoratese il primo è sicuramente la cortina verde da cui è circondato e che lo isola dalle conurbazioni limitrofe. Questa fascia boscata ha reso e rende il paese un'oasi all'interno di un sistema caratterizzato da una forte antropizzazione.

Una forza, strettamente legata alle peculiarità dell'ambiente casoratese, è la presenza sul territorio di uno sviluppato e conosciuto sistema di scuderie che porta all'interno del paese numerose persone appassionate all'attività equestre. La rivitalizzazione dell'attività equestre con l'introduzione di campi adeguati allo svolgimento di gare a livello nazionale e internazionale, l'introduzione di nuove tipologie di attività come quella di riabilitazione equestre all'interno del complesso potrebbero, inoltre, permettere la fruizione del sistema villa-parco-campi in ogni periodo dell'anno, creando nuovi posti di lavoro e nuove eccellenze sul territorio.

Debolezze

Una grande debolezza è la progressiva perdita delle aree verdi che circondano il territorio per l'introduzione di nuove costruzioni che tolgono all'area il carattere naturale che la contraddistingue. Inoltre la scarsa qualità nella progettazione introduce edifici senza alcuna integrazione con l'ambiente e non ecosostenibili.

Opportunità

La politica del territorio è quella di valorizzare le presenze architettoniche ed ambientali, quindi il recupero di villa Bocconi e Parco San Giorgio, ormai in stato di quasi totale abbandono, rientrerebbe negli obiettivi che il comune si è posto, come documentato dal Piano Delle Regole e dal Piano Regolatore Generale. Il riuso e la valorizzazione di quest'area oltre a dare nuovo stimolo all'attività equestre, sarebbe una vittoria importante per il Comune, che vedrebbe rinascere quest'edificio di elevato valore storico nonché emozionale per i casoratesi.

Le infrastrutture che lambiscono Casorate Sempione sono un'altra importante opportunità poiché lo rendono comodamente raggiungibile con ogni tipo di mezzo di trasporto.

La vicinanza a Milano e all'aeroporto di Malpensa ha favorito lo sviluppo sul territorio di una notevole quantità di servizi ricettivi. Alberghi e bed&breakfast hanno dato all'economia del territorio un nuovo impulso.



La totale appartenenza del territorio al Parco Lombardo del Ticino, ha introdotto strumenti legislativi per la tutela e la valorizzazione del paesaggio esistente, che nel corso degli anni hanno incoraggiato un utilizzo del territorio rispettoso dell'ambiente

Minacce

il Comune si trova sulle rotte di decollo degli aerei in partenza da Malpensa, questo provoca una concentrazione elevata di inquinamento dovuto agli scarichi e inquinamento acustico.

1.3.1 IPOTESI DI INTERVENTO

Constatata l'importanza e l'affermazione che ha sul territorio l'attività equestre, si vuole dare una coordinazione al sistema di scuderie, ponendo al centro quella che risulta essere di maggiore valore storico, anche solo per il fatto che risulta essere, presumibilmente, la prima ad essere stata costruita nella zona.

Nell'ottica di un processo di crescita dell'attività equestre, si pensa alla scuderia San Giorgio come il centro di coordinazione di un apparato nel quale possono essere svolte gare nazionali ed internazionali.

Questo obiettivo vuole essere raggiunto con il recupero del complesso della villa, l'introduzione di nuove strutture, nel caso fossero necessari spazi attualmente non presenti, e l'immissione di funzioni che rendano l'area fruibile per l'intero arco dell'anno. Un altro punto fondamentale è il rafforzamento dei percorsi attraverso interventi che li rendano riconoscibili come parte della stessa struttura e che rendano più compatto il sistema delle scuderie.

Metodo

Il procedimento utilizzato per l'elaborazione del progetto prevede, una volta individuate le FDOM che caratterizzano il territorio casoratese, lo svolgimento delle analisi sull'area sull'edificio di progetto.

Trovandoci di fronte ad un ambiente e ad un edificio con una valenza storica e artistica importate, è stato necessario effettuare indagini molto approfondite che andassero a cogliere oltre ai caratteri estetici e tecnici anche il rapporto con il contesto.

Quindi si è partiti da una prima fase di sopralluoghi, attraverso i quali si è giunti alla redazione del rilievo fotografico, geometrico, materico, tecnologico e dei degradi. Per ultimare la conoscenza dell'edificio il rilievo è stato completato con l'analisi delle prestazioni residue che possono aver mantenuto gli elementi tecnici della struttura.

Per la contestualizzazione dell'edificio nell'ambiente in cui è inserito, è stato effettuato un rilievo del verde con schede fotografiche e l'analisi delle tipologie arboree.

Una volta definiti i caratteri dell'edificio la sintesi delle FDOM relative all'area di interesse ha permesso di definire quali fossero gli obiettivi e le strategie per l'elaborazione del progetto.

A questo punto, si è passati all'individuazione di un concept plan che potesse soddisfare le esigenze e gli obiettivi del progetto.

Scelte le funzioni e individuati gli spazi necessari si è passati all'elaborazione vera e propria del progetto con la stesura del masterplan.

CAPITOLO 2
ANALISI STORICA

2.1 LA LITTLE ENGLAND

Le origini di Casorate Sempione si possono far risalire al III secolo a.C., quando il paese non era altro che un villaggio, presumibilmente gallico, situato nella zona della Masnaga, a ridosso della rotabile gallica che collegava Milano con Gallarate, il Verbano.

Di quell'epoca sono i ritrovamenti di una necropoli di truppe romane che erano accampate nella zona del paese denominata la Quadra

Durante il periodo medievale Casorate faceva parte del Seprio, insieme di villaggi longobardi che facevano riferimento al feudo di Castelseprio. Il rinvenimento di monili d'oro e tombe sui confini settentrionali del paese, individua i luoghi in cui Federico Barbarossa fece accampare il suo esercito dopo la battaglia di Milano.

Il nucleo storico sorse intorno al colle dove era presente la chiesa di Santa Maria, intorno al 1300, come punto di sosta e cambio cavalli per i commercianti che percorrevano la rotabile gallica romana.

Nel tardo '600 venne edificata villa Masnaga, composta da un corpo centrale con le stanze e gli alloggi privati e due ali per la servitù e le stalle.

Nel paese, prevalentemente contadino, la tradizione equestre sportiva si sviluppò a partire dalla fine del 1800, periodo in cui aristocratici e ricchi borghesi milanesi vi insediarono ville di pregio quali villa Ughetta in stile Liberty, villa Cattoretti in stile eclettico e villini in stile inglese e cottages immersi nei boschi, che valsero l'appellativo di Little England al piccolo paese di provincia.

A partire dai primi anni del '900 sorsero numerose scuderie, tra le quali la scuderia Felli, non più esistente, la scuderia San Gallo, la scuderia Bocconi, la scuderia Reinach ora Riding Club, la scuderia le Querce, la scuderia la Capinera, scuderie minori come la Badini, la Billi e molte altre che nel corso degli anni portarono ad avere registrati circa 400 cavalli.

La scuderia Felli, di proprietà di Ernesto Felli, vincitore del palio di Siena del 16 agosto 1901, è l'unica scuderia casoratense, ad essere stata interamente recuperata e trasformata in locale pubblico nel 1996.



FIGURA 8 - EX SCUDERIA FELLI



2.2 LA VILLA E LE SCUDERIE SAN GIORGIO

La scuderia San Giorgio, o scuderia Bocconi, nasce nei primi del '900 per volere del Sen. Ettore Bocconi, e del fratello Ferdinando, così come definito dall' Enciclopedia Italiana:

"Dopo la nascita della "Rinascente" i due fratelli si occuparono di una scuderia ippica di corse (scuderia Bocconi, poi "razza di Besnate")"

Il Senatore Bocconi, appassionato di ippica, era membro della "Società Milanese per la caccia a cavallo" fondata nel 1882 e della "Società Lombarda per le corse dei cavalli" fondata l'anno successivo.

Sul territorio di Casorate Sempione, nella zona antistante la S.S. del Sempione, i Bocconi erano presenti con una scuderia, accanto alla quale realizzarono l'accesso del viale che conduceva ad un'area libera da boschi, posta su di un altopiano, che dominava, e domina tuttora, la piana della Malpensa e della Valle (zona agricola).

Qui sorse il complesso delle scuderie e della villa che originariamente era composto da: la villa (A) con orientamento est-ovest, con il prospetto principale verso i campi e i boschi rivolto a sud, e le scuderie (B), con orientamento nord-sud, che si dipartivano in due bracci ortogonali alla villa andando ad identificare all'interno dei corpi di fabbrica una corte sul cui lato nord insisteva l'edificio della portineria e della servitù (C) dal quale, attraverso il cosiddetto viale Bocconi, si giungeva alla Strada Statale 33 del Sempione (all'epoca Strada Provinciale), sul cui ciglio era presente un altro edificio di dimensioni ridotte sempre adibito a portineria (D). Sul lato est del complesso sorgeva la chiesa, privata, costruita in pietra, intitolata a San Giorgio (E).



FIGURA 9 - INDIVIDUAZIONE EX PROPRIETA' BOCCONI

La zona era già conosciuta all'epoca come campo di addestramento dell'Esercito Reale dei Savoia Cavalleria, che simulava cariche scendendo per gli scoscesi ciglioni dell'altopiano. La funzione fu da subito quella di allevamento di cavalli da corsa, denominato "Razza di Besnate", del quale si ha riscontro negli Albi d'Oro dell'Ippodromo delle Capannelle di Roma. Fu inoltre realizzato un ippodromo per le corse dei cavalli, che fino agli anni '20, anni in cui si realizzarono gli ippodromi nelle città, avvenivano nelle scuderie di provincia.

Durante la seconda guerra mondiale la scuderia fu requisita dalla Wehrmacht, l'esercito tedesco, che la utilizzò come base per la Luftwaffe (aeronautica), che si serviva dei boschi sul limitare dei ciglioni come nascondiglio per gli aerei da guerra. Della presenza di quegli anni rimane una pista di cemento lunga più di un chilometro e i sentieri che, dalla scuderia, scendono lungo i pendii fino alla Valle.

Passato di proprietà e frazionato, il complesso ha avuto storie differenti: le portinerie sono state trasformate in residenze private, mentre la villa si trova ora in stato di semi abbandono con elevato degrado anche di parti strutturali.

Le scuderie sono utilizzate per l'affitto dei box per cavalli.

L'architetto e la data di costruzione

Non esistono documenti che accertino l'esatta data di costruzione della scuderia, né tantomeno dati riguardanti l'architetto al quale fu commissionato il progetto, unico nell'alta Lombardia risalente ai primi anni del 1900.

La tradizione volgare racconta che i fratelli Bocconi incaricarono un professionista che aveva studiato nel nord della Francia o in Inghilterra, e dove aveva appreso nozioni riguardanti la progettazione dei cottage e delle stalle per la dimora del cavallo.

Gli elementi che caratterizzano i fabbricati, difatti, sono i tetti spioventi a forte pendenza realizzati in scandole di pietra sui quali sono inseriti abbaini in legno decorati, camere d'aria ricavate tra la copertura e la soletta del primo piano come espediente per mantenere costante la temperatura nelle scuderie a beneficio dei cavalli, prospetti con ornamenti in legno su muri intonacati di bianco e bow-windows che riprendono le forme ed i principi dei cottage e delle scuderie inglesi in stile Tudor di fine '400.

L'architetto che potrebbe corrispondere alla descrizione è Paolo Vietti Violi.

Nato a Grandson, nella Svizzera francese nel 1882, Vietti-Violi studiò architettura a Ginevra, si laureò poi in Francia, a Parigi all'École des Beaux-Arts nel 1907. Ottenne la laurea al Regio Politecnico di Milano, necessaria per poter esercitare la professione, nel 1914 a seguito del corso di studi seguito.

La vicinanza a culture così differenti, fu la sua fortuna, infatti nel suo operare si riconosce un "simpatico internazionalismo" [cit. monografia pagg. 7] della sua arte, ed una concezione tutta nuova delle costruzioni.

In quell'anno iniziarono i lavori di ampliamento dell'Ippodromo di San Siro, il cui progetto di Vietti Violi, redatto insieme all'arch. Arrigo Cantoni, era risultato vincitore del concorso indetto nel 1911 dalla "Società Lombarda per le corse dei cavalli".

Il suo principale ambito di intervento furono gli impianti sportivi, ma prima che gli venissero affidati progettazioni importanti, Vietti Violi fece conoscere il suo stile in opere al di fuori delle tipologie sportive, dove si riconosceva la sua formazione accademica: forti simmetrie, grandiosità, eclettismo.

Le tre caratteristiche si presentano nell'Ippodromo del Mirabello del 1924 costruito all'interno del Parco di Monza, del quale non rimangono che pochi resti, nelle scuderie dell'Ippodromo di San Siro dello stesso anno e nelle scuderie della Razza del Soldo di Alzate Brianza, proprietà del Comm. M. Crespi, realizzate nel 1930.

La forte analogia estetica e strutturale delle componenti architettoniche delle tre opere avvalorano la supposizione di paternità della scuderia Bocconi all'architetto Vietti Violi, come opera di presentazione al mondo dell'aristocrazia e della ricca borghesia che frequentava, agli inizi del '900, gli stessi salotti.

CAPITOLO 3
ANALISI DELLO STATO DI FATTO

L'edificio è documento di se stesso, per questo motivo il rilievo diventa lo strumento principale per la comprensione e la conoscenza globale dell'edificio stesso, indispensabile per la redazione di un buon progetto di recupero.

Il rilievo architettonico può essere suddiviso in due aree principali:

- la prima legata alla spazialità dell'edificio, a cui appartengono il rilievo visivo/fotografico, quello geometrico e quello del verde;
- la seconda di conoscenza tecnico-costruttiva, a cui appartengono il rilievo dei materiali, quello tecnologico, e quello dei degradi.



3.1 RILIEVO FOTOGRAFICO

La prima e fondamentale fase di conoscenza dell'oggetto di studio e del suo contesto è la visita dello stesso, durante la quale è importante procedere con un rilievo fotografico.

La scelta di cosa e come fotografarlo e la catalogazione delle immagini raccolte è necessario che venga svolta con logica poiché queste informazioni costituiranno la base per le elaborazioni successive, quali il rilievo tipologico, materico, tecnologico e il rilievo dei degradi. Conoscere ed avere ben chiari gli obiettivi del rilievo è indispensabile per procedere con ragionevolezza nelle riprese e non ritrovarsi successivamente ad avere fotografie inutili da un punto di vista funzionale, ed essere sprovvisti di altre che risulterebbero necessarie al momento delle analisi.

Un altro aspetto considerevole del rilievo fotografico è la possibilità di cogliere le relazioni che esistono tra l'edificio e l'ambiente circostante.

Nel caso oggetto di studio, data l'estensione dell'area interessata, si è scelto di procedere con la catalogazione suddividendo il rilievo in tre comparti riconoscibili in base al colore del cartiglio: il primo, grigio, riguarda la villa, il secondo, bordeaux, le scuderie e il terzo, verde, il contesto ambientale.

La catalogazione è organizzata attraverso schede numerate progressivamente sulle quali sono riportate tutte le informazioni che riguardano l'immagine e il punto di vista dal quale è stata effettuata la ripresa.

Elenco schede:



da SRF 01 a SRF 27 – RILIEVO FOTOGRAFICO – VILLA



da SRF 28 a SRF 42 – RILIEVO FOTOGRAFICO – SCUDERIE



*da SRF 43 a SRF 58 – RILIEVO FOTOGRAFICO – CONTESTO
AMBIENTALE*

Scheda tipo di rilievo fotografico

SCHEDA DI RILIEVO FOTOGRAFICO		SRF 16	1
2			
3	Titolo	--	
4	Soggetto	--	
5	Autore	--	
6	Luogo	--	
7	Data/Ora	--	
8	Fonte	--	
9	Tipo di ripresa	--	
10	Dettagli immagine	--	
	Dimensioni l x h (Pixel)	--	
	Risoluzione immagine	--	
	Nome modello fotocamera	--	
	F-stop	--	
	Tempo di esposizione	--	
	Sensibilità ISO	--	
LOCALIZZAZIONE			
11			

- 1 Numero progressivo di scheda
- 2 Rilievo fotografico - immagine
- 3 Titolo - è indicato la macro appartenenza del soggetto fotografico: parco , villa o scuderie
- 4 Soggetto - parte dell'immagine sulla quale si desidera focalizzare l'attenzione
- 5 Autore - è indicato chi ha materialmente eseguito la ripresa fotografica
- 6 Luogo - è indicato il luogo della ripresa
- 7 Data e ora - sono indicati data e ora della ripresa
- 8 Fonte - è indicato quale è stata la modalità di acquisizione dell'immagine (rilievo in loco, archivi, ecc.)
- 9 Tipo di ripresa - è indicato se si tratta di una prospettiva centrale o laterale
- 10 Dettagli immagine - sono indicate alcune specifiche tecniche dell'apparecchio con il quale è stato effettuata la ripresa (dimensioni, risoluzione, modello macchina fotografica, ecc.)
- 11 Localizzazione - è indicato in pianta, tramite un triangolino rosso, il cono ottico di ripresa dell'immagine.



3.2 RILIEVO GEOMETRICO

Il rilievo geometrico è lo strumento che permette l'elaborazione di tavole che servono alla conoscenza spaziale dell'oggetto di studio, punto di partenza per la redazione di indagini e quindi del progetto.

Il rilievo di campagna viene effettuato con l'utilizzo di strumenti, oppure manualmente. Nel caso in cui esistano delle planimetrie, come nel caso in esame, o altro materiale, questo diventa una base da cui partire per poi effettuare la verifica dei dati.

Il processo per restituzione delle tavole è stato portato avanti seguendo queste fasi:

1. Riproduzione in formato digitale delle tavole cartacee ottenute dagli uffici comunali tramite misurazione diretta sulle stesse;
2. Rilievo in loco con strumenti manuali, metro e bindella, ed elettronici, distanziometro laser;
3. Confronto dei dati;
4. Correzioni delle incongruenze.

La precisione del rilievo è commisurata al valore di scala che si è scelto per la restituzione. Ad esempio nel caso di restituzione grafica con scala 1:50 e 1:100 la precisione con la quale è stato effettuato il rilievo sarà nell'ordine dei 1÷2 cm.

3.3 RILIEVO MATERICO

La conoscenza dei materiali che costituiscono le varie parti dell'edificio permette la comprensione dei degradi, e influisce sulle scelte tecnologiche e progettuali, per questo motivo è stata introdotta, prima di individuarli in prospetto e pianta, una rapida introduzione ai materiali presenti.

Per le strutture di elevazione verticale si analizzano i materiali laterizio e malta, per i solai laterizio e cemento, per le coperture inclinate il legno e la pietra come materiale di rivestimento.

Laterizio

Per la produzione può essere utilizzata qualsiasi tipo di argilla impura, contenente quarzo, carbonato di calcio, solfati, ossido di ferro, purché sia sufficientemente plastica da permettere la formatura e, dopo la cottura, consenta di ottenere un materiale con adeguata resistenza meccanica e stabilità agli agenti atmosferici. La cottura può avvenire tra i 900°C e 1000°C e deve essere omogenea e tale da realizzare un materiale di densità adeguata. Fino agli inizi del novecento veniva formato in casseri di legno, successivamente vennero introdotte le macchine per l'estrusione del materiale.

La microstruttura dei laterizi è caratterizzata dalla presenza di pori, questi consentono l'assorbimento di acqua, che può portare alla disgregazione del laterizio per fenomeni di gelo e disgelo, formazione di efflorescenze e subflorescenze, attacco solfatico. Inoltre la porosità può compromettere l'abitabilità dell'edificio, ad esempio per la formazione di muffe.

L'umidità all'interno della muratura può avere origini differenti:

- umidità da costruzione, generata dall'acqua utilizzata nelle fasi di posa della muratura;
- umidità discendente, dovuta alla penetrazione dell'acqua piovana;
- umidità da condensa, dovuta alla condensa dell'acqua all'interno dei pori;
- umidità da risalita, legata all'assorbimento capillare, derivante dal contatto diretto delle parti basse della muratura con terreni umidi.

All'interno dell'edificio oggetto di studio, sono stati individuati mattoni pieni e pignatte.

Mattoni pieni: hanno dimensioni standard 25x12x5,5 cm, hanno una percentuale di foratura mai superiore al 15%. Vengono utilizzati, soprattutto agli inizi del '900 per la realizzazione di murature portanti.

Pignatte, laterizi speciali per solai: vengono utilizzati come elementi di alleggerimento nei solai misti in laterizio e cemento, hanno anche una funzione resistente.

Malte

Malte di allettamento: deve consentire la posa dei mattoni e deve assorbire le differenze dimensionali. A questo scopo è necessario che sia lavorabile e coesiva allo stato fresco, deve dare sufficiente resistenza alla muratura, deve resistere all'azione dell'ambiente e dell'acqua.

Questo tipo di malta viene ottenuta tramite la miscela di cemento, calce, sabbia e acqua.

Malte da intonaco: deve creare lo strato superficiale che riveste e protegge la muratura, ha funzioni igieniche, estetiche, e di protezione dall'ambiente. Vi sono differenze tra intonaci per esterni e quelli per interni, i primi hanno principalmente funzione protettiva, soprattutto dall'ambiente, e quindi si utilizzano intonaci prevalentemente a base di cemento e/o calce idraulica, i secondi, che devono soddisfare maggiormente requisiti igienici, estetici e di sicurezza, sono prodotti con malte a base di gesso oppure gesso e calce aerea.

La maggiore causa di degrado tra le malte è l'umidità. La presenza di acqua può portare a reazioni chimiche che alterano i materiali costituenti:



-
- dissoluzione di fasi con elevata solubilità e dilavamento, come nel caso di calce aerea e gesso;
 - reazione tra i solfati nei materiali cementizi, con fessurazione e disgregazione della malta;
 - attacco dei materiali da parte di agenti inquinanti che disciolti in acqua generano soluzioni acide.

il degrado può avvenire anche in assenza di reazioni chimiche, ma per il solo assorbimento di acqua che porta all'espansione del materiale, per azioni di gelo e disgelo, oppure per cristallizzazione dei sali solubili, effetto della vaporizzazione dell'acqua.

Cemento

Il materiale è costituito da una miscela di silicati di calcio e alluminati di calcio, ottenuti dalla cottura ad alta temperatura di calcare e argilla, oppure marna. Il materiale ottenuto prende il nome di clinker di portland ed è la base per le tipologie di cemento, che si distinguono in base alle percentuali di questo e degli altri materiali che lo compongono, ad esempio loppa, pozzolana, silice, ceneri volatili o calcare.

Quando il cemento Portland viene miscelato con l'acqua, il prodotto si idrata e solidifica in poche ore, indurendosi progressivamente col passare dei giorni. La classe di resistenza viene individuata in base alla resistenza a compressione che il prodotto ottenuto ha il 28° giorno di maturazione.

Aggiungendo al cemento particolari materiali (calcare e calce) si ottiene il cemento plastico, caratterizzato da un tempo di presa molto più rapido e maggiore lavorabilità. E' il caso della miscela di cemento Portland e calce, nota come malta bastarda. Questo materiale è usato in particolare per rivestire le superfici esterne degli edifici (intonaco).

Le cause di degrado del cemento sono molteplici:

- cicli di gelo e disgelo che provocano tensioni all'interno del materiale e quindi possibili distacchi e fessurazioni;
- l'azione delle acque meteoriche provoca il dilavamento dei prodotti solubili in acqua;
- la reazione tra solfati e alluminati, provoca la formazione di ettringite che avviene con aumento di volume e provoca rigonfiamenti, delaminazione e disgregazione;
- attacco solfatico, molto pericoloso, che va ad influire nei confronti degli idrosilicati, da cui dipendono le caratteristiche meccaniche e di adesione delle paste cementizie, provoca lo spappolamento del materiale;
- reazione tra alcali-aggregati che provoca un rigonfiamento degli aggregati reattivi agli alcalini e quindi fessurazioni dalle quali fuoriesce un liquido biancastro e gelatinoso (silicato sodico).

I fenomeni fin ora descritti riguardano esclusivamente il calcestruzzo, quando sono presenti barre di acciaio annegate all'interno del composto si possono verificare forme di degrado dovute alla corrosione del metallo:

- la ruggine, prodotto della corrosione del ferro per effetto della carbonatazione (attacco della CO_2) o per attacco da parte dei cloruri, occupa un volume maggiore di quello del metallo non corrosivo, si generano quindi fenomeni espansivi che fessurano il calcestruzzo e favoriscono l'accesso di acqua e altri agenti aggressivi. A sua volta l'acciaio non protetto corrode con maggiore velocità.

Legno

Il legno è un materiale solido, naturale, organico e cellulare. È un composto di cellulosa, emicellulosa, lignina. È un materiale anisotropo, cioè le fibre hanno una direzione

preferenziale e quindi ha reazioni differenti a seconda della direzione delle sollecitazioni a cui è sottoposto.

Il legno è stato ed è molto utilizzato come materiale da costruzione, poiché oltre ad essere molto leggero ed avere ottime capacità meccaniche, è in grado di resistere molto a lungo se in ambienti ottimali e se adeguatamente protetto.

Le cause di degrado del legno possono essere di tipo fisico, oppure di tipo biologico, poiché il legno è un materiale vivo.

- i raggi ultravioletti provocano un processo chimico di alterazione del legno che portano all'alterazione cromatica;
- acqua piovana provoca rigonfiamenti e ritiri con conseguente possibilità di fessurazione e spaccatura
- alternanza sole e pioggia, con conseguente assorbimento e rilascio di umidità provoca la formazione di funghi, muffe ed un clima ideale per la proliferazione di insetti che possono a loro volta attaccare il legno e provocarne lo sbriciolamento.

Nell'edificio oggetto di studio il legno è utilizzato nella struttura della copertura, e come materiale di decoro e finitura.

Pietra

Le pietre utilizzate in edilizia si suddividono a secondo della lavorazione a cui possono essere sottoposti:

- pietra grezza: pezzi informi o sbazzati in modo grossolano, trovati sul posto o ottenuti da spaccatura di massi di origine morenica;
- pietra conca: pezzi di forma regolare ottenuti dalla lavorazione di pietra grezza;
- pietra da taglio: lavorata su tutte le facce;
- lastre: utilizzate per le coperture di parapetti, davanzali per finestre, gradini, pianerottoli, balconi, se squadrate ma non levigate, mantengono una maggiore resistenza meccanica;
- materiale da decorazione: rocce che possono essere levigate e scolpite, la finezza della lavorazione, il colore, la rarità e il costo le distinguono dalle precedenti.

I degni a cui è sottoposta la pietra sono:

- rottura dovuta traumi durante la lavorazione, ad uso errato della pietra o a sforzi eccessivi a cui è sottoposta;
- sgretolamento, scagliatura, esfoliazione, o rigonfiamenti per effetto del vento, degli sbalzi termici o causati dalla solubilizzazione dei materiali di cui è composta per la presenza di acqua;
- efflorescenza, subflorescenza, e alveolizzazione per infiltrazione di acqua dovuta alla porosità del materiale e successiva evaporazione;
- formazioni di patine, croste e macchie dovute alle azioni chimiche che si generano per effetto della presenza di agenti inquinanti nell'atmosfera;
- corrosione batterica per azione di microrganismi.

Nell'edificio in esame la pietra è utilizzata esclusivamente come materiale di finitura, come fascia basamentale, e sul tetto, scandole in pietra.



3.4 RILIEVO TECNOLOGICO

Quando si opera su un edificio esistente è fondamentale conoscere la base sulla quale si lavora. Per questo il rilievo delle tecnologie utilizzate per la costruzione dell'edificio sono informazioni basilari che andranno poi ad influenzare scelte progettuali e tecnologiche successive.

Non è sempre possibile vedere direttamente come è fatto un elemento tecnico, perché determinerebbe la necessità di demolire porzioni di edificio o di effettuare carotaggi, in tal caso si procede con l'analisi delle tipologie edilizie e delle tecniche costruttive relative al periodo e al luogo di costruzione dell'edificio, al fine di fare un'ipotesi che sia il più vicino possibile alla realtà.

Nel caso oggetto d'esame, è stata effettuata l'analisi visiva per quelle parti dove il degrado ha reso palese la tecnica costruttiva, dove non è stata possibile l'osservazione diretta ci si è basati sulla consultazione di manuali d'epoca, in particolare delle tavole tratte da *"La pratica del fabbricare"* di Carlo Formenti, 1893, associata alla interpretazione di alcune soluzioni tecniche.

Fondazioni

Le fondazioni dell'edificio sono ipotizzate costituite da travi in cemento appoggiate su un letto di ghiaia, data la costituzione sabbiosa e argillosa del terreno. Da questa base dell'ordine di 50 cm parte la struttura di elevazione in laterizio pieno, anch'essa interrata per altri 60-70 cm e circondata da materiale drenante, ad esempio ghiaia, per allontanare l'acqua dalla muratura.

Strutture verticali

Le strutture di elevazione sono costituite da mattoni in laterizio pieno di dimensioni regolari 5,5x12x25 cm, uniti tra loro da una malta.

Al piano terra lo spessore dei muri è di circa 54-55 cm e la disposizione è probabilmente quella a quattro teste, sia internamente che esternamente la muratura è intonacata.

Al piano superiore la muratura si fa più sottile, circa 43 cm, la disposizione dei mattoni è a tre teste, in questo caso la muratura è intonacata internamente, all'esterno è rivestita con un pannello di legno a sua volta intonacato. Questa scelta è dovuta alle decorazioni dell'edificio che ricordano le strutture a telaio, tipiche dell'architettura di origine nordica, e riproposto a sud dell'Europa in pieno eclettismo.

Al piano primo ci sono dei bow-window sorretti da travi in legno, qui la muratura ha spessore di 30 cm la disposizione dei mattoni è a due teste per alleggerire la struttura.

Solai

Il solaio contro-terra, appoggia direttamente su una base di cemento e sabbia stabilizzato, ed è costituito da un massetto in cemento, dello spessore di 15-20 cm, e dalla finitura superficiale.

Nella porzione di edificio utilizzato per l'immagazzinaggio del fieno per i cavalli, il solaio è appoggiato su muricci e tavelle in laterizio, per favorire la circolazione dell'aria.

I solai interpiano sono in putrelle e tavelloni. I tavelloni delle dimensioni 8x25x100 sono sorretti da putrelle in acciaio a doppia T tipo INP 140 di altezza 14 cm, tra un tavellone e l'altro ci sono delle barre in acciaio a T rovesciata che aiutano a sorreggere gli stessi. La restante parte della putrella è riempita con malta. La cappa di copertura in cemento è da 5 cm di spessore, in essa sono presenti gli impianti. La finitura superficiale dello spessore di circa 3 cm: in graniglia di marmo al piano primo, in piastrelle in ceramica al piano del sottotetto.

Coperture

All'interno dell'edificio vi sono due tipologie di struttura del tetto. Una parte è costituita da capriate con puntoni catena e monaco, prive di saetta, le quali portano la doppia orditura composta da colmo, terzere e travetti che sostengono listelli con funzione di supporto per il manto di copertura in scandole di pietra di colore grigio scuro, fissate con ganci di zinco. Un'altra porzione di tetto invece ha una struttura a falsi puntoni sorretti dal colmo poggiate a sua volta sulla muratura portante.

Un controsoffitto in cannucce è fissato con le centine ai travetti, posato seguendo la pendenza del tetto e in orizzontale, nella parte centrale sotto il colmo.

Il tetto non risulta isolato.

Scale

Le scale sono realizzate:

- in pietra con i gradini posti a sbalzo inseriti nella muratura portante;
- in legno con travi portanti inclinate a supporto dei gradini e delle balaustre lignee.

La catalogazione delle tecnologie costruttive della villa e delle scuderie è organizzata attraverso schede numerate progressivamente sulle quali sono riportate tutte le informazioni che riguardano la stratigrafia e la funzione dei singoli strati.

Elenco schede:

STC 01 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 01)

STC 02 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 02)

STC 03 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 03)

STC 04 – SOLAI A TERRA (rif. SOL 01)

STC 05 – SOLAI (rif. SOL 02)

STC 06 – SOLAI (rif. SOL 03)

STC 07 – SOLAI (rif. SOL 04)

STC 08 – CHIUSURA INCLINATA (rif. CI 01)

STC 09 – CHIUSURA INCLINATA (rif. CI 02)

STC 10 – INFISSI ESTERNI VERTICALI (rif. IEV 01)

STC 11 – SCALE INTERNE (rif. SI 01)

STC 12 – SCALE INTERNE (rif. SI 02)



Scheda tipo di rilievo tecnologico

SCHEDA DI RILIEVO DELLA TECNOLOGIA COSTRUTTIVA				STC --																								
2	Classe di unità tecnologica	--																										
3	Unità tecnologica	--																										
4	Classe di elemento tecnico	--	-----																									
6	Materiale	--																										
	Fotografia di riferimento	Stratigrafia	Scala 1:--																									
7																												
					Particolare costruttivo de "La pratica del fabbricare"																							
9																												
10	Descrizione	--																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rif</th> <th>Elemento costituente</th> <th>Materiale costituente</th> <th>Dimensioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Rif	Elemento costituente	Materiale costituente	Dimensioni	1	--	--	--	2				3						
Rif	Elemento costituente	Materiale costituente	Dimensioni																									
1	--	--	--																									
2																												
3																												
...																												
...																												
11																												
12	Note	--																										

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Classe di unità tecnologica – categoria metaprogettuale caratterizzata da un significativo e peculiare programma di funzioni
- 3 Unità tecnologica - unità che identifica un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni tecnologiche.
- 4 Classe di elemento tecnico - è un elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche
- 5 Codice della classe di elemento tecnico
- 6 Materiale – materiale di cui è costituito l'elemento tecnico
- 7 Fotografia di riferimento – immagine tratta dal rilievo in loco
- 8 Stratigrafia – la scala di rappresentazione è indicata sulla destra
- 9 Particolare costruttivo da manuale dell'epoca "La pratica del fabbricare"
- 10 Descrizione – breve descrizione dell'elemento tecnico, con eventuali digressioni sui materiali o sulle caratteristiche
- 11 In base al numero di riferimento sulla stratigrafia è indicata la funzione dello strato, il materiale e lo spessore
- 12 Note

3.5 RILIEVO DEL VERDE

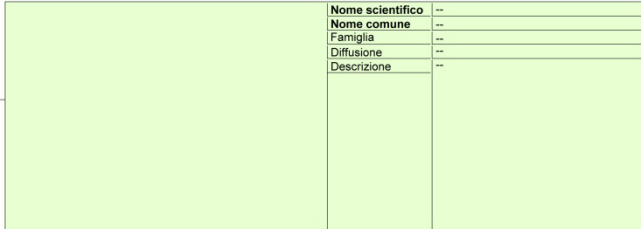
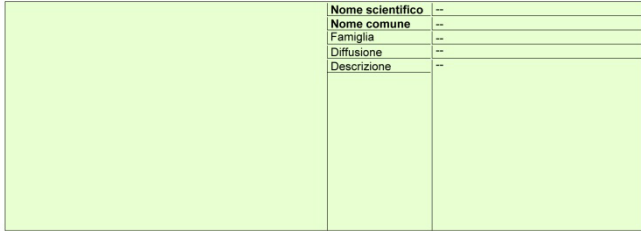
In casi come quello oggetto di studio, dove la componente ambientale non può prescindere dal progetto, anzi ne è il fattore principale, è importante valutare le tipologie di boschi presenti sull'area, nonché una catalogazione delle specie arboree.

Questo tipo di analisi è stato svolto tramite l'utilizzo degli strumenti offerti dal comune, PGT, che ha permesso di individuare delle macro-aree verdi, l'osservazione diretta delle specie arboree e il confronto con le letteratura competente in materia.

Il rilievo del verde è fondamentale per la fase composizione architettonica, perché avrà molta influenza su come e dove intervenire sul territorio, e per le eventuali fasi di rimboschimento.

La catalogazione delle specie arboree è organizzata tramite schede del verde.

Scheda tipo di rilievo delle specie arboree

TIPOLOGIE ARBOREE PRESENTI ALL'INTERNO DEL PARCO		SRV 04	1	
2		Nome scientifico	--	3
		Nome comune	--	4
		Famiglia	--	5
		Diffusione	--	6
		Descrizione	--	7
		Nome scientifico	--	
		Nome comune	--	
		Famiglia	--	
		Diffusione	--	
		Descrizione	--	

- 1 Numero progressivo di scheda
- 2 Immagine della pianta
- 3 Nome scientifico - è indicato il nome generalmente latino
- 4 Nome comune - nome italiano con il quale sono conosciute le piante
- 5 Famiglia - è indicato chi ha materialmente eseguito la ripresa fotografica
- 6 Diffusione - sono indicati il luogo di origine e di diffusione
- 7 Descrizione - breve descrizione degli aspetti caratteristici.



3.6 IL RILIEVO DEL DEGRADO

Il passare del tempo modifica l'architettura, ne trasforma l'aspetto, la funzione, il ruolo nel contesto e nel periodo storico.

L'analisi dei degradi ha la funzionalità di andare a determinare quali siano i fattori interni ed esterni che provocano l'invecchiamento accelerato degli elementi tecnici e dei materiali.

Questa operazione si suddivide in due fasi raccolte in differenti schede con proprio codice identificativo:

1. analisi visiva ed individuazione delle anomalie, SRA;
2. catalogazione e diagnosi, scelta di intervento, SPA.

Un'unica scheda le raccoglie entrambe, in modo da facilitarne la lettura.

Elenco schede:

SRP 01 (SRA 01 + SPA 01) – PATINA BIOLOGICA

*SRP 02 (SRA 02 + SPA 02) – ESFOLIAZIONE DELLA VERNICE E DISGREGAZIONE DEL
LEGNO*

SRP 03 (SRA 03 + SPA 03) – DISTACCO DELL'ELEMENTO

SRP 04 (SRA 04 + SPA 04) – DISTACCO INTONACO

SRP 05 (SRA 05 + SPA 05) – RUGGINE

SRP 06 (SRA 06 + SPA 06) – MANCANZA

SRP 07 (SRA 07 + SPA 07) – VEGETAZIONE INFESTANTE

SRP 08 (SRA 08 + SPA 08) – RISALITA CAPILLARE

SRP 09 (SRA 09 + SPA 09) – MANCANZA

SRP 10 (SRA 10 + SPA 10) – ESFOLIAZIONE INTONACO

SRP 11 (SRA 11 + SPA 11) – MACCHIA

Scheda tipo di rilevamento dell'anomalia visibile

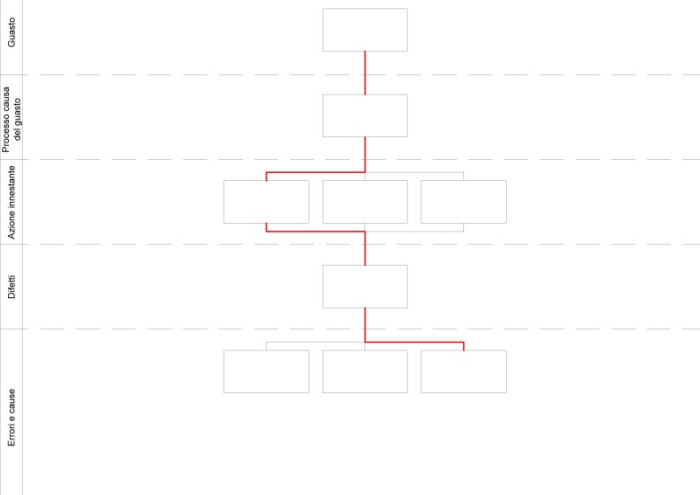
SCHEDA DI RILEVAMENTO DELL'ANOMALIA VISIBILE		SRA --
Rilievo fotografico		Localizzazione in prospetto
2		
5	Classe di unità tecnologica	--
6	Unità tecnologica	--
7	Classe di elemento tecnico	--
8	Materiale	--
9	Anomalia visibile	--
10	Stato di progressione	--
11	Descrizione del degrado	
	--	
12	Cause possibili del degrado	
	--	
13	Note	
	--	

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Immagine dell'anomalia visibile
- 3 Localizzazione in prospetto dell'anomalia
- 4 Localizzazione in pianta dell'anomalia
- 5 Classe di unità tecnologica – categoria metaprogettuale caratterizzata da un significativo e peculiare programma di funzioni
- 6 Unità tecnologica - unità che identifica un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni tecnologiche.
- 7 Classe di elemento tecnico - è un elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche
- 8 Materiale – materiale di cui è costituito l'elemento tecnico
- 9 Anomalia visibile - nome della patologia analizzata
- 10 Stato di progressione - ipotesi sullo stato di progressione
- 11 Descrizione del degrado - descrizione secondo Normal sintetiche
- 12 Cause possibili del degrado - analizza le possibili cause dirette che hanno provocato l'anomalia
- 13 Note



Scheda tipo di prediagnosi relativa all'anomalia

1

SCHEDA DI PREDIAGNOSI RELATIVA ALL'ANOMALIA		SPA --
2	Guasto fisico o prestazionale	--
3	Tipologia della causa	--
4	Causa primaria	--
5	Descrizione	--
6	Effetti	--
7	Indagini diagnostiche	--
8	Soluzioni possibili	--
9	Ramo dell'albero degli errori	
		

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Guasto fisico o prestazionale – Anomalia visibile o prestazionale
- 3 Tipologia della causa – tipologia di processo che ha portato all'anomalia
- 4 Causa primaria – causa che si trova all'origine del degrado individuata attraverso l'albero degli errori
- 5 Descrizione – rapporto di causa-effetto tra anomalia e origine della stessa
- 6 Effetti – processo che causa il guasto
- 7 Indagini diagnostiche – indagini che hanno portato alla identificazione del fenomeno
- 8 Soluzioni possibili – interventi che possono portare alla risoluzione del problema
- 9 Ramo dell'albero degli errori – albero degli errori relativo alla patologia analizzata, in rosso è evidenziata l'ipotesi diagnostica più probabile

3.7 RILIEVO DELLE PRESTAZIONI RESIDUE

La valutazione delle prestazioni residue serve ad individuare le migliori che sono da applicare alle tecnologie presenti nell'edificio.

In particolare viene studiata la dispersione di calore che attraversa le superfici. Tale flusso per unità di superficie è funzione del coefficiente di trasmittanza U specifico della singola superficie e dello spessore S della superficie stessa ed è espresso dalla seguente relazione:

$$Q = U S (T_i - T_e) \quad (W)$$

Il valore della trasmittanza tiene conto delle resistenze termiche interne offerte dalla parete per conduzione interna e all'adduzione del flusso termico sulle superfici interna ed esterna.

La resistenza termica globale è quindi data dalla sommatoria delle resistenze termiche liminari sulle due facce, interna $1/\alpha_i$ ed esterna $1/\alpha_e$, e del componente e dalla resistenza termica per conduzione:

i coefficienti liminari dipendono dalle caratteristiche di posizione della chiusura o partizione considerata, in particolare

Superfici	α_i	α_e
Verticali	8,1	23,2
Orizzontali con flusso ascendente	9,3	23,2
Orizzontali con flusso discendente	5,8	16,2

TABELLA 7 - COEFFICIENTI LIMINARI

$$RT = 1/\alpha_i + \sum R_{i,n} + 1/\alpha_e \quad (m^2K/W)$$

ed il coefficiente di trasmittanza è dato da:

$$U = 1 / (1/\alpha_i + \sum R_{i,n} + 1/\alpha_e) \quad (W/m^2K).$$

Le relazioni valgono per la determinazione dell'andamento delle temperature superficiali ed all'interno delle strutture al fine di verificare eventuali fenomeni di condensazione del vapore. L'andamento della temperatura all'interno degli strati si determina mediante la relazione:

$$T_n = T_{n-1} - Q \cdot R_{i,n} / S$$

T_{n-1} temperatura dello strato precedente più interno

Q flusso totale

$R_{i,n}$ resistenza termica del singolo strato

S spessore totale.

La valutazione dell'andamento delle pressioni di saturazione P_s viene fatto in maniera sperimentale attraverso l'utilizzo di formule empiriche funzioni esclusivamente della temperatura.

Le pressioni di vapore P_v sulle superfici interna ed esterna si calcolano rispettivamente come

$$P_{v,i} = P_{s,i} \times U.R._{i} \quad e \quad P_{v,e} = P_{s,e} \times U.R._{e}$$

Le pressioni di vapore P_v negli strati interno si calcolano come

$$P_{v,n} = P_{v,(n-1)} - g_v \times s'_i$$



Dove g_v è la portata di vapore costante entro tutto lo spessore della superficie considerata pari a

$$g_v = (P_{v,i} - P_{v,e})/S'$$

S' è lo spessore d'aria equivalente per la trasmissione di vapore dato dalla relazione

$$S' = \sum s'_i = \sum d_i \times \mu_i$$

Dove d_i è lo spessore del singolo strato e μ_i è il fattore di resistenza al passaggio di vapore caratteristico del materiale.

Se il valore della pressione di vapore è maggiore di quella di saturazione vi è formazione di condensa nello strato considerato.

Le valutazioni delle stratigrafie e delle relative condizioni igrotermiche sono riportate in schede che riportano i dati ottenuti dalle verifiche esplicitate.

Elenco schede:

SPR 01 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 01)

SPR 02 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 02)

SPR 03 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 03)

SPR 03 – CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA (rif. SOL 01)

Scheda tipo di valutazioni della prestazione residua

SCHEDA DI RILIEVO DELLA PRESTAZIONE RESIDUA		SPR --	
2	Elemento tecnico	--	
3	Zona climatica	Stratigrafia	Scala 1:10
	Casorate Sempione	Zona E	
	Gradi giorno	2938	
	Uo = Trasmittanza obiettivo	0,34 W/m²K	
	Coefficiente adduzione esterna α _e	8 W/m²K	
	Coefficiente adduzione interna α _i	23 W/m²K	
4	Condizioni climatiche estreme		
	Temperatura esterna	-5° C	
	Temperatura interna	20° C	
	Umidità relativa esterna	80 %	
	Umidità relativa interna	65 %	
	Pressione di saturazione esterna	393	
	Pressione di saturazione interna	2337	
	Pressione di vapore esterna	315	
	Pressione di vapore interna	1799	
6	Caratteristiche elemento tecnico		
	Spessore totale	--	Resistenza termica totale ΣRi
	Trasmittanza U=1/RG=1/(1/α _i +ΣRi+1/α _e)	--	> 0,34 W/m²K
7	Note	Esito verifica: --	
	--		
8	Condizioni climatiche mensili		

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Elemento tecnico – Tipologia di elemento tecnologico che assolve a una particolare funzione
- 3 Zona climatica – Zona climatica di appartenenza del comune
- 4 Condizioni climatiche estreme – Condizioni di massima criticità nelle quali può trovarsi l'elemento tecnologico
- 5 Stratigrafia – rappresentazione in scala dell'elemento tecnologico
- 6 Caratteristiche elemento tecnico –elenco degli strati funzionali e delle loro caratteristiche, valutazione della trasmittanza totale dell'elemento tecnologico
- 7 Note – valutazione di eventuali tecniche per migliorare le prestazioni dell'unità tecnologica
- 8 Condizioni climatiche mensili – elenco dei valori medi mensili delle temperature, dell'umidità e delle pressioni.



SCHEDA DI RILIEVO DELLA PRESTAZIONE RESIDUA		1
2	Verifica condensa interstiziale	SPR --
3	Andamento temperatura e pressioni in condizioni estreme	

- 1 *Codice e numero progressivo di scheda*
- 2 *Verifica condensa interstiziale – valori di pressione di saturazioni e di pressione di vapore negli strati mese per mese, verifica di formazione di condensa*
- 3 *Andamento temperature e pressioni in condizioni estreme – valori di temperatura, pressione di saturazione e pressione di vapore negli strati nelle condizioni estreme, visualizzazione grafica.*

3.8 FORZE DEBOLEZZE OPPORTUNITÀ MINACCE (FDM)

Il rilievo dello stato di fatto del sistema villa parco, ha permesso di creare un quadro più specifico delle FDM già introdotte dall'analisi territoriale.

Forze

L'edificio vanta ormai una tradizione equestre secolare e una fama affermata tra gli appassionati del mondo equestre.

La villa è inserita in un contesto ambientale di elevato pregio, con piante secolari.

L'area è circondata da una fitta rete di percorsi naturali, per passeggiate a cavallo, tramite i quali è possibile raggiungere la valle del Ticino.

Debolezze

Lo stato di abbandono nel quale si trova attualmente la villa può portare ad un progressivo aggravamento dello stato dei degradi già presenti, rischiando di comprometterla in maniera irreversibile e rendendo l'eventuale recupero sempre più oneroso e complicato col passare degli anni.

In alcune aree il verde è poco curato e le piante infestanti hanno avuto il sopravvento sulle specie autoctone.

Nell'area vi è la presenza di una linea elettrica aerea, della quale è previsto l'interramento.

Opportunità

Il recupero di villa Bocconi e Parco San Giorgio, ormai in stato di quasi totale abbandono, rientrerebbe negli obiettivi che il comune si è posto, come documentato dal Piano di Governo del Territorio. Il riuso e la valorizzazione di quest'area oltre a dare nuovo stimolo all'attività equestre, porterebbe alla rinascita di quest'edificio di elevato valore storico nonché emozionale per i casoratesi.

Minacce

L'interessamento a quest'area da parte di una società turistica internazionale, che ha già presentato un progetto (bocciato dall'attuale giunta ma stranamente approvato dall'ente Parco del Ticino) per l'edificazione di un edificio di sette piani destinato alla ricettività alberghiera, in contrasto con i caratteri del luogo che, se venisse approvato, provocherebbe uno scempio ambientale.

PARTE 2
PROGETTO



CAPITOLO 4
IL PROGETTO ARCHITETTONICO

4.1 IL MONDO DEL CAVALLO

Per comprendere cosa sia una scuderia, come debba essere organizzata, e procedere in una progettazione funzionale e logica, è importante immergersi nel mondo del cavallo, dei cavalieri, e dei semplici amatori, che pur non conoscendo la tecnica, riescono a stringere forti legami con l'animale.

4.1.1 IL BINOMIO UOMO-CAVALLO

Essere cavaliere non basta per avere un forte legame con il proprio cavallo, bisogna conquistare la sua fiducia e mostrargli riconoscenza, la sola tecnica non sempre consente di creare quel binomio tra uomo e cavallo.

Il cavallo che non si fida del proprio cavaliere è nevrotico e non ubbidisce, bisogna lavorare con estrema pazienza e rispettare la sua natura perché si fidi e per far crescere il rapporto reciproco.

Essere sensibile alla sua natura è essenziale, in quanto nel cavallo è sempre presente l'istinto che lo porta a difendersi dai predatori, bisogna tenere presente che le sue percezioni sono migliori delle nostre, ad esempio riguardo ai rumori.

È importante quindi che la fiducia si instauri già da quando si è a terra, se si vuole che ascolti quando si è in sella. Il buon cavaliere deve imparare a capire l'umore del proprio cavallo, sia per la sicurezza propria che per quella del cavallo.

È molto importante l'affettuosità, accarezzarlo e lasciare che annusi per farlo avvicinare piano piano, parlargli con tono tranquillo e rassicurante, accompagnarlo e rimanergli accanto durante le abituarie operazioni di pulizia o a brucare un po' d'erba, per rinforzare la sua fiducia.

Un cavallo amato e rassicurato, avrà piacere a lavorare con il suo cavaliere e la sicurezza sarà maggiore, evitando i rischi legati al suo nervosismo.

4.1.2 I SENSI DEL CAVALLO

Conoscere il mondo sensoriale del cavallo permette, oltre che di instaurare una relazione corretta, di arrivare ad una progettazione attenta e mirata al rispetto delle sue esigenze etologiche.

Tra i 5 sensi, quello che più ci ha interessati da vicino è la vista.

Gli occhi del cavallo, tra i più grandi nel mondo animale terrestre (5 per 6,5 cm), sono posti sui lati della testa e gli consentono una vista panoramica di circa 350°.

Solo anteriormente, per circa 70°, però, gode di una visione quasi perfetta. In questo arco la vista è definita binoculare e vengono percepiti i dettagli e la profondità. Lateralmente la sensazione visiva cambia radicalmente, la vista diventa monoculare, cioè interessa un solo occhio, che manda informazioni separate al cervello. Il mondo alla destra e alla sinistra dell'animale diventa sfocato e a due dimensioni. Tale visione piatta non fornisce profondità e non consente quindi la percezione precisa delle distanze, da questa sensazione scaturiscono le reazioni di fuga, innate per un animale "preda" come il cavallo.



FIGURA 10 - CONFRONTO CAMPO VISIVO CAVALLO-UOMO

Sebbene goda di un così ampio campo visivo, esistono aree cieche non visibili dai suoi occhi: una zona posteriore coperta dal corpo, ed una zona frontale dovuta al lungo naso che lo caratterizza, ma grazie alle vibrisse, peli tattili che si trovano sotto il mento, viene compensata la mancanza della vista con il senso del tatto nei momenti di alimentazione. Piccoli movimenti della testa garantiscono la visione anche in queste porzioni di spazio.

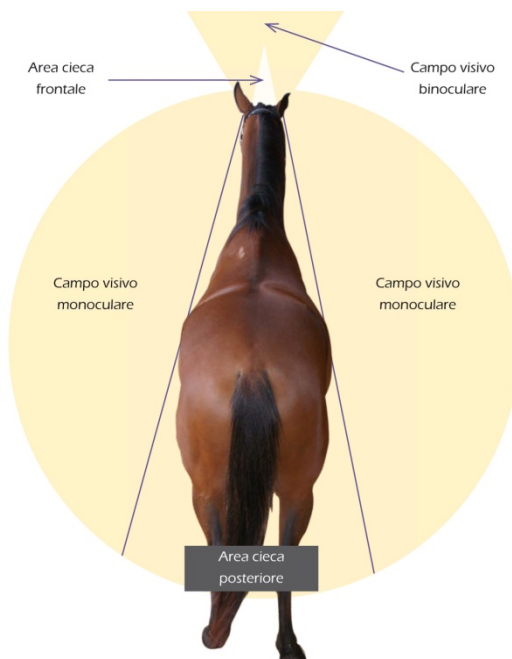


FIGURA 11 - ZONE VISIBILI E ZONA CIECHE

L'angolo morto ha una certa importanza, soprattutto durante la fase del salto, quando ci si avvicina ad un ostacolo il cavallo utilizza la sua visione binoculare per valutare esattamente la distanza. A circa 2 metri dall'ostacolo, l'angolo morto copre già una discreta porzione di esso e giunto all'ostacolo, il cavallo salta completamente alla cieca.

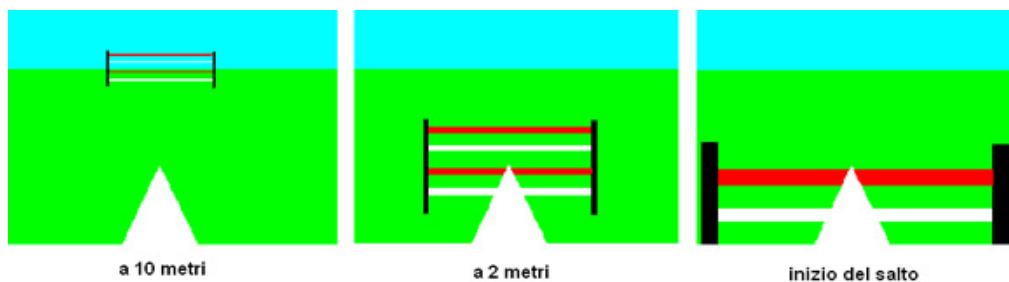


FIGURA 12 - VISIONE DEL CAVALLO IN FASE DI AVVICINAMENTO ALL'OSTACOLO

Una posizione che non permette al cavallo la conoscenza dell'ambiente circostante è la cosiddetta posizione incappucciata. Il mantenimento della posizione del collo iperflesso, avviene durante le prove di dressage.



FIGURA 13 - POSIZIONE INCAPPUCCIATA E POSIZIONE NORMALE

L'acutezza della vista, cioè la facoltà di vedere i minimi dettagli, dipende dalla grandezza dell'occhio e dai suoi recettori visivi. Questa varia da razza a razza, ma solitamente il cavallo raggiunge i 2/3 dell'acutezza dell'uomo, con una frequenza di immagini che varia dalle 20-25 al secondo contro le 15-18 umane.

Anche questa facoltà permette di difendersi dai predatori, che attirerebbero subito l'attenzione del cavallo al loro minimo movimento.

La percezione dei colori è meno sviluppata di quella umana. Sembra infatti che i cavalli reagiscano molto bene ai gialli e ai verdi, che con sfumature di grigio rendono percepibile il colore blu. Si pensa che la sensibilità a questi elementi cromatici sia dovuta all'adattamento all'ambiente naturale, dove queste gamme di colori sono preponderanti.



FIGURA 14 - CONFRONTO SPETTRO VISIVO CAVALLO-UOMO

la visione notturna del cavallo è molto accentuata. Questo lo si deve oltre che alla grandezza dell'occhio, anche alla presenza di una membrana che ricopre la retina definita *tapetum lucidum* che funziona con il principio dello specchio. La luce, anche se scarsissima, viene catturata dal *tapetum* e riflessa ovunque all'interno dell'occhio. Questa peculiarità ne ottimizza la vista in condizione di penombra, ma lo rende più facilmente accecato dalla luce intensa.



Il cavallo non riesce ad adattarsi velocemente ai cambiamenti di luce e quando vi è una transizione brusca da un luogo luminoso ad uno più buio, risulta cieco per un periodo rilevante. Persino l'ombra sull'erba di un albero in una giornata di sole può essere vista come un ostacolo dal cavallo.

In queste situazioni l'olfatto (annusando l'aria) e il tatto (raspando il terreno) acquistano un ruolo importante, perché hanno il potere di riferire al cavallo la presenza di qualche pericolo nel buio, oppure lo tranquillizzano non captando niente di particolare. È opportuno quindi diminuire il contrasto tra ambiente esterno ed ambiente interno.

4.1.2 I PROFESSIONISTI DELLA SCUDERIA

Attorno al mondo del cavallo ruotano molte figure oltre ai cavalieri e ai noti veterinari, ci sono alcuni professionisti che svolgono mestieri molto antichi ed altri che permettono, grazie alla loro formazione costante, la salvaguardia e il miglioramento delle razze equine.

Il proprietario

Stalloniere, proprietario di cavalli per la riproduzione oppure appassionato proprietario di scuderie per cavalli da competizione, è la figura che affianca alla passione disponibilità economica e capacità manageriali. Spesso il proprietario è anche allevatore.

L' allevatore

Conoscitore esperto dell'aspetto genetico riproduttivo, si adopera per l'incremento delle razze dei cavalli da competizione. I suoi compiti vanno dalla cura della fattrice durante la gestazione, alla nascita, alla crescita del puledro, fino alla preparazione per i campi gara.

L' addestratore

Attraverso l'ammansimento, l'addestratore si conquista la fiducia del cavallo per formarlo alla collaborazione con l'uomo. Con la doma il cavallo prende confidenza con il fantino, le bardature e la sella ed apprende i comandi vocali. A partire dai 18 mesi ha inizio l'addestramento vero e proprio che verrà poi diversificato in base alle attitudini del puledro e alla competizione scelta.

L' allenatore

Figura professionale qualificata e certificata, l'allenatore è il "preparatore atletico" del cavallo, considerato atleta.

Conosce tutti gli aspetti anatomici fondamentali dei cavalli e ne aumenta gradatamente le doti naturali attraverso il potenziamento di articolazioni e tendini ed in seguito si adopera per il potenziamento muscolare in base alla disciplina scelta per l'equino.

Del cavallo conosce gli stati psicofisici e studia allenamenti personalizzati.

Il cavaliere

Dopo il conseguimento del brevetto il cavaliere ha accesso a diverse discipline, diverse tra loro, ma che hanno alla base una forte passione e capacità che lega questa figura a livello emotivo e fisico con il cavallo.

Cavaliere deriva dal latino *caballarius* cioè *colui che si occupa dei cavalli*. Deve possedere destrezza, equilibrio e coordinazione.

L' artiere

L'artiere o groom (dall'inglese grooming, cioè colui che fa governo della mano) è la figura professionale che si prende cura quotidianamente del cavallo. Oltre all'igiene, si occupa del governo del cavallo due volte al giorno, la mattina e la sera. Veste il cavallo, somministra gli

alimenti, collabora con addestratore e cavaliere. Conosce i cavalli ed il loro stato psico-fisico e risulta essere "l'uomo" di riferimento per il cavallo.

Il maniscalco

Antica professione artigianale, che fino a qualche anno fa si prendeva cura del cavallo e del confezionamento dei ferri. Il maniscalco, con la sua conoscenza, è indispensabile per correggere difetti posturali dei cavalli, andature difettose e piedi malati.

Confeziona ferri su misura a seconda della competizione ed è sempre alla ricerca di tecniche naturali per la "ferratura" del cavallo.

Il veterinario

Figura professionale dotata di un'approfondita conoscenza scientifica. Si riconoscono veterinari podologi, ginecologi, dentisti, nutrizionisti.

Il cavallo nonostante la sua mole è un animale delicato e la cura medica è fondamentale per la sua salute e il benessere.

Il veterinario affianca l'allevatore e il proprietario nella scelta dei cavalli da comprare o da far razzare e nelle scelte igieniche e di comfort degli ambienti di soggiorno dei cavalli, ma soprattutto si occupa della diagnosi e della cura delle malattie.

L'istruttore

Figura professionale in continuo aggiornamento, che è dedita all'educazione e all'insegnamento dell'equitazione.

Deve aver praticato tre specialità dell'equitazione e aver partecipato alla formazione atletica del cavallo.

Il suo compito è di formare i due allievi, cavallo e cavaliere, alla completa collaborazione.

4.1.3 LA CURA DEL CAVALLO

La scuderia è il luogo di accudimento del cavallo, è il risultato di secoli di esperienza e da sola determina la qualità dell'impianto. Già nell'800 ne esistevano di perfette e difficilmente migliorabili, in cui il cavallo era l'ospite principale. Così deve essere ancora oggi senza inutili sovrastrutture.

La filosofia progettuale per ottenere una buona scuderia deve basarsi sulle necessità dell'animale, poche, ma fondamentali:

- deve avere a disposizione luce, aria e spazio, nella quantità necessaria per il suo benessere in un ambiente pulito e confortevole
- non soffre il freddo, ma teme pericolosamente aria umida e viziata
- essendo un animale curioso deve poter partecipare a ciò che accade intorno a lui
- deve avere la possibilità di pascolare e mangiare più volte al giorno,
- avendo zoccoli delicati, il pavimento del box deve essere facilmente pulibile anche più volte al giorno.

Le necessità dell'uomo all'interno della scuderia sono esclusivamente la praticità nella gestione e la funzionalità degli spazi.

Il ministero della salute detta una serie di regole per il corretto mantenimento dell'animale.

In particolare, per quanto riguarda la gestione, l'opuscolo del ministero afferma che:

- i cavalli devono essere gestiti da persone che possiedono le adeguate competenze;
- l'alimentazione deve essere adeguata è in quantità sufficienti a mantenere l'animale nelle condizioni ottimali;
- le attrezzature per la somministrazione degli alimenti devono essere progettate in modo tale da non rappresentare difficoltà gestionale o causa di lesione per gli animali;



- lo stato e il peso degli animali vanno monitorati per individuare tempestivamente cali ponderali che possono essere indicatori di patologie o malattie;
- i cavalli devono avere a disposizione un'elevata quantità di acqua fresca e pulita erogata tramite erogatori automatici in ogni box;
- deve essere garantito un riparo integro, pulito e proporzionato alle dimensioni dell'animale;
- deve essere data la possibilità ai cavalli di socializzare con i membri della loro stessa specie.

METODO PER VALUTARE LA CONDIZIONE CORPOREA DI UN CAVALLO (BODY CONDITION SCORE)

0. SOTTOPESO, CACHETTICO
1. MOLTO MAGRO
2. MAGRO
3. IN FORMA
4. GRASSO
5. OBESO

(BASATO SUL METODO CARROLL & HUNTINGTON) – COPYRIGHT NEWC APRILE 2003
 PER OTTENERE IL PUNTEGGIO, IN PRIMO LUOGO ASSEGNARE IL PUNTEGGIO ALLA ZONA PELVICA POI ARROTONDARE DI MEZZO PUNTO SE DIFFERISCE DI UN PUNTO O PIÙ RI- SPETTO A SCHIENA O COLLO.

	PELVI	SCHIENA E COSTOLE	COLLO
1. sottopeso, cachettico	Spigoloso, pelle tesa. Posteriore molto incavato. Profonda cavità sotto la coda.	Pelle tesa sulle costole. Linea dorsale acuta e molto prominente.	Collo da pecora pronunciato stretto e debole alla base.
2. molto magro	Pelvi e groppa prominenti. Posteriore incavato ma la pelle non è tesa. Profonda cavità sotto la coda.	Costole facilmente visibili. Linea dorsale prominente con pelle infossata su entrambi i lati.	Collo da pecora, base stretta e debole.
3. magro	Posteriore piatto su entrambi i lati della linea dorsale. Groppa ben definita, qualche carnosità. Piccola cavità sotto la coda.	Costole appena visibili. La linea dorsale è coperta ma le singole vertebre possono essere apprezzate.	Sottile ma solido.
4. in forma	Carnose e rotondeggianti. Non c'è formazione di pliche. Pelvi facilmente apprezzabili.	Costole appena ricoperte e facilmente apprezzabili. Non c'è formazione di pliche lungo la schiena. La linea dorsale è ben coperta ma le singole vertebre possono essere apprezzate.	Non c'è accumulo adiposo sotto la criniera (eccetto che per gli stalloni collo solido).
5. grasso	Pliche alla radice della coda. Pelvi coperte di grasso, occorre premere notevolmente per apprezzarle.	Costole ben ricoperte - occorre premere per apprezzarle.	Leggero accumulo adiposo sotto la criniera. Ampio e solido.
6. obeso	Marcata pliche alla base della coda. Pelle distesa. Pelvi coperte, non possono essere apprezzate.	Costole nascoste, non possono essere apprezzate. Marcata formazione di pliche lungo la schiena. Schiena ampia e piatta.	Marcato accumulo adiposo sotto la criniera molto ampio e solido. Plica di adipe.

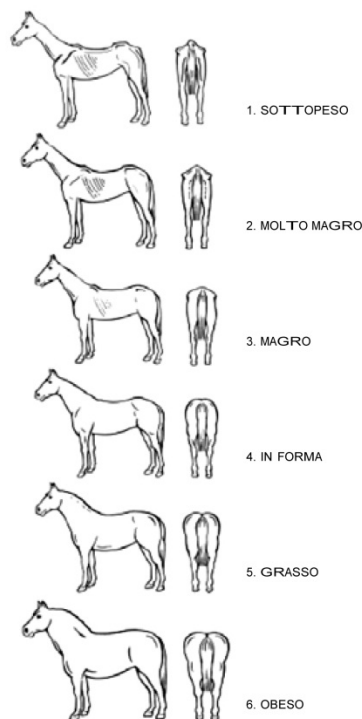


FIGURA 15 - TABELLA INDICATIVA PER LA VALUTAZIONE SULLO STATO DI NUTRIZIONE DEL CAVALLO

Riassumendo quanto dice l'opuscolo del ministero della salute per il cavallo per quanto riguarda gli impianti di detenzione:

- le strutture vanno realizzate in materiali idonei tali da resistere e proteggere gli animali dagli eventi atmosferici.
- le pareti devono avere caratteristiche di particolare resistenza agli urti e ai calci degli animali, soprattutto nella parte inferiore e comunque almeno fino ad un'altezza di mt. 1,20.
- nel caso in cui non sia prevista una parete piena al di sopra di mt 1,20, le eventuali pareti grigliate o con sbarre, devono essere concepite in modo tale da non consentire il passaggio dell'arto del cavallo.
- le pareti dovranno essere impermeabili, lisce e senza asperità, facilmente lavabili e disinfettabili;
- le pavimentazioni calpestabili destinate ai cavalli devono essere non sdruciolevoli, con una pendenza moderata e tale da consentire il drenaggio e una facile pulizia delle superfici.
- le porte di accesso dovrebbero essere di altezza non inferiore a mt 3, di dimensioni non inferiori a mt 1.20 di larghezza e provviste di una porta inferiore e di una porta superiore, con spigolo stondati;
- la porta inferiore dovrebbe avere un'altezza tale che il cavallo possa agevolmente guardare all'esterno;

- le porte devono aprirsi o scorrere all'esterno ed essere provviste di meccanismi per assicurare la chiusura ma tali da garantire un'apertura veloce in caso di evacuazione degli animali per emergenza;
- è consigliabile che ogni box garantisca l'affaccio verso l'esterno del cavallo con finestra dotata di sportello di chiusura;
- il tetto deve garantire un'adeguata protezione e coibentazione ed essere posto ad un'altezza tale da permettere adeguata ventilazione e comunque non inferiore a mt 3;
- le finestre devono garantire adeguata luminosità e circolazione di aria, si consiglia l'utilizzo di materiali infrangibili oppure la predisposizione di griglie poste a protezione.
- va prevista la ventilazione naturale o forzata nei locali di detenzione degli equidi tale da non creare correnti d'aria dirette sugli equidi;
- nelle aree di scuderizzazione dovrebbe essere garantita una temperatura compresa tra 0° e 35°c ed in situazioni meteorologiche particolari vanno assunte misure a tutela degli equidi anche attraverso una ventilazione forzata;
- gli equidi non vanno sottoposti a rumori eccessivi per un periodo prolungato;
- gli animali custoditi nei box e nelle scuderie non possono essere tenuti ne costantemente al buio né costantemente esposti ad illuminazione artificiale.

Il box costituisce l'appartamento del cavallo, uno spazio privato dove passa, purtroppo, la maggior parte della sua vita, è importante, quindi, che sia progettato in maniera razionale. Il dimensionamento minimo dei box deve essere tale da consentire all'equide di sdraiarsi, rialzarsi agevolmente e girarsi comodamente.

In particolare le dimensioni minime sono:

- cavalli 3.00m x 3.00m;
- pony 2,80m x 2,80m;
- per i box da parto e le fattrici con puledro andrebbero previsti spazi non inferiori a 3.00 m x 4.00 m.

I corridoi che conducono ai box dovrebbero essere sufficientemente ampi da consentire un accesso comodo e sicuro.

Oltre ai box, all'interno della scuderia, esistono altri locali ugualmente fondamentali:

- Selleria
- Mascalcia, infermeria e lavaggio
- Magazzino foraggi
- Letamaia
- Tondino e giostra
- Attrezzeria
- Club House
- Maneggio coperto

Di questi locali si tratterà con maggior ampiezza nei capitoli successivi.

Altrettanta attenzione deve essere posta alla progettazione delle aree di lavoro e di gara.

I fondi devono essere tali da assorbire le sollecitazioni indotte dal cavallo e possibili cadute del cavaliere, devono essere regolari e privi di asperità, avere un drenaggio efficace ed evitare il sollevamento di polveri eccessive.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei campi, delle piste e delle aree di gara si rimanda alla normativa tecnico sportiva della FISE (Federazione Italiana Sport Equestri) a cui si fa riferimento nel capitolo 9.



4.1.4 CONSIDERAZIONI

L'analisi svolta in questo sotto capitolo ci ha permesso di cogliere alcuni aspetti caratteristici dello straordinario mondo del cavallo, animale maestoso e mite, potente ed agile, che incarna una straordinaria sensazione di libertà.

I passi compiuti durante l'analisi sono stati fondamentali nelle successive fasi progettuali. Conoscere il rapporto tra l'uomo e il cavallo e di come ci si prende cura di lui è stato utile nello studio progettuale degli spazi per la stabulazione e per l'allenamento dell'animale dei quali si tratta rispettivamente ai capitoli 6 e 7.

Approfondire il mondo sensoriale del cavallo si è reso necessario per apportare soluzioni innovative riguardo a forme e dimensioni degli spazi adibiti allo svolgimento delle attività agonistiche , di cui al capitolo 9.

4.2 ANALISI DEGLI ESEMPI ESISTENTI MANEGGI PER COMPETIZIONI DI LIVELLO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE

4.2.1 CENTRI IPPICI PER GARE INTERNAZIONALI IN ITALIA

Nonostante una consolidata tradizione equestre in Italia non esistono molti esempi di centri ippici che soddisfano le esigenze per l'attività equestre a livello internazionale.

I maggiori centri della penisola accreditati dalla F.E.I. (Federazione Equestre Internazionale) per lo svolgimento di gare di livello internazionale sono il centro Pratoni del Vivaro (Roma), l'Arezzo Equestrian Centre e il Riviera Horses (Cattolica - RN) e il centro al.cle. (Manerbio - BS), dislocati tutti nella fascia centro-settentrionale della nazione.

PRATONI DEL VIVARO (ROMA)

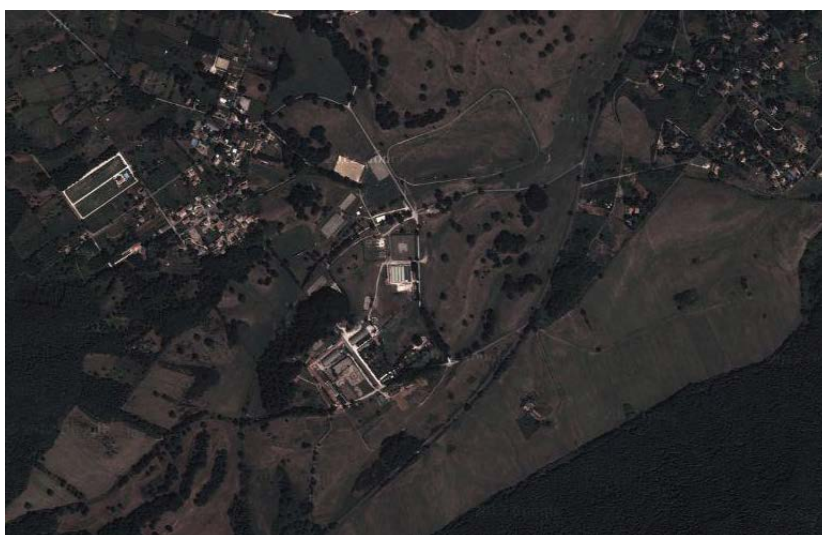


FIGURA 16 - IMMAGINE AEREA PRATONI DEL VIVARO, ROMA

Il Centro Equestre Federale Pratoni del Vivaro, situato a sud di Roma tra Rocca di Papa e Rocca Priora, ha una superficie di 145 ettari. Venne costruito nel 1960 in occasione delle Olimpiadi per il Concorso Completo. Gestito dalla F.I.S.E. sin dal 1961 ne diviene di proprietà solo nel 2006.



FIGURA 17 – CAMPI ALL'APERTO CENTRO EQUESTRE PRATONI DEL VIVARO

All'interno della struttura sono presenti un campo indoor 20x60 con tribuna al coperto, quattro campi gara per il salto ostacoli outdoor due in sabbia 90x80 e 40x75 due in erba



80x110 e 85x100 , due campi per il dressage 40x80, una pista di 1300 m piana ed una in salita di 1150 m e due zone per il cross country. I campi hanno i nomi delle città dove sono stati organizzati le precedenti olimpiadi. Il centro possiede 240 box per ospitare i cavalli durante le competizioni.

Nei mesi precedenti le olimpiadi di Pechino 2008 il centro ha ospitato le competizioni Europee in occasioni delle quali c'è stata la riconferma dei cavalieri già qualificati ed altre qualificazioni.

La struttura è adatta allo svolgimento di competizioni a livello mondiale, europeo e nazionale.

AREZZO EQUESTRIAN CENTRE (AREZZO)



FIGURA 18 - AREZZO EQUESTRIAN CENTRE, VEDUTE AEREE

L'Arezzo Equestrian Centre (AEC) nasce nel 1999 in Località San Zeno (Arezzo) ed è uno dei più accreditati Show Ground al mondo.

Dopo un periodo di osservazione delle varie realtà internazionali (Germania, Francia, Usa), il proprietario nonché appassionato del mondo equestre ed in particolare del Salto Ostacoli si rende conto della mancanza di impianti tecnicamente moderni ed inizia l'espansione di quello che fino ad allora era stato il Club Ippico Aretino (1 ettaro).

Su una superficie di 32 ettari sono presenti tre campi gara di cui uno in erba da 1,8 ettari tra i migliori al mondo, quattro campi da lavoro di cui uno coperto 70x30 e 400 box per ospiti.

L' AEC è sede di eventi Top Sport come: Toscana Tour, Global Champions Tour, Rider Tour, Equestrian Style, Pony Mania, CSIO Junior e Young Riders, CSIO Pony, Campionati Italiani Assoluti, Finale Circuito FISE-UNIRE cavalli giovani ed altre manifestazioni come il Campionato Italiano Quarter Horse ed il Campionato Italiano Attacchi.

RIVIERA HORSES (CATTOLICA - RN)

Inaugurato nel 2008 a San Giovanni a Marignano vicino Cattolica (RN) di concezione moderna ospita concorsi nazionali ed internazionali di salto ostacoli. Si estende su una superficie di 120000 mq.



FIGURA 19 - CENTRO EQUESTRE RIVIERA HORSES, VEDUTA AEREA

Il complesso comprende un campo gara indoor 40x70 in sabbia con tribuna coperta riscaldata da 416 posti, galleria con tavoli a bordo campo, area riservata e postazione giuria.



FIGURA 20 - CAMPO COPERTO CENTRO EQUESTRE RIVIERA HORSES

Un campo gara outdoor 40x75 in sabbia con 487 postazioni al coperto, illuminazione notturna, postazioni giuria e riprese video, un campo gara outdoor in sabbia 60x90, circondato da colline in erba e anfiteatro di 115 mq, un campo gara outdoor 30x60 in sabbia coperto con tensostruttura, un campo gara 72x50 in sabbia, un campo gara di forma irregolare 11500 mq circondato da colline in erba per il pubblico e tribuna coperta da 948 posti a sedere, il "galoppatoio", un percorso sabbioso per passeggiate a cavallo di 1400 m, di cui 450 metri in trincea.

Il centro mette a disposizione dei cavalieri spogliatoi dotati di servizi, due scuderie da 22 e 72 box, due tondini coperti, lavaggi coperti e scoperti, lampade infrarossi per l'asciugatura del cavallo,

Nel centro sono dislocati 446 box per gli utenti esterni che partecipano alle competizioni, 120 posti van e 30 per camper dotati di colonnine per erogazione di energia e acqua, 300 posti auto, spazi espositivi per il settore ippico e non, atterraggio per elicotteri, un bar paninoteca e un ristorante in grado di offrire 400 pasti.



ALL.O.R.O. - AL.CLE (MANERBIO - BS)



FIGURA 21 - CENTRO DI EQUITAZIONE AL.CLE MANERBIO

Il centro di equitazione al.cle. a Manerbio in località Campostrini, è il maggiore centro in Lombardia.

Il centro è il risultato del recupero di una classica cascina lombarda del 1600 alla quale è stata costruita accanto la nuova struttura "PALASTURLA" (la più grande struttura privata in Europa per manifestazioni equestri) con campo gara in sabbia da 40x80 ed annesso un campo prova in sabbia 30x60, 3000 posti a sedere, 5.000 mq di zona espositiva con riscaldamento a pavimento.

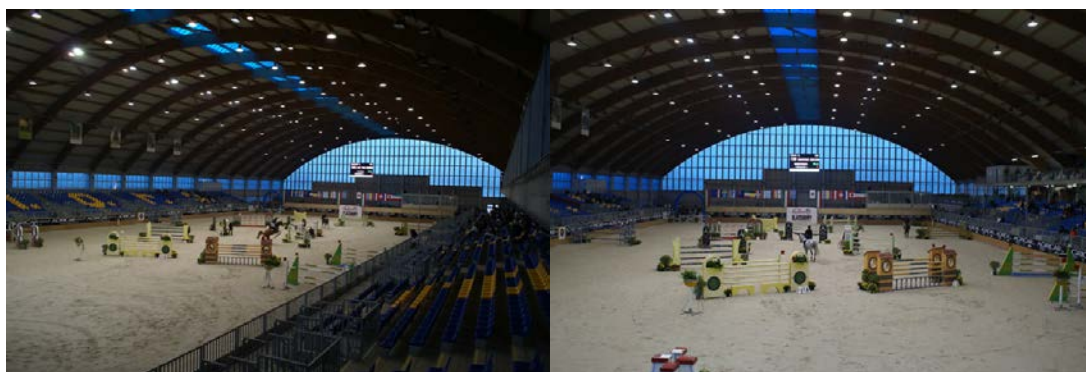


FIGURA 22 - CAMPO COPERTO CENTRO DI EQUITAZIONE AL.CLE MANERBIO

Oltre al due campi outdoor in sabbia 100x76 e 100x55, un campo prova in microsabbia 42x62, un maneggio coperto da 54x35 metri con tribune da 400 posti, che permette lo sport anche in periodi climatici altrimenti proibitivi, un campo prova indoor da 48x24 metri, un campo outdoor in erba da 80x110 metri, due campi outdoor in sabbia, uno da 60x60 metri ed uno da 70x35 metri, una giostra coperta.

La struttura possiede 465 boxes con copertura coibentata e beverini per gli utenti esterni che partecipano alle competizioni.

ESEMPIO ESTERO

LOS ANGELES EQUESTRIAN CENTER



FIGURA 23 – LOS ANGELES EQUESTRIAN CENTER

Il centro equestre internazionale di Los Angeles, è tra i più importanti luoghi per l'equitazione degli Stati Uniti, anche sede di importanti set cinematografici dati i vasti spazi a disposizione. Il complesso si articola in due zone, una verde a parco, nella quale si trova un hotel con sale conferenze ed una sportiva con un'arena coperta con una capienza di 3500 posti a sedere e due arene per gli spettacoli all'aperto, che hanno forma ovale.

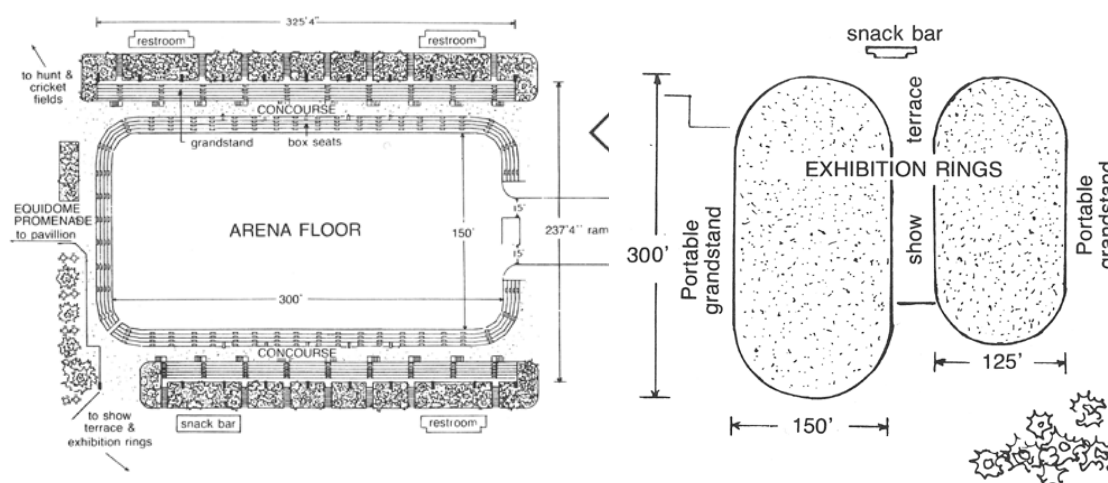


FIGURA 24 - PIANTA ARENA COPERTA ED IMPIANTI SCOPERTI

Nel complesso sono presenti anche 460 box per cavalli per le manifestazioni, un'area sterrata per i parcheggi dei van e una fattoria permanente. Il centro dispone di un numero elevato di campi in sabbia per l'allenamento e per lo svolgimento di gare di non alto livello e dove vengono disputati i rodei.



È presente all'interno anche un edificio con sale ristorante, bar e locali commerciali. La particolarità del centro è quella di essere immerso tra il tessuto urbano della città di Los Angeles, nella zona degli Studios, a ridosso delle riserve naturali delle colline di Hollywood, Griffith Park e Bronson Canyon Park.

4.2.2 SCUDERIE PRESENTI SUL TERRITORIO PROVINCIALE

E' molto forte e consolidata la presenza delle scuderie sul territorio provinciale, infatti la cultura equestre, in provincia di Varese, è un'importante risorsa che ha radici profonde e conta più di 40 realtà dinamiche e diffuse su tutto il territorio.

Alcune delle scuderie in elenco sono affiliate C.O.N.I. e F.I.S.E. e al loro interno vengono promosse attività di formazione attraverso scuole di equitazione e attività di ippoterapia; altre sono, inoltre, centri di allevamento e di allenamento per gare internazionali, con dotazioni e standard qualitativi di alto livello.

Alcuni centri promuovono il turismo sostenibile e offrono passeggiate e trekking a cavallo con possibilità di soggiorno nella struttura.

Elenco delle scuderie presenti in provincia suddivise per paese:

- Arcisate: Centro Ippico De La Monda, Rocchi.
- Arsago Seprio: Scuderia Ronco di Diana.
- Bisuschio: Ass. Centro Ippico Cicogna
- Bodio Lomnago: Club del Gallione.
- Busto Arsizio: Allevamento Cascina Speranza, Allevamento dell'Aspesi, Allevamento Villa Rosa, Bustese Circolo Ippico, Etea.
- Cairate: La Furiosa.
- Cantello: Allevamento Acero.
- Caravate: Club ippico Castelveverde, Scuderia Antares.
- Cardano al Campo: Pentagon Riding Club Puricelli Emilio, La Brughiera Centro Ippico, Scuderia Jack.
- Castelveccana: Lago Azzurro Scuderia, Scuderia del Diamante.
- Castiglione Olona: Allevamento Razza Ticino.
- Cislago: Equiria Associazione Equestre, Garden Sporting Club.
- Fagnano Olona: LE.MA, Circolo Ippico il Tiglio.
- Gallarate: Pony Club Fiorello Italia.
- Galliate Lombardo: Albosta Azienda Agricola.
- Ghirla: Il Frassino.
- Gorla Minore: La Pamina Centro di Equitazione, Scuderia Deserto.
- Gornate Olona: Centro Ippico Seprio.
- Ispra: La Betulla Centro Ippico.
- Lonate Ceppino: A.S. Equestre la Meridiana Performance Horse.
- Lonate Pozzolo: Horse Point.
- Luvinate: Agriturismo Zancan Gianni Luigi.
- Mornago: Razza del Sole.
- Mustonate: Mustonate Equestrian Center.
- Olgiate Olona: Azienda Agricola Semprini Davide.
- Samarate: Agricola Tangit.
- Saronno: La Francesina.
- Sangiano: Ai Platani.
- Somma Lombardo: Scuderia il Pratone, Club Ippico il Vigano.
- Sumirago: Badi Farm.
- Ternate: Centro Ippico i Cavalieri del Lago.
- Tradate: Associazione Scuderia San Giorgio.
- Travedona Monate: Centro Ippico la Motta.
- Uboldo: Allevamento Blondy.
- Valganna: A.S. Il Frassino.
- Varese: C.A.M.M.A., Centro Ippico la Valletta, Pony Club le Bettole, Scuderia Cavallotti, Scuderia MCM, Società di Allenamento Galoppo.
- Vedano Olona: Caravati Paolo.
- Vergiate: Centro Ippico Fiordaliso, Garzonera, Scuderia la Passera, La Torretta Centro Ippico.
- Viggìù: Allevamento il Roncolino.



Nonostante l'elevata concentrazione di presenze sul territorio mancano le opportunità e soprattutto i fondi per ampliare e far crescere questi centri. Nonostante gli standard medio-alti dei centri ippici, nessuno di questi possiede i requisiti per lo svolgimento di competizioni di primo livello.

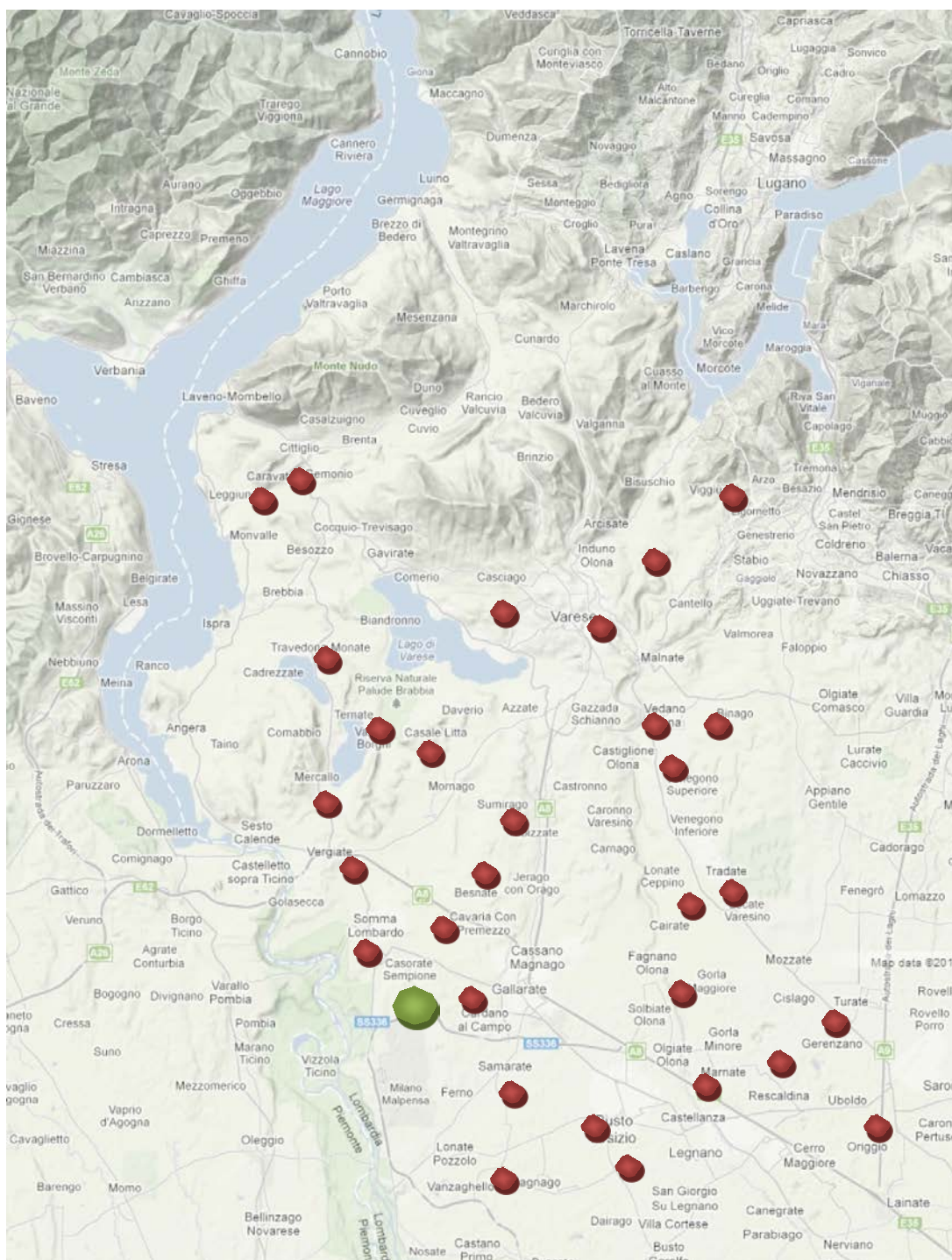


FIGURA 25 - INDIVIDUAZIONE DEI MAGGIORI CENTRI EQUESTRI IN PROVINCIA DI VARESE

Mustonate equestrian center

Il Mustonate Equestrian Center è un esempio rappresentativo sul territorio provinciale, si inserisce all'interno del Borgo di Mustonate, un borgo rurale interamente recuperato nel 2002 e trasformato in un resort sostenibile.

L'impianto sportivo nasce nel 2008 come centro di allenamento equestre multidisciplinare e dispone di 124 box, tondino e giostra, campo coperto, campi esterni in erba ed in sabbia e pista di 1200 metri. All'interno del centro vengono inoltre allevati purosangue inglesi.

Il centro è un polo di notevole attrazione sul territorio soprattutto per il turismo di appassionati dell'attività equestre americani e russi.



FIGURA 26 - MUSTONATE EQUESTRIAN CENTR, CAMPI DI ALLENAMENTO



FIGURA 27 - MUSTONATE EQUESTRIAN CENTRE, SCUDERIE



4.2.3 IPPOTERAPIA

Da una rapida osservazione delle attività che si svolgono all'interno dei centri di equitazione, si è immediatamente evidenziata l'ippoterapia.

Questa attività, che si sta ampliando negli ultimi anni per i notevoli riscontri in ambito medico, la si trova sempre più spesso legata alla presenza di maneggi e scuderie.

L'ippoterapia, o equitazione a scopo terapeutico, ha origini antichissime. Il cavallo per le sue doti di sensibilità, di adattamento e di intelligenza, è ritenuto una straordinaria medicina.

Già nel 3000 a.C. gli Ittiti consigliavano l'uso generale della disciplina equestre in pedagogia. Nell'opera di Ippocrate di Coo (458-370 a.C.), erano consigliate lunghe cavalcate per combattere ansia e insonnia. Successivamente, tra il 140 e il 40 a.C. Ascepiade di Prusia scriveva "Il moto a cavallo" per l'epilessia e la paralisi, le scienze arabe descrivevano i benefici legati all'attività equestre.

Molto dopo Giorgio E. Stahl (1660-1734), medico personale di Maria Teresa d'Austria affermava che le fibre muscolari divenivano meno eccitabili praticando questo sport.

In Italia nel 1759 Giuseppe Benvenuti dava una prima documentazione scientifica sull'argomento: "Riflessioni sopra gli effetti del moto a cavallo".

J.C. Tissot (1782) ha trattato esaurientemente gli effetti diversi delle varie andature a cavallo, fra le quali quella del passo, ritenuta la più efficace dal punto di vista terapeutico.

In Francia la rieducazione equestre nacque nel 1965 come descritto da De Lubersac e Lallery nell'introduzione al loro manuale intitolato "Rieducazione attraverso l'equitazione" (1973).

In Italia la Terapia con il Mezzo del Cavallo (TMC) viene introdotta nel 1975 dalla dottoressa belga Danièle Nicolas Citterio (specialista in Medicina riabilitativa e Psicologia) che nel 1977 fonda l'Associazione Nazionale di Rieducazione Equestre (A.N.I.R.E.).

Ad oggi il disegno di legge n°58 del 2008 che vuole conferire alla terapia per mezzo del cavallo (TMC) il giusto riconoscimento di prestazione terapeutica riabilitativa distinguendola dalla semplice attività ludico-ricreativa non è ancora diventato legge.

LA TERAPIA

L'interazione uomo-cavallo agisce a livello neuro-motorio e neuro-psicologico, è un metodo globale che sollecita la partecipazione di tutto l'organismo e permette di superare danni sensoriali, cognitivi e comportamentali. L'ippoterapia è indicata per il trattamento di numerose patologie: dalle paralisi cerebrali infantili alla distrofia muscolare; dai disturbi del comportamento, alla schizofrenia, dalla sindrome di Down, all'autismo; ma anche per il trattamento di disabilità acquisite come conseguenza di traumi correlati ad incidenti stradali ed infortuni sul lavoro

Esistono tre fasi e metodologie d'intervento nella riabilitazione equestre:

1. Ippoterapia propriamente detta:

costituisce l'approccio iniziale al cavallo e al suo ambiente, si svolge quindi prima a terra e successivamente sull'animale accompagnato da un istruttore. E' riservata dunque a disabili incapaci di mantenere la posizione in sella e di condurre il cavallo in modo autonomo.

2. Rieducazione equestre:

vede il cavaliere impegnato nella conduzione attiva del cavallo, sotto il controllo del terapista, e mira a raggiungere quegli obiettivi tecnico-riabilitativi specifici secondo il programma terapeutico prestabilito per quel paziente.

3. Equitazione sportiva per disabili:

rappresenta il raggiungimento di una notevole autonomia del soggetto, con possibilità di svolgere normale attività di scuderia e di equitazione, a volte agonistica.

CENTRI ACCREDITATI A.N.I.R.E. ALLA PRATICA DELLA RIABILITAZIONE PER MEZZO DEL CAVALLO

I centri A.N.I.R.E. diffusi sul territorio nazionale sono molti in quanto la pratica di questo tipo di attività ha riscosso molto successo grazie ai riscontri positivi che si ottengono sui pazienti in terapia. Abbiamo limitato l'analisi dei centri A.N.I.R.E. esclusivamente a quelli presenti sul territorio lombardo, sia affiliati operativi che quelli accreditati anche per lo svolgimento di tirocini.

PROVINCIA	Città/Paese	Nome dell'associazione	Attività
BS	Bagnolo Mella	Ass Umanitaria Bagnolese "Giovani Sempre"	Area educ. ludico-sportiva
BS	Brescia	FOBAP	Area educ. ludico-sportiva
BS	Brescia	Futura Bassa Bresciana	Area educ. ludico-sportiva
BS	Capriano del Colle	Le Volpi	Area educ. ludico-sportiva
BS	Lonato del Garda	Angeli	Area educ. ludico-sportiva
BS	Verolanuova	Liocorno	Area educ. ludico-sportiva
CO	Canzo	Un Amico Cavallo	Area educ. ludico-sportiva
CO	Erba	AERE	Area educ. ludico-sportiva
CR	Cremona	Futura	Area educ. ludico-sportiva
CR	Camisano	Un Angelo a Cavallo	Area educ. ludico-sportiva
CR	Crema	Emanuela Setti Carraro Dalla Chiesa	Area educ. ludico-sportiva
CR	Pianengo	Manenti	Area educ. ludico-sportiva
LC	Barzago	Pegaso Brianza	Area educ. ludico-sportiva
MI	Arcore	Koiné	Area educ. ludico-sportiva
MI	Casarile	La Colombera	Area educ. ludico-sportiva
MI	Cislago	AGRES	Area educ. ludico-sportiva
MI	Milano	Fondazione Don C Gnocchi	Area educ. ludico-sportiva
MI	Milano	Lo Scigno Magico	Area educ. ludico-sportiva
MI	Milano	Il Fontanile	Area educ. ludico-sportiva
MI	Monza	CER Monza	Area educ. ludico-sportiva
MI	Monza	Un Cuore a Cavallo	Area educ. ludico-sportiva
MI	Usmate Velate	Pié's Horses Competition Team	Area educ. ludico-sportiva
PV	Pavia	Un Cavallo per Amico	Area educ. ludico-sportiva
VA	Veduggio	L'Arca del Seprio	Area educ. ludico-sportiva

TABELLA 8 - CENTRI IPPOTERAPICI ASSOCIATI ANIRE IN LOMBARDIA



Gli spazi utilizzati per la TMC sono quelli del maneggio tradizionale ma particolare attenzione va posta all'assenza di barriere architettoniche, in tutti i luoghi dove hanno accesso i ragazzi e dove si svolgono le attività, deve esserci uno spazio dedicato alle attività a terra separato da quello dove si monta a cavallo e la presenza di almeno un bagno per disabili. In alcuni casi la terapia diventa lavoro, il disabile viene impiegato in attività di accudimento dei cavalli. La responsabilità e la gratitudine del cavallo sono utili ad accrescere l'autostima, la consapevolezza di se e delle proprie capacità.

PROVINCIA	CENTRI AFFILIATI A.N.I.R.E.	POPOLAZIONE Ab.
BERGAMO	0	1104139
BRESCIA	6	1262869
COMO	2	595317
CREMONA	4	363554
LECCO	1	340000
LODI	0	227655
MANTOVA	0	415442
MILANO	9	3178491
MONZA E BRIANZA	0	854081
PAVIA	1	548307
SONDRIO	0	183158
VARESE	1	884109
TOTALE	24	9957122

TABELLA 9 - CENTRI IPPOTERAPICI PER POPOLAZIONE IN LOMBARDIA

In Lombardia è presente in media un centro A.N.I.R.E. ogni 414880 abitanti ma ci sono intere province dove non sono presenti. Nella provincia di Varese esiste un solo centro certificato che pratica l'attività riabilitativa per mezzo del cavallo, ben al di sotto della media regionale, nonostante una forte e consolidata tradizione equestre.

4.2.4 CONSIDERAZIONI

L'analisi di queste ed altre strutture esistenti ha permesso di conoscere quali siano i requisiti delle strutture per lo svolgimento delle diverse attività equestri.

I centri per l'equitazione sono, per la maggior parte posizionati in luoghi periferici, per questo utilizzati e vissuti esclusivamente dai diretti interessati, ma solitamente facilmente raggiungibili.

Come osservato i centri di maggior rilievo hanno solitamente una sezione fissa di scuderie, dove alloggiano i cavalli in modo permanente, ed una sezione temporanea, con la possibilità di aumentare il numero di cavalli da ospitare tramite il posizionamento anche fino a 450 box temporanei prefabbricati durante le competizioni.

Agli ospiti delle competizioni è offerta la possibilità di parcheggio per i van, ma le aree predisposte sono spesso senza servizi minimi e non ombreggiate e quindi non consentono, se non in condizioni di disagio, il pernottamento in loco.

Un buon centro equestre offre la possibilità di soggiornare in strutture ricettive dotate anche di spazi per le conferenze.

Tutti i centri analizzati possiedono un campo al coperto in modo tale da consentire lo svolgimento delle competizioni anche in condizioni climatiche ostili. Queste strutture hanno una buona ventilazione e buona illuminazione naturale, sono per la maggior parte a pianta rettangolare con copertura a due falde. Unica eccezione tra quelli analizzati è il centro Al.Cle di Manerbio che è costituito da una struttura rettangolare ad archi che si sviluppano per il lato minore. Caratteristica comune è l'elevato impatto paesistico dovuto soprattutto alle dimensioni.

Per quanto riguarda i campi per le competizioni sono solitamente di forma rettangolare, anche se lo spazio effettivamente utilizzato nelle attività non comprende gli angoli dello stesso, come si nota dalla disposizione degli ostacoli sul campo e dalle tracce lasciate dai cavalli.



4.3 OBIETTIVI E STRATEGIE

L'obiettivo principale del progetto è quello di dare un nuovo impulso all'attività equestre a Casorate Sempione, tradizione consolidata e forte eredità del passato, ma che ha subito, di recente, un forte stallo.

Negli ultimi anni, sebbene siano state organizzate competizioni anche a carattere internazionale, nulla o poco si è fatto per il rinnovamento delle scuderie e la creazione di nuovi spazi in grado di ospitare manifestazioni di maggior pregio.

Lo spunto è proprio questo: far crescere l'attività equestre, inserendo nuove funzioni che gravitino attorno al mondo del cavallo e dei cavalieri, rendere il paese una cittadella dell'equitazione, sotto tutti gli aspetti, dare spazio ad architetture che possano garantire standard internazionali per manifestazioni equestri ma che al contempo possano offrire un ampio ventaglio di eventi durante tutto l'arco dell'anno.

Per rendere possibile questo rinnovamento è necessario, e d'obbligo, iniziare con la riqualificazione e il riuso della scuderia San Giorgio, che pur avendo valore storico ed artistico, versa in cattive condizioni. Ormai in uno stato di semiabbandono, viene solo parzialmente utilizzata come ricovero per cavalli.

La scelta delle funzioni da insediare nel progetto è stata conseguente alla volontà di crescita. Gli obiettivi determinanti alla redazione del progetto sono stati cinque:

- rifunionalizzazione della villa e delle scuderie con conseguente rivitalizzazione delle attività ad esse connesse;
- crescita professionale, quindi portare all'interno del paese una scuola per corsi specifici riguardanti le attività e le maestranze che svolgono la loro professione all'interno della scuderia;
- crescita umana, socio-terapeutica, e quindi l'introduzione di attività legate alla TMC, terapia per mezzo del cavallo;
- crescita sportiva, con l'introduzione di corsi per le diverse età e categorie, che hanno come obiettivo la formazione di una squadra che raggiunga importanti traguardi a alti livelli agonistici, questo traguardo è più facilmente raggiungibile se vi sono le strutture adatte per ospitare gare importanti che possano portare nome e fama al centro ippico;
- utilizzazione dell'area 365 giorni l'anno.

Ogni obiettivo è raggiungibile con l'inserimento di specifiche attività

Un altro importante aspetto di cui si è tenuto conto è quello economico, infatti la gestione di uno spazio di questo genere è molto dispendiosa, si è scelto, allora, di inserire attività che potessero portare degli indotti al sistema Villa-Parco.

Ragionando sulle presenze forti del territorio, in particolare l'aeroporto di Malpensa e il Parco del Ticino, abbiamo ritenuto opportuno creare all'interno del parco un'attività ricettiva che potesse essere utilizzato oltre che dagli fruitori della scuderia, come appoggio per gli utenti dell'aeroporto e come base di partenza per i numerosi turisti della valle del Ticino, essendo questa zona servita, come già precedentemente analizzato, da percorsi ciclopedonali e ippovie interni al Parco del Ticino.

Gli spazi esterni, ed in particolare la zona riservata ai box temporanei, sono creati in maniera da permettere l'allestimento di fiere, il campo coperto è lo spazio ideale oltre che per le competizioni equestri anche per manifestazioni e concerti.

Di seguito nella tavola 23 lo schema che ha portato dall'individuazione degli obiettivi alla determinazione di quali funzioni inserire nel progetto.

Riassumendo, questa operazione vuole riconsegnare la scuderia e gli spazi ad essa connessi alla fruizione da parte degli appassionati del cavallo, e dare a Casorate un'importante area verde.

Le linee guida che portano al raggiungimento degli obiettivi sono:

- creare spazi che diano nuova vitalità all'attività equestre e che rendano il centro fruibile da diverse utenze durante tutto l'arco dell'anno;
- creare spazi che possano ospitare nuove manifestazioni, nuove gare e che permettano di gestire una notevole quantità di cavalli e persone;
- inserire funzioni che siano attrattive non solo per l'equitazione di livello provinciale, ma anche di scala nazionale ed internazionale;
- fare in modo che sia un centro di equitazione importante non solo per la quantità di utilizzi possibili, ma anche per la qualità e il rispetto dell'ambiente nel quale sono inseriti, e per questo seguire nella progettazione i principi di sostenibilità ambientale;
- mettere in comunicazione e dare coesione al sistema di scuderie presenti sul territorio casoratese dando al sistema stesso un nucleo di riferimento.

4.3.1 SCHEMA FUNZIONALE

L'analisi degli obiettivi e delle attività che si vogliono insediare all'interno del nuovo centro hanno portato alla definizione delle destinazioni d'uso degli spazi. Nello schema seguente sono messe in evidenza le relazioni che devono sussistere tra le varie funzioni all'interno del centro equestre.

Di seguito gli schemi funzionali delle strutture.

Il primo riguarda il sistema villa- scuderie.(Tav 24)

Il secondo riguarda il centro equestre.(Tav 25)

Ovviamente il dimensionamento degli spazi deve essere adeguato alle aspettative di flussi di persone e cavalli che si possono trovare all'interno del centro di equitazione.



4.3.2 MASTERPLAN

Una volta definite le funzioni che si vogliono portare all'interno del parco, bisogna individuare gli spazi adeguati alle destinazioni d'uso. Per fare questo è importante una riorganizzazione dell'area con l'individuazione degli accessi, delle aree verdi, degli edifici e definendone il rapporto con l'esterno.

individuazione degli spazi

Per l'individuazione degli spazi dove collocare le funzioni che si è scelto di inserire nel progetto si è partiti da un'analisi dell'area di progetto.

Visualizzando gli edifici, gli accessi e gli aspetti particolari dell'area di intervento, è più facile giungere alla conclusione di quali siano le porzioni di territorio o di edifici effettivamente utilizzabili, quali siano i caratteri da mantenere e quali possono essere eliminati, per definire un masterplan spaziale che sia logico, funzionale e che sia, soprattutto in casi come quello studiato dove l'aspetto paesistico è fondamentale, rispettoso del territorio e delle preesistenze.

Di seguito la tavola 26 di analisi dell'esistente.

scelte

Per quanto riguarda gli accessi all'area d'intervento, oltre al mantenimento di quelli esistenti, si è pensato di realizzare nuovi spazi di accesso dal paese, ad est, in modo da creare una vera e propria permeabilità verso le aree verdi naturali. Ad ovest invece, saranno creati sentieri percorribili a cavallo, a piedi o in bicicletta, che permettano di scendere il pendio e raggiungere i percorsi naturalistici che portano alla valle del Ticino.

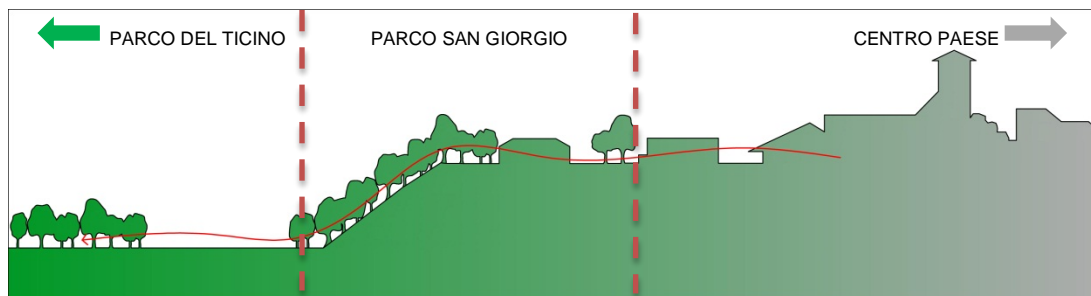


FIGURA 28 - PARCO SAN GIORGIO ZONA FILTRO

Valutando le funzioni che si vogliono insediare nel progetto, è sorta la necessità di creare nuovi spazi e volumi, integrando queste analisi con lo studio dell'area di progetto sono state individuate le zone di possibile espansione e si è identificato quindi un masterplan spaziale dell'intervento:

Per quelle funzioni strettamente connesse al maneggio, alle scuderie e alla formazione delle maestranze, si è deciso di utilizzare gli spazi della villa e quelli più prossimi (zona A), eliminando ogni superfetazione esistente e creando nuove strutture in armonia con il carattere naturale dell'area a supporto di quelli esistenti. Le nuove costruzioni risultano arretrate rispetto alla facciata principale della villa, in modo da non alterarne la dominanza visiva sul paesaggio. I servizi di accoglienza, albergo, ristorante, bar, sono posizionati nell'edificio oggetto del recupero sulla base di scelte che ottimizzino gli spazi e la gestione degli stessi.

Per le funzioni di carattere sportivo e di supporto al centro di equitazione, si è stabilito di distribuirle nelle aree agricole, rispettando in questo modo le prescrizioni del Parco del Ticino, ma al tempo stesso si è cercato di alterare il meno possibile l'aspetto visivo caratteristico del paesaggio. La deciso di lasciare lo spazio di fronte alla villa completamente ineditato nasce dalla volontà di non modificare il rapporto visivo con il parco.

Il campo coperto verrà posizionato nella zona B, per buona parte interrato, avrà affaccio sul pendio ad ovest dell'area in modo da godere della vista sulla piana.

L'area C ospiterà un campo all'aperto in erba con spalti e gradinate integrati nelle curve di livello del terreno, quindi a bassissimo impatto ambientale.

Le strutture per i box temporanei saranno posizionate nell'area D, parzialmente nascoste alla vista dalla vegetazione esistente.

La zona parcheggi per gli utenti del centro di equitazione è posizionata nella zona E. La scelta è ricaduta su questa zona perché, oltre ad essere facilmente accessibile ai mezzi senza dover creare lunghe strade, risulta essere quella di minor pregio naturalistico, si interverrà quindi creando un'alberatura ordinata con piante autoctone che creerà l'ombreggiamento necessario.

Particolare attenzione è stata posta in fase di progettazione alle aree verdi. Si è andati ad intervenire esclusivamente in quei lotti a vocazione prettamente agricola lasciando intatte le superfici boscate. Porzioni di aree a prato incolto, contigue al bosco esistente, sono servite per le opere di rimboscimento necessarie alla valorizzazione del luogo.

Di seguito la tavola 27 del masterplan dell'intervento.



4.3.3 CARATTERE PROGETTUALE DELL'INTERVENTO

Una volta avvenuta la definizione delle funzioni e degli spazi, è sorto il problema di dare un carattere unitario all'intero progetto.

Legare la villa ai nuovi spazi che devono essere realizzati è il problema principale della progettazione.

Una scelta poteva essere quella di instaurare un legame nello stile ma ben presto è stato evidente come l'insieme degli elementi potesse diventare pesante e stucchevole.

Inspirati dai caratteri del luogo siamo giunti alla conclusione che più che dare continuità alla villa bisogna dare continuità al sistema naturale.

La villa deve rimanere, con il suo stile eclettico e ricercato, l'unico elemento fortemente antropizzato e deve mantenere il suo legame originario con la natura del luogo, dato prevalentemente dall'insieme visivo, dalla valenza storica e dalla funzione che essa richiama.

Il resto deve essere il continuo dell'ambiente.

Solo in questo modo le nuove strutture saranno coerentemente collegate alla villa.

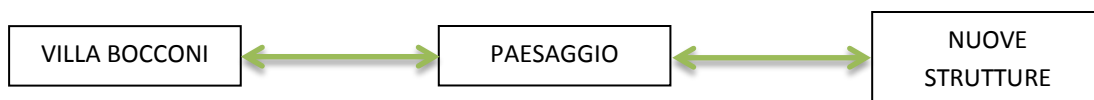


FIGURA 29 - RELAZIONE TRA RECUPERO E NUOVA EDIFICAZIONE

Il legame tra gli elementi nuovi e il paesaggio è semplicemente dato dall'utilizzo di materiali naturali, sia nelle strutture portanti che nelle finiture esterne, e con l'utilizzo di forme che si armonizzino con il contesto.

La conseguenza di queste considerazioni è la scelta di mantenere esternamente inalterato l'edificio della villa, effettuandone un restauro conservativo, e dare permeabilità per creare continuità tra gli spazi per esterni ed interni, creare spazi e percorsi sinuosi come le curve di livello del terreno.



FIGURA 30 - RAPPORTO VISIVO VILLA - PARCO

Scelte tecnologiche e strategie energetiche

L'intervento deve, come indicato dalle linee guida preposte, integrare il recupero edilizio e la nuova costruzione con i temi della sostenibilità ambientale, sfruttando le risorse rinnovabili.

Il mantenimento dell'esistente, così come la nuova costruzione, non deve prescindere dalla messa in campo di tecnologie che ottimizzino il dispendio energetico dell'edificio, rendendolo idoneo all'utilizzo odierno secondo le condizioni di benessere igrotermico richieste dalla normativa.

Oltre ad una progettazione che minimizzi i consumi di energia, si è scelto di introdurre sistemi tecnologici per lo sfruttamento delle risorse naturali. Un sistema di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica è collocato sulla copertura delle strutture per il posizionamento dei box temporanei.

I nuovi edifici sono costituiti in modo da rispettare i parametri della bioedilizia, con materiali naturali, ecocompatibili e riciclabili.

4.3.4 SCELTE MATERICHE DI PROGETTO

L'intera progettazione ha come linea guida l'integrazione e la sostenibilità ambientale.

Per questo motivo il leitmotiv del nostro progetto è l'utilizzo del legno per le parti strutturali e di finitura degli elementi di nuova progettazione.

Breve introduzione storica

Il più antico esempio di struttura realizzata con questo materiale è rappresentato dalla capanna dei popoli primitivi, ma il legno nel corso dei secoli ha ricoperto un importante ruolo per la realizzazione di strutture portanti nelle costruzioni e oggi grazie all'alto grado di specializzazione e di ricerca si è arrivati alla possibilità di realizzare qualsiasi forma architettonica desiderata.

Molto sviluppata nei paesi del nord Europa, grazie all'abbondanza della materia prima, la cultura architettonica del legno non è stata mai abbandonata per la costruzione di edifici civili ed infrastrutture. La tipologia strutturale più frequente e più recente nel vecchio continente è la struttura a pareti intelaiate, tamponate con laterizi, con assicelle intrecciate e rivestite in argilla, gesso o in legno. Gli edifici più antichi giunti fino a noi sono le chiese norvegesi patrimonio dell'UNESCO, che sono state edificate a partire dal 1180 d.C. .

Nell'estremo oriente il legno ha svolto un ruolo importante, risale al 607 il tempio di Horyo-ji, e la cultura giapponese, visto l'alto grado di sismicità del paese, ha permesso di affinare tecniche costruttive a telaio in legno leggere con giunti particolarmente elastici che le rendono invulnerabili ai terremoti.

Anche in Italia il legno ha avuto il suo utilizzo, dalle insulæ romane fino alla fine dell'800, quando il legno era ancora utilizzato per la realizzazione di coperture, solai, ballatoi, scale e passaggi aerei.

La scelta del legno era dovuta alla sua leggerezza e alla sua caratteristica lavorabilità, ma oggi altri parametri spingono verso questo materiale, che è in continua evoluzione:

- materiale rinnovabile e naturale;
- riduzione degli scarti e di emissioni nocive in fase di lavorazione;
- alte prestazioni di resistenza in rapporto al peso;
- maggiore resistività termica unita a capacità di isolamento termico;
- possibilità di ricorrere a mezzi e tecniche di connessione di elevato valore e impiegabili nei modi più diversi;
- grande scelta di semilavorati di legno massiccio e di prodotti a base di legno con varie possibilità di impiego.

Caratteristiche del legno

Il legno è tra i materiali utilizzati in edilizia è di lunga il materiale che maggiormente soddisfa l'idea di integrazione e biocompatibilità con l'ambiente naturale, sia per il fatto che esso stesso deriva dall'ambiente naturale, sia per il fatto che ne riprende i colori e le sfumature nelle diverse stagioni dell'anno.



La scelta del legno per gli edifici di nuova costruzione, non si basa esclusivamente su scelte estetiche di inserimento ambientale, le motivazioni si fondano anche sulle caratteristiche tecnologiche che questo materiale è in grado di offrire.

Durabilità

In linea con le normative, la durata delle costruzioni in legno è stata fissata a 50 anni. La progettazione e la posa a regola d'arte incrementano la traspirazione e la protezione dall'umidità, permettendo alla struttura di resistere per altri 50 anni allo stesso livello di sicurezza e stabilità.

Inoltre il legno, quando opportunamente trattato e mantenuto, non subisce aggressione chimica ed ambientale. Al contrario di altri materiali, il legno vive in perfetto equilibrio con l'ambiente ed è quindi resistente alla corrosione ed alle variazioni di clima.

Risparmio energetico

L'elevata inerzia termica rende le componenti opache efficienti durante i mesi estivi dal punto di vista della coibentazione. Inoltre, le strutture portanti di una costruzione in legno possono essere considerate delle vere e proprie componenti attive del pacchetto isolante, in grado di assicurare una trasmittanza pari a 0,13 W/mK ed una minimizzazione degli stessi ponti termici.

Comfort e benessere

E' dimostrato che il legno e i suoi derivati risultano confortevoli già a temperatura ambiente, a differenza del cemento o della pietra che lo diventano solo a temperature superficiali superiori.

Al benessere contribuisce anche le ottime proprietà di isolamento acustico del legno.

Sicurezza in caso di incendio

Le sue qualità fisico-meccaniche si rivelano estremamente interessanti anche in caso di incendio. Pur essendo combustibili, le strutture in legno presentano una buona resistenza al fuoco, con un comportamento prevedibile e sicuro. Il sovradimensionamento delle sezioni, l'uso di ferramenta non esposta assicurano una resistenza compresa tra i 30 e i 60 minuti. Il legno infatti, brucia lentamente perché la carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno della sezione, formando uno strato carbonizzato che protegge la parte centrale, senza immissione nell'aria di fumi tossici. Per questo motivo, la rottura avviene per riduzione della sezione resistente e non per improvviso decadimento delle sue caratteristiche meccaniche.

Sicurezza e semplicità d'impiego

Ergonomia, qualità, precisione, tempi di posa ridotti e lavorazione a secco: queste sono le caratteristiche salienti che rendono il legno un materiale apprezzato quando si pianifica un intervento.

Inoltre, la semplicità di lavorazione e prefabbricazione offre accurate tolleranze nelle giunzioni e maggiore sicurezza per gli operatori in cantiere.

La duttilità del legno favorisce la libertà progettuale e offre molteplici configurazioni creative nelle forme e finiture, un'elevata compatibilità con gli altri materiali costruttivi ed una facilità di manutenzione e realizzazione di estensioni di edifici esistenti.

Statica e protezione sismica

Il legno ha ritrovato la sua funzione di materiale strutturale grazie alle recenti normative nazionali ed europee, in materia di calcolo strutturale ed antisismico. La stabilità dimensionale è dovuta a tre aspetti fondamentali: la leggerezza, l'alta duttilità dei giunti e la capacità dissipativa.

Questo tipo di costruzioni sono caratterizzate da un ottimo rapporto tra resistenza e peso proprio in quanto, essendo dotate di una massa inferiore rispetto alle loro equivalenti in muratura, subiscono meno gli effetti di un sisma.

Inoltre, le parti in legno vengono collegate tramite connettori deformabili che, adeguatamente dimensionati, permettono alle strutture di raggiungere un comportamento duttile, ideale per resistere all'azione sismica.

Eco compatibilità

Accanto alle importanti caratteristiche strutturali, tecniche ed estetiche, sono da sottolineare i vantaggi ecologici che derivano dall'utilizzo del legno:

- più di ogni altro materiale da costruzione, il legno garantisce il rispetto dell'ambiente. Materia prima ecologica per eccellenza (è un prodotto naturale biologico, derivato dall'elaborazione di organismi viventi integralmente biodegradabili) il legno è una risorsa rinnovabile.
- durante la crescita, le piante assorbono dall'atmosfera anidride carbonica nella misura di circa 820 m³ di CO₂ per ogni m³ di legno. Il suo impiego in prodotti ed opere di lunga durata previene il rilascio di tale CO₂ nell'atmosfera (come, invece, avviene in caso di combustione o di fermentazione delle piante morte), contribuendo così, a livello globale, all'abbattimento dell'effetto serra.
- rispetto ad altri materiali utilizzati nello stesso ambito, il legno, grazie al minor quantitativo di energia consumato per lavorarlo, consente un notevole risparmio energetico. A titolo d'esempio, il confronto tra l'energia primaria impiegata per una facciata in legno o in alluminio, sta in un rapporto di circa 1 a 64: cioè per 1 kWh consumato per produrre il legno se ne consumano 64 per produrre l'equivalente in alluminio.
- una volta esaurito il proprio ciclo di vita come prodotto, il legno può essere recuperato in differenti modi sempre a basso costo. Il possibile recupero energetico mediante combustione è un ulteriore punto di forza di questo eccellente materiale da costruzione.
- Il legno è biodegradabile al 100%.

Il legno lamellare

Il legno lamellare è un prodotto a base di legno costituito da segati sovrapposti, di spessore modesto rispetto alla sezione dell'intero elemento, che vengono uniti per mezzo di adesivi in grado di garantire resistenza e durabilità nel tempo.

Questa tecnica consente di raggiungere l'ottimizzazione dell'utilizzo del legname e dell'ingombro delle strutture creando elementi a sezione variabile, e di soddisfare le esigenze estetiche e statiche. Inoltre la tecnica della giunzione di testa delle lamelle continue consente di ottenere elementi di qualsiasi lunghezza, per questo motivo, il legno lamellare è largamente utilizzato per le grandi strutture.

Cross Laminated Timber (CLT)

Il CLT viene realizzato sovrapponendo ed incollando a strati incrociati pannelli singoli di assi di legno massiccio. Questa speciale tecnica permette di ottimizzare le caratteristiche del materiale ai fini costruttivi e di ottenere una migliore tenuta delle componenti.

L'incollaggio avviene per mezzo di colle ecologiche, prive di formaldeide. L'assenza di giunti attribuisce al prodotto ottime qualità in termini di ermeticità, passaggio del calore, diffusione del vapore, insonorizzazione e resistenza al fuoco.

La stabilità della forma è garantita dalla struttura incrociata degli strati longitudinali ed orizzontali, che permette di ridurre al minimo i fenomeni di rigonfiamento e ritiro.

Gli elementi in CLT vengono utilizzati principalmente per pareti, solai e tetti e, a seconda delle finalità d'uso, vengono realizzati in qualità a vista o non a vista.



4.3.5 GLI INTERVENTI

Di seguito sono descritti con carattere generale gli interventi del progetto.

La trattazione è suddivisa in due parti: nella prima si espone l'intervento di recupero sulla villa e l'introduzione dei nuovi edifici ad essa affiancati, che riguardano l'attività equestre di carattere territoriale, nella seconda si descrivono il campo gara al coperto, i box temporanei e i servizi che supportano un'attività equestre allargata ad una scala maggiore, nazionale ed internazionale.

VILLA BOCCONI E LE NUOVE SCUDERIE

Le scuderie

I 32 box per i cavalli esistenti situati nelle due ali della villa verranno sistemati e riutilizzati. Le baracche ospitanti box esterni situate all'interno del cortile e all'esterno, paralleli all'ala ovest delle scuderie verranno eliminati.



FIGURA 31 - VILLA BOCCONI, SCUDERIE

Per sopperire alle esigenze di box a livello territoriale, le scuderie della villa sono affiancate da una serie di 24 box in un edificio adiacente di nuova costruzione.

I servizi di supporto: selleria, mascalcia e infermeria si trovano all'interno della corte esistente nell'ala est sotto il portico. Nelle nuove scuderie sono invece stabiliti particolari box per il lavaggio e l'asciugatura del cavallo, un box veterinario, box didattici, per lo svolgimento delle lezioni pratiche di formazione sul campo.

Il cavallo deve avere a disposizione aria, luce e spazio in un ambiente pulito e confortevole. Non teme il freddo, quindi non sono necessari particolari condizioni di isolamento, ma soffre pericolosamente aria umida e viziata, il requisito fondamentale è quindi l'aerazione della struttura.

Il cavallo è un animale socievole e deve poter partecipare a quello che succede intorno a lui, deve poter pascolare, meglio se in compagnia di suoi simili, per questo i nuovi box hanno l'accesso diretto ai paddock. Gli zoccoli sono molto delicati perciò è necessario che il box sia facilmente pulibile almeno due volte al giorno.

La tipologia di scuderia progettata è quella a corsia interna con file opposte di box che si affacciano sulla stessa corsia, per favorire il lavoro degli addetti soprattutto nel periodo invernale.

I box hanno superficie di 13 m², una parte inferiore piena e solida ed una parte superiore aperta alla vista, in modo tale di consentire al cavallo di vedere all'esterno del proprio box. Ogni box contiene una mangiatoia, abbeveratoio, due anelli contrapposti fissati alle pareti per consentire di legare il cavallo secondo necessità e una buona illuminazione naturale. Non è necessaria la fognatura in quanto il cavallo ha defezioni secche e l'urina viene assorbita dalla paglia o dai trucioli della lettiera.

Nella progettazione si è fatto riferimento alla Petting Farm ad Almere di 70F-Architecture oltre che per l'uso di materiali per il sistema di ventilazione naturale: essa è costituita da una scatola di legno con un sistema di facciata aperto nella metà superiore per favorire ventilazione naturale continua.



FIGURA 32 - PETTING FARM, 70F ARCHITECTURE

Completano i servizi della scuderia il magazzino per i foraggi che deve poter contenere una quantità di alimenti adeguata al numero dei box e la letamaia costituita da una fossa interrata con pareti e pavimento in cemento armato a tenuta impermeabile avente facile accesso e spazi di manovra per i trattori e carri.

Il tondino e la giostra sono altri elementi indispensabili nella scuderia in quanto consentono il moto del cavallo e quindi il mantenimento della forma atletica anche quando non è possibile l'allenamento con il cavaliere. Questi sono situati nei giardini del parco di fronte alla villa.

La club house

La Horses Club House, assieme alla scuderia costituisce il cuore del sistema, formato dal binomio casa dell'uomo e casa del cavallo. Essa rimane inserita all'interno dell'edificio della villa ma collegata direttamente alle scuderie, per rispettare l'essenza di questo sport in cui uomo e cavallo devono essere una cosa sola. Al piano terra nella parte più ad est sono presenti una sala per il relax e gli incontri tra i soci. La club-house si estende nel periodo estivo nel portico che si affaccia sul cortile interno. A loro disposizione i servizi con docce e spogliatoi.

Il maneggio coperto

E' un elemento fondamentale in un buon impianto per consentire l'allenamento in ogni condizione climatica. I requisiti fondamentali sono la luminosità e l'accessibilità, entrambi completamente rispettati in quanto il campo coperto riservato agli utenti della scuderia è accessibile direttamente dalle scuderie attraverso un passaggio coperto ed è costituito da una struttura in legno rivestita con pannelli di facciata in listelli di legno che permettono il passaggio della luce naturale e allo stesso tempo ombreggiano in caso di forte irradiazione.



FIGURA 33 - CAMPO COPERTO VILLA BOCCONI, RENDER

Le linee curve che ricordano la Sheepstable ad Almere di 70F Architecture, vogliono rendere l'edificio il più possibile leggero e sfuggente alla vista trovandosi il campo all'interno di uno spazio caratterizzato già da una forte linearità e rigidità delle forme.



FIGURA 34 - SHEEPSTABLE, 70F ARCHITECTURE

Il sistema di rivestimento della struttura in pannelli con listelli di legno distanziati crea un filtro di massima leggerezza tra luogo chiuso e aperto, la parete divide gli spazi ma mantiene la continuità tra interno ed esterno.

Spazi espositivi, auditorium e aule didattiche

Particolare attenzione dovrà essere posta alla formazione ed all'aggiornamento delle varie figure che operano in ambito equestre.

Come già detto alcuni box didattici saranno presenti nel nuovo edificio della scuderia ad ovest della villa.

Altri spazi presenti in un edificio ad est della villa saranno destinati ad auditorium per convegni fino a 180 posti e a zona espositiva flessibile per mostre ed eventi legati al mondo equestre.

L'attività di formazione può essere rivolta alle maestranze presenti nelle scuderie che sono l'allevatore, addestratore, allenatore, cavaliere, artiere e maniscalco, veterinario e istruttore. Tra le attività vi sono quelle legate alla ricerca in ambito veterinario, che si occupa del miglioramento qualitativo del cavallo da competizione, attraverso l'applicazione di particolari tecniche di allevamento e addestramento, degli aspetti legati all'alimentazione del cavallo e dell'applicazione di nuovi materiali e tecnologie, facendo del nuovo centro equestre il campo di prova delle innovazioni in ognuno di questi ambiti.

Un'altra area di attività e ricerca scientifica che si vuole introdurre all'interno del nuovo centro è quello legato alla riabilitazione equestre. Gli spazi di pratica sul campo in questo caso sono quelli della classica scuderia con particolare attenzione alla sicurezza e all'abbattimento delle barriere architettoniche. Per ogni paziente deve essere applicato un protocollo terapeutico in funzione della patologia da trattare. Potranno essere svolte anche settimane terapeutiche con il supporto dell'albergo.

L'albergo

Al piano primo e sottotetto la villa è trasformata in un albergo, che può ospitare fino a 70 persone per trascorrere vacanze all'insegna delle cavalcate e passeggiate all'interno del Parco del Ticino, ma anche per l'utenza del vicino aeroporto di Malpensa.

Oltre allo scopo turistico, queste stanze possono essere utilizzate dagli utenti della scuola, da chi svolge tirocini, da chi segue master o corsi settimanali, quando fosse necessaria la permanenza sul posto per diversi giorni, e dagli utenti del centro di ippoterapia e dalle loro famiglie.

Ristorante-Bar

Al piano terra della villa è organizzato uno spazio di ristoro fruibile dagli utenti della scuderia, della club-house, dell'albergo e di tutti gli utenti del parco.



L'IMPIANTO SPORTIVO

Il nuovo centro per l'equitazione dovrà essere adatto ad ospitare eventi sportivi di livello internazionale grazie ad un impianto progettato per soddisfare le esigenze logistiche e tecniche di varie discipline equestri ma al tempo stesso al servizio delle organizzazioni tecnico sportive e dal territorio in generale.

Il campo indoor

La struttura del campo coperto è quella che più contraddistingue il centro ippico, la sua particolarità è quella di essere concepito come un' edificio completamente omogeneo con il territorio circostante.

La struttura è quasi completamente interrata e segue le curve di livello del terreno. Una grande vetrata si affaccia ad ovest e permette la vista sull'ampia piana di Malpensa.



FIGURA 35 - CANTINE ANTINORI, RENDER



FIGURA 36 - CANTINE ANTINORI, RENDER INSERIMENTO AMBIENTALE

Al suo interno, oltre al campo coperto di 50 x 90 e un campo minore di sosta, prova e riscaldamento studiati in modo da poter ospitare qualsiasi tipo di concorso a livello internazionale, vi sono gli spazi per il pubblico con una tribuna che può ospitare fino a 3000 persone, un ampio spazio di ingresso al piano terra dove sono posizionate le biglietterie, uno spazio ristoro organizzato come tipologia self service e un bar al piano -1, un piccolo emporio con oggettistica ed abbigliamento legato all'attività equestre, e servizi igienici distribuiti nella struttura per soddisfare i requisiti igienici richiesti dal CONI.



FIGURA 37 – INTERNATIONAL EQUESTRIAN CENTRE SAN GIORGIO, RENDER INTERNO

Tra le funzioni logistiche dell'impianto oltre alla biglietteria già citata, ci sono degli uffici per la direzione dell'impianto, una sala riunione per gli incontri pre-gara e post-gara, una sala stampa e tv, un locale giudici, un locale medico-veterinario e gli spogliatoi con docce. L'illuminazione naturale è garantita dall'enorme vetrata ad ovest e da coni di luce che si ispirano a quelli della California Academy of Sciences di Renzo Piano.

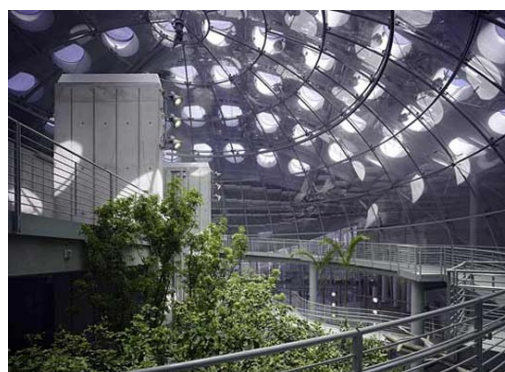
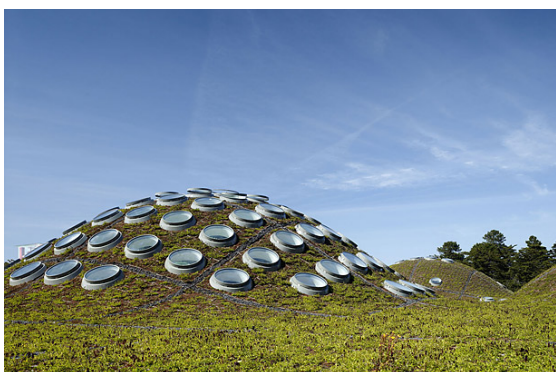


FIGURA 38 - CALIFORNIA ACCADEMY OF SCIENCES, RENZO PIANO

I campi outdoor

All'esterno, adiacente al campo coperto vi è un' altro grande campo gara con gradinate che possono ospitare fino a 3000 persone. Il campo esterno, trovandosi ad un livello di quota più basso rispetto all'impianto coperto è visibile dall'interno attraverso grandi vetrate affacciate su quest'ultimo.



FIGURA 39 - STADE EQUESTRE DU GRAND PARQUET, FONTAINEBLEAU, TRIBUNE ESTERNE



FIGURA 40 - STADE EQUESTRE DU GRAND PARQUET, FONTAINEBLEAU, INGRESSO AL CAMPO

I box temporanei

Sempre all'esterno vi è una zona dove è possibile il posizionamento di 150 box temporanei sotto una struttura permanente che, oltre all'ombreggiamento, ha la funzione di supporto all'impianto a pannelli fotovoltaici che serve l'utenza dell'intero sistema villa, scuderie e impianto sportivo.

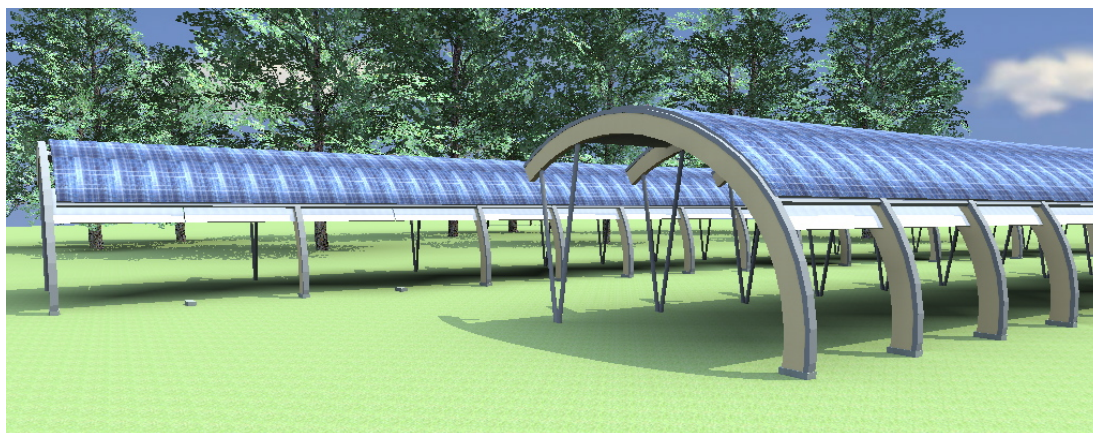


FIGURA 41 - PARCO SAN GIORGIO, STRUTTURA FOTOVOLTAICO

Il Parcheggio

La zona del parcheggio per i van durante le manifestazioni è in realtà il recupero ambientale di un'area che versa attualmente in stato di degrado dovuto alla mancata manutenzione del prato incolto coperto da sterpaglie e piante infestanti.

In questo caso si vuole attuare un'opera di riqualificazione organizzando un'area accogliente e che si integri nel sistema boschivo che la lambisce. Le piazzole, realizzate in terra battuta stabilizzata, saranno ombreggiate e delimitate da alberature di piante autoctone. Oltre che a mitigare l'intervento a terra daranno continuità al bosco sul quale si interverrà con opere di rimboschimento ove necessario e nelle porzioni di prato incolto non occupate dai parcheggi.

Si sono posizionate colonnine per l'allacciamento alla linea elettrica, postazioni di allacciamento all'acqua, e box di supporto con servizi igienici e docce.

Il numero dei servizi non è eccessivo in quanto si presuppone che i van adibiti al trasporto cavalli, abbiano una zona attrezzata a camper, e quindi già in possesso della dotazione necessaria.

Di seguito tavola 28 raffronto della planimetria dello stato di fatto e dello stato di progetto.

CAPITOLO 5
IL RECUPERO DI VILLA BOCCONI

5.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

Uno degli obiettivi principali del progetto è quello del recupero e della rifunionalizzazione della villa. Essendo un edificio di valore storico e artistico, si è deciso di mantenerlo il più possibile inalterato. Ciò non prescinde dal fatto che devono essere eseguiti alcuni lavori di ripristino delle superfici e della struttura.

Dall'analisi dei degradi effettuata sono state ricavate le cause scatenanti le anomalie rilevate, in questa fase sono valutati gli interventi necessari al mantenimento delle parti di nostro interesse ai fini realizzativi del progetto nel rispetto dell'edificio stesso.

Per quanto riguarda le superfici esterne si è deciso di eseguire un restauro della facciata con il ripristino delle superfici intonacate, la pulitura della pietra di basamento e quelle dei davanzali, la pulitura e il ripristino cromatico delle decorazioni in legno ove non sia necessaria la sostituzione perché troppo ammalorate.

Di seguito si trovano le schede con la descrizione delle tecniche di intervento.

Elenco schede:

STI 01 – RIPRISTINO INTONACO ESTERNO

STI 02 – ELIMINAZIONE UMIDITA' DI RISALITA

STI 03 – PULITURA E RIPRISTINO LEGNO

STI 04 – PULITURA E RIPRISTINO PIETRA

STI 05 – SCUCI E CUCI



Scheda tipo di tecnica di intervento

1

SCHEDA TECNICA DI INTERVENTO		STI --
2	Unità tecnologica	--
3	Elemento tecnico	--
4	Degrado	--
5	Intervento	--
6	Fasi dell'intervento	
	--	

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Classe di unità tecnologica - unità che identifica un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni tecnologiche
- 3 Elemento tecnico - elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche
- 4 Degrado – Tipologia/e di degradi e dissesti che interessano l'elemento
- 5 Intervento – Tecnica per la risoluzione dell'anomalia
- 6 Fasi dell'intervento – Descrizione delle fasi dell'intervento di ripristino.

5.2 PROGETTO TECNOLOGICO DELLA VILLA

Per poter ottenere condizioni di sicurezza, benessere igrotermico e comfort abitativo all'interno della villa, devono essere messi in atto alcune tecnologie che vadano a migliorare le specifiche prestazioni dei componenti dell'edificio.

5.2.1 RINFORZO STRUTTURALE

Da un punto di vista strutturale la villa non presenta gravi lesioni o ammaloramenti, si è comunque deciso di introdurre nei solai intermedi dei rinforzi statici per evitare fenomeni di imbarcamento della struttura in funzione dei carichi che dovrà portare.

CONSOLIDAMENTO DEI SOLAI

L'intervento di consolidamento della villa Bocconi ha riguardato principalmente il rinforzo dei solai.

Inizialmente, vista l'epoca di costruzione e il persistente uso del legno, si era supposto che i solai fossero realizzati con tale materiale. Una volta avuta la possibilità di accedere all'interno, si è potuto effettuare un'analisi strutturale sulla possibile composizione degli elementi orizzontali.

Attraverso l'osservazione in sito, soprattutto del solaio del secondo piano, si è individuato un solaio in travi di ferro. Ciò è stato possibile visto l'intonaco compromesso dalle infiltrazioni di acqua dalla copertura e che, in alcune porzioni, presenta mancanze.

La ruggine che affiora e putrelle in vista, insieme alla ricerca bibliografica sulla tipologia costruttiva dell'epoca, ci hanno permesso di risalire alla più probabile composizione dei solai. Nella maggior parte delle stanze, sia al primo, che al secondo piano in solaio è composto da putrelle in ferro ad interasse 50/60 cm tipo IPN 140 appoggiate sui muri perimetrali del piano sottostante e su putrelle rompi tratta tipo IPN 240 e IPN 300 in presenza di grandi luci.

Dato il cambiamento di destinazione d'uso del fabbricato e la conseguente modifica di alcune tramezzature interne si è dovuti procedere alla verifica degli elementi esistenti ed al dimensionamento dell'intervento di consolidamento.



FIGURA 42 - PUTRELLA IN VISTA



FIGURA 43 - RUGGINE IN AFFIORAMENTO

Storia dei solai in ferro

A partire dalla seconda metà dell'Ottocento, in alternativa ai solai a volte ed in legno, si realizzarono solai con travi in ferro con interposti laterizi. Trovano impiego soprattutto negli edifici industriali e nelle situazioni di gravoso impegno statico, con luci fino a 8 metri.



Le travi poggiavano sui muri maestri ad interassi normalmente variabili dai 50 ai 110 cm, completando la struttura con l'inserimento, in appoggio sull'ala inferiore delle travi, di elementi in laterizio pieno che normalmente erano mattoni pieni disposti a coltello (resistenti a sopportare forti carichi): le voltine in laterizio. Successivamente furono introdotti elementi forati per dare leggerezza alla struttura in sostituzione ai mattoni pieni. Dalle volterrane, pezzi speciali forati, si passò all'uso di elementi forati rettilinei di notevole lunghezza, rispetto alle prime, denominati tavelloni, appoggiati sull'ala inferiore, superiore, od entrambi, delle putrelle. In aggiunta erano usati pezzi copri ferro da inserire sopra l'ala inferiore della trave, sagomati in modo da realizzare quindi un soffitto continuo in laterizio, facilmente intonacabile. Il montaggio di tali strutture era piuttosto complesso ed avveniva grazie alla creazione di impalcature in legno ed armature provvisorie.

Si sovrapponeva alla struttura così realizzata uno strato di riempimento in materiale leggero atto a livellare la superficie del solaio e a costituire il letto di posa per la pavimentazione, utilizzando spesso materiali di scarto del cantiere.

Metodi di consolidamento dei solai in putrelle e tavelloni

Gli elementi esistenti dei solai risultano essere spesso sottodimensionati rispetto ai nuovi carichi agenti sulla struttura. Nasce quindi l'esigenza di dover procedere con interventi di consolidamento atti ad aumentare la resistenza del singolo elemento in ferro o dell'intero sistema solaio.

È necessario:

- aumentare la rigidità del solaio, andando a ridurre la freccia;
- incrementare la capacità portante in funzione dei sovraccarichi;
- limitare le vibrazioni al calpestio;
- evitare le deformazioni a medio-lungo periodo, che potrebbero danneggiare pavimentazioni e sistemi impiantistici;
- non andare a modificare le altezze dell'impalcato per non modificare le quote interne.

Viste tali premesse è possibile individuare una serie di possibili interventi per il consolidamento:

- inserimento all'estradosso delle travi in ferro di connettori a piolo o a staffa che rendano collaboranti le travi esistenti con il getto della soletta armata con rete elettrosaldata. Tale soluzione consente di realizzare un sistema misto nella quale il calcestruzzo è soggetto a compressione, mentre la sezione di acciaio è soggetta a trazione. Tale soluzione ampiamente utilizzata prevede la foratura delle ali superiori per l'inserimento dei connettori con la possibile perdita di resistenza dell'elemento che potrebbe sollevare criticità sulla portata finale delle vecchie travi. La soletta, per essere collaborante, deve avere spessori non inferiori ai 5 cm, e ciò comporta una modifica delle quote qualora siano previsti sistemi impiantistici a pavimento.
- Saldatura sulle ali di piastre, profilati a T, profilati a C in acciaio per aumentare la sezione reagente delle travi in ferro. Questo metodo presenta il limite della saldatura, gli elementi in ferro dell'inizio del '900 non si prestano a essere saldati oppure bisogna utilizzare elettrodi a basso contenuto di idrogeno per permettere la saldatura.
- Saldatura tra le ali o sull'anima di piastre o profilati in acciaio. Per poter procedere con questa operazione bisogna che le travi oggetto di consolidamento non presentino riempimento tra di esse. Anche per questa metodologia di intervento si pone il limite della saldatura.
- Interposizione all'intradosso del solaio di elementi rompi tratta che vadano ad eliminare la freccia e a ridurre le luci degli impalcati. Tale intervento è il più semplice, ma comporta l'incremento dello spessore dell'impalcato ed inoltre non è applicabile in edifici nei quali

vi siano soffitti troppo bassi o di particolare pregio, per i quali non è possibile prevedere una controsoffittatura.

- Incollaggio sull'ala inferiore di materiale composito fibrorinforzato FRP atto ad aumentare la resistenza a flessione degli elementi inflessi. Questa tecnica risulta essere poco invasiva sulle strutture originarie e comporta velocità di esecuzione. La condizione necessaria perché si possa applicare è la verifica della struttura esistente agli SLU.

Intervento di consolidamento

Per il rinforzo dei solai della villa si è proceduto dapprima a verificare la capacità portante delle putrelle in ferro in base alla luce coperta e ai carichi esistenti e previsti in progetto. Successivamente si è dimensionato l'intervento di consolidamento dei solai per i quali tale verifica non risulti soddisfatta né per le putrelle né per le travi rompi tratta. Si è intervenuti anche dove si prevede l'abbattimento di setti murari che avevano funzione di appoggio intermedio.

L'operazione di consolidamento prevede la sostituzione o l'inserimento di travi rompi tratta e la realizzazione di una sottostruttura in acciaio che vada ad incrementare la capacità portante dei solai esistenti.

In considerazione ai possibili metodi di intervento si è deciso di intervenire all'intradosso con travi in acciaio per non andare ad alzare la quota del piano finito, vista la presenza di scale originali che vengono mantenute, di finestre a quote non eccessivamente alte, e alla scelta progettuale di inserire a pavimento un sistema di climatizzazione radiante.

Inoltre l'edificio presenta altezze interne di circa 4 metri e si era già previsto di adottare un controsoffitto per l'alloggiamento degli impianti.

L'intervento con materiale fibrorinforzato non è attuabile laddove si è intervenuti, vista la verifica negativa allo SLU degli elementi interessati al consolidamento, caricati esclusivamente del peso della struttura di solaio esistente e della tramezzatura in mattoni pieni, senza considerare i carichi variabili, così come richiesto dalle "istruzioni per interventi di Consolidamento Statico delle Strutture Metalliche mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati" del CNR.

Dapprima si è proceduto con l'analisi dei carichi del solaio esistente.

Composizione del pacchetto del solaio:

Pavimento in legno, 15 mm, p 650kg/m ³	0,098 KN/m ²
Massetto a secco in lastre di fibrogesso, 25 mm	0,240 KN/m ²
Pannelli di riscaldamento preformati in EPS, 30 mm	0,009
Strato fonoassorbente in lana di legno mineralizzato, 20 mm	0,046 KN/m ²
Soletta collaborante in CLS alleggerito con rete di armatura Ø 6 10x10	0,420 KN/m ²
Riempimento in CLS 50 mm e putrelle in ferro tipo IPN 140	0,800 KN/m ²
Tavelle in cotto 8 x 25 x 100	0,460 KN/m ²
Isolamento in lana di legno, 100 mm	0,450
Controsoffitto in cartongesso con sistema di aggancio in profili metallici	0,160 KN/m ²
	<hr/>
	2,683 KN/m ²

Composizione tamponamenti interni:

Tamponamenti a secco dello spessore di 15 cm	1,39 KN/m ²
Tamponamenti a secco dello spessore di 20 cm	1,48 KN/m ²



CARICHI PERMANENTI:

Strato portante + Massetto

$$G_1 = 1,710 \text{ KN/m}^2$$

CARICHI VARIABILI:

Carico accidentale folla

$$q_{k1} = 3,00 \text{ KN/m}^2$$

Carico variabile solaio

$$0,97 \text{ KN/m}^2$$

Carico variabile tamponamenti interni (valore correttivo normativa)

$$0,80 \text{ KN/m}^2$$

$$g_{2k} = 1,77 \text{ KN/m}^2$$

Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo e di Esercizio

da normativa:

$$S.L.E. = G_1 + g_{2k} + (\psi_{11} * q_{k1}) = 4,98 \text{ KN/m}^2 \quad \psi_{11} = 0,5$$

$$Y_{G1} = 1,3$$

$$S.L.U. = (Y_{G1} * G_1) + (Y_{G2} * g_{2k}) + (Y_{Q1} * q_{k1}) = 9,38 \text{ KN/m}^2 \quad Y_{G2} = 1,5$$

$$Y_{Q1} = 1,5$$

In seconda battuta si è proceduto con la verifica delle travi principali e delle travi secondarie maggiormente sollecitate dei solai del piano primo esistenti per determinare eventuali interventi di consolidamento.

SOLAIO	TRAVE	l	i	SLU - Verifica flessione		SLU - Verifica taglio		SLE - verifica spostamenti		Consolidamento
S01 S16 S18 S25 S27	Ts - IPN 140	415	55	0,820	<1	0,133	<1	0,97	< 1,66	S18, S25, S27 PRESENTANO LUCI MINORI DI S01: VERIFICATI
S02	Ts - IPN 140	525	55	0,241	<1	0,072	<1	0,08	< 0,90	
S03	Tp - IPN 200	303	256	0,762	<1	0,237	<1	0,34	< 1,21	
	Tb - IPN 240	460		0,628	<1	0,077	<1			
	Ts - IPN 140	264	55	0,332	<1	0,085	<1	0,16	< 1,06	
S05 S10 S20 S24	Ts - IPN 140	215	105	0,413	<1	0,130	<1	0,13	< 0,86	
S06 S21	Tp - IPN 250	740	385	3,675	>1	0,584	<1	7,95	> 2,96	Necessario
	Ts - IPN 140	435	55	0,901	<1	0,140	<1	1,18	< 1,74	
S07 S22	Ts - IPN 140	442	55	0,930	<1	0,142	<1	1,25	> 1,77	
S08 S23	Tp - IPN 250	745	350	3,390	>1	0,535	<1	7,42	> 2,98	Necessario
	Ts - IPN 140	365	55	0,634	<1	0,117	<1	0,58	< 1,46	
S09	Ts - IPN 140	292	25	0,221	<1	0,051	<1	0,12	< 1,17	

S11	Tp - IPN 200	303	255	0,762	<1	0,237	<1	0,34	< 1,21	
	Tb - IPN 240	460		0,628	<1	0,077	<1			
	Ts - IPN 140	303	55	0,437	<1	0,097	<1	0,28	< 1,21	
S12	Tp - IPN 250	610	343	2,228	>1	0,430	<1	3,27	> 2,44	Necessario
	Ts - IPN 140	350	55	0,583	<1	0,112	<1	0,49	< 1,40	
S13	Tp - IPN 250	620	343	2,302	<1	0,437	<1	3,49	> 2,48	Necessario
	Ts - IPN 140	350	55	0,583	<1	0,112	<1	0,49	< 1,40	
S14	Tp - IPN 200	410	294	1,599	>1	0,368	<1	1,33	< 1,64	Necessario
	Ts - IPN 140	294	55	0,411	<1	0,094	<1	0,25	< 1,18	
S15 S17 S28	Ts - IPN 140	535	55	1,363	>1	0,172	<1	2,69	> 2,14	Necessario

Di seguito sono riportati i valori degli elementi del solaio in seguito alla sostituzione o aggiunta di travi per il rinforzo strutturale.

SOLAIO	TRAVE	l	i	SLU - Verifica flessione		SLU - Verifica taglio		SLE – verifica spostamenti		Consolidam ento
S06 S21	Tp - IPN 320	740	225	0,857	<1	0,163	<1	1,70	< 2,96	Verificato
	Ts - IPN 140	225	55	0,241	<1	0,072	<1	0,08	< 1,74	
S08 S23	Tp - IPN 250	745	225	0,857	<1	0,163	<1	1,70	< 2,96	Verificato
	Ts - IPN 140	365	55	0,634	<1	0,117	<1	0,58	< 1,46	
S12	Tp - IPN 300	610	232	0,715	<1	0,157	<1	1,03	< 2,44	Verificato
	Ts - IPN 140	232	55	0,265	<1	0,074	<1	0,10	< 0,90	
S13	Tp - IPN 300	620	232	0,739	<1	0,159	<1	1,10	< 2,44	Verificato
	Ts - IPN 140	232	55	0,265	<1	0,074	<1	0,10	< 0,90	
S14	Tp - IPN 240	410	294	0,865	<1	0,368	<1	1,33	< 1,64	Verificato
	Ts - IPN 140	294	55	0,411	<1	0,094	<1	0,25	< 1,18	
S15 S17 S28	Ts - IPN 140	438	55	0,911	<1	0,140	<1	1,20	< 1,75	Verificato

Si è andati poi a dimensionare gli elementi in acciaio costituenti l'intervento di consolidamento integrale dei solai S04, S19, S26 e delle unioni bullonate tra gli stessi.

Dimensionamento trave secondaria IPE 180

Luce max travi secondarie 3,30 m
Interasse travi secondarie 2,45 m



Modulo elastico $206 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$
 Freccia ammissibile $0,0132 \text{ m}$
 $l/250$

$p \text{ (S.L.E.)} = 12,21 \text{ KN/m}$

$$f = \frac{5pl^4}{384EJ_x} < \frac{l}{250} \quad \text{Dalla quale è possibile ricavare } J_x = 693,21 \text{ cm}^4$$

Profilo:	h	180 mm	A	23,95 cm ²
	b	91 mm	J	1317 cm ⁴
	a	5,3 mm	W	146,3 cm ³
	e	8 mm	i	7,42 cm
	r	9 mm	Peso	0,188 KN/m

Verifica della trave secondaria

$p \text{ (S.L.U.)} = 22,99 \text{ KN/m}$ al qual va aggiunto il peso proprio della trave dimensionata
 $p \text{ (S.L.U.)} = 23,23 \text{ KN/m}$

Verifica a flessione retta

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

M_{Ed} Momento massimo di progetto $pl^2/8$ $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd}$ Momento resistente di progetto W^*f_{yk}/γ_{m0} $\gamma_{m0} = 1,05$

$M_{Ed} = 31621,41$ $M_{c,Rd} = 32743,33 \text{ Nmm}$

$0,965736 \leq 1$ VERIFICATO

Verifica a taglio

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{m0}}$$

A_v è l'area resistente a taglio

Con: $t_f = e$
 $t_w = a$



$$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$

$A_v = 1125,4 \text{ mm}^2$
 $V_{c,Rd} = 145420 \text{ N}$

$V_{Ed} = 38329 \text{ N}$

0,263574 ≤ 1

VERIFICATO

Dimensionamento trave principale IPE300

Luce max travi principali 7,55 m
 Interasse travi principali 3,30 m
 Modulo elastico 206*10⁶ KN/m²
 Freccia ammissibile l/250 0,0302 m

P (S.L.E.)= 16,44 KN

$$f_{max} = \left(\frac{P I_{ts}}{24 EJ} \right) * (3l^2 - 4I_{ts}^2) \quad \text{Dalla quale è possibile ricavare } J_x=3966 \text{ cm}^4$$

Profilo scelto:	h= 300 mm	A= 53,81 cm ²
	b= 150 mm	J= 8356 cm ⁴
	a= 7,1 mm	W= 557,1 cm ³
	e= 10,7 mm	i= 12,46 cm
	r= 15 mm	Peso= 0,422 KN/m

Verifica della trave principale

P (S.L.U.)= 30,96 KN al qual va aggiunto il peso proprio della trave dimensionata
 P (S.L.U.)= 31,51 KN

Verifica a flessione retta

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

M_{ed} Momento massimo di progetto P*I f_{yk}= 235
 M_{c,Rd} Momento resistente di progetto W*f_{yk}/γ_{m0} γ_{m0}= 1,05

M_{ed} 103978 Nm M_{c,Rd} 124684 Nmm

0,833927 ≤ 1 VERIFICATO

Verifica a taglio

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

A_v è l'area resistente a taglio

Con: t_f=
e



$$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$



a $t_w =$

$$A_v = \frac{2567,9}{7} \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = 331824 \text{ N}$$

$$V_{ed} = 31508 \text{ N}$$

$$0,094955 \leq 1$$

VERIFICATO

Unione trave principale-trave secondaria

Unione tramite doppia squadretta a L e 3 bulloni sull'anima della trave secondaria

Posizione dei fori

$d_0 =$ diametro foro =	14 mm
Φ bulloni =	12 mm
A =	113,12 mm ²

$e_1 >$	$1,2 d_0 =$	16,8 mm
$e_1 <$	$40\text{mm} + 4t =$	60 mm
$e_2 >$	$1,5 d_0 =$	21 mm
$e_2 <$	$40\text{mm} + 4t =$	60 mm
$p_1 >$	$2,2 d_0 =$	30,8 mm
$p_1 <$	$14t =$	70 mm
$p_2 >$	$3 d_0 =$	42 mm
$p_2 <$	$14t =$	70 mm

Si posiziona una fila verticale di 3 bulloni con distanza dal bordo superiore (e_1) pari a 50 mm e distanze tra i centri dei fori di 50 mm

1- Verifica resistenza a rottura dei bulloni

$$F_{v,Ed} / 2 \leq F_{v,Rd}$$

$F_{v,Ed}$ = Taglio agente sull'unione tra trave secondaria e trave principale

$T = Pl/2$	38,33 KN	p al SLU	23,23 KN/m
		l	3,30 m

$$F_{v,Ed} = T/3 = 12,78 \text{ KN}$$

Si ipotizzano bulloni 4,6 con diametro Φ 10 mm

Tensione a rottura del bullone	$F_{tb} =$	400 N/mm ²
--------------------------------	------------	-----------------------

Area resistente a taglio	$A_{res} =$	113,10 mm ²
--------------------------	-------------	------------------------

$$Y_{M2} = 1,25$$

$$F_{v,Rd} = 0,5 * f_{tb} * A_{res} / Y_{M2} = 18096 \text{ N} \quad 18,10 \text{ kN}$$

VERIFICATO

2- Verifica resistenza a rifollamento dei fori sulla squadretta

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$F_{b,Rb} = k * \alpha * f_{tk} * d * t / Y_{M2}$$

$$f_{tk} = 360 \text{ Mpa}$$

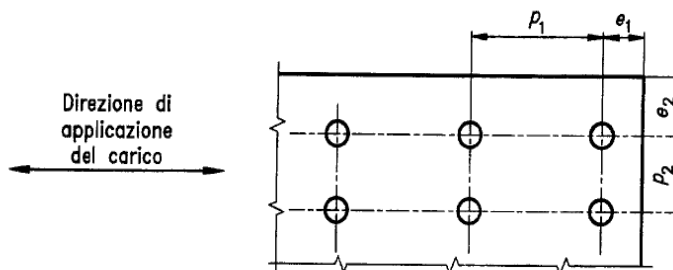
$$\alpha \text{ bulloni interni nella direzione di carico} = 0,55$$

$$k \text{ bulloni interni nella direzione di carico} = 2,5$$

Resistenza a rifollamento bulloni interni

$$F_{b,Rb} = 27720 \text{ N} \quad 27,72 \text{ kN}$$

VERIFICATO



Unione tramite squadretta a L e doppia mortessatura

Unione tramite squadretta a L e 4 bulloni sull'anima della trave principale

Posizione dei fori

$$d_0 = \text{diametro foro} = 20 \text{ mm}$$

Φ

$$\text{bulloni} = 18 \text{ mm}$$

$$A = 254,47 \text{ mm}^2$$

$$e_1 > 1,2 d_0 = 24 \text{ mm}$$

$$e_1 < 40\text{mm} + 4t = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 > 1,5 d_0 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 < 40\text{mm} + 4t = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 > 2,2 d_0 = 44 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} p_1 &< 14t = 99,4 \text{ mm} \\ p_2 &> 3 d_0 = 60 \text{ mm} \\ p_2 &< 14t = 99,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

1- Verifica resistenza a rottura dei bulloni

$$F_{v,Ed} / 2 \leq F_{v,Rd}$$

$F_{v,Ed}$ = Taglio agente sull'unione tra trave secondaria e trave primaria

$$\begin{aligned} T = Pl/2 & \quad 76,66 \text{ KN} & \quad p \text{ al SLU} = & \quad 23,23 \text{ KN/m} \\ & & \quad l = & \quad 3,30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$F_{v,Ed} = T/2 \quad 25,55 \text{ KN}$$

Si ipotizzano bulloni 5,2 con diametro Φ 10 mm

$$\text{Tensione a rottura del bullone} \quad F_{tb} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Area resiliente a taglio} \quad A_{res} = 254,47 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{v,Rd} = 0,6 * f_{tb} * A_{res} / \gamma_{M2} = 61073 \text{ N} \quad 61,07 \text{ KN}$$

VERIFICATO

2- Verifica resistenza a rifollamento dei fori sull'anima della trave principale

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd} \quad d = 20 \text{ mm}$$

$$t = 7,1 \text{ mm}$$

$$F_{b,Rd} = k * \alpha * f_{tk} * d * t / \gamma_{M2} \quad f_{tk} = 236 \text{ Mpa}$$

$$\alpha \text{ bulloni di bordo nella direzione di carico} = 0,4$$

$$= 1$$

$$\alpha \text{ bulloni interni nella direzione di carico} = 0,7$$

$$= 5$$

$$k \text{ bulloni di bordo nella direzione di carico} = 2,5$$

$$k \text{ bulloni interni nella direzione di carico} = 2,5$$

Resistenza a rifollamento bulloni di bordo

$$F_{b,Rd} = 27480 \text{ N} \quad 27,48 \text{ KN} \quad \text{VERIFICATO}$$

Resistenza a rifollamento bulloni interni

$F_{b,Rb} =$ 50268 N 50,27 KN VERIFICATO

All'estradosso del solaio, si è deciso di realizzare una soletta in CLS alleggerito con annegata una rete in fibra di vetro per distribuire uniformemente i carichi e dare rigidità all'impalcato.

La rete posata sulle ali superiori delle travi IPN 140 del solaio, viene resa solidale ad esse tramite graffatura meccanica a freddo, meno invasiva della perforazione per l'inserimento dei connettori in acciaio, e in prossimità dell'elemento portante verticale viene risvoltata e resa solidale con la muratura tramite l'inserimento di connettori in FRP.



FIGURA 44 - RINFORZO SOLAIO CON RETE FRP

CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE

Per eseguire una buona opera di consolidamento bisogna conoscere il funzionamento e le carenze della muratura, evitando interventi generici non appropriati.

Prima di passare alla descrizione delle principali tecniche di consolidamento si elencano in maniera sintetica le principali cause di dissesto statico o di carenza meccanica delle murature:

- *insufficiente coefficiente di sicurezza a rottura*, ciò può avvenire nei confronti dello schiacciamento oppure del taglio:
 - *schiacciamento*: si manifesta sia in condizioni statiche che dinamiche e si evidenzia, quando si è al limite della rottura, con micro lesioni verticali o con lieve espulsione di materiale lapideo, delle malte di allettamento ovvero dell'intonaco, quando presente; in altri casi, come ad esempio in presenza di un coefficiente pari a 2 invece di 3 (minimo comunemente accettabile per edifici esistenti), non ci sono segni di dissesto e lo stato di sofferenza si rileva a seguito di prove di carico sulle murature, facenti parte della campagna diagnostica prevista;
 - *taglio*: si manifesta solitamente in zone sismiche e si individua mediante apposite prove in situ confrontate con le azioni dinamiche di taglio esplicitate da modellazioni matematiche; anche in questo caso, in presenza di terremoti, si formano le



caratteristiche lesioni inclinate, segno evidente del superamento delle condizioni di rottura, sia pur locali;

- *instabilità pressoflessionale* (carico di punta): il fenomeno consiste nell'instaurarsi di sollecitazioni flessionali non previste a causa della lieve deformazione conseguente alla snellezza di murature in cui il rapporto μ tra luce libera di inflessione e spessore è elevato (per murature continue, in sede di verifica si considera pericoloso tale rapporto quando è superiore a circa 15); ciò comporta l'incremento progressivo dell'inflessione stessa e l'instaurarsi di tensioni di trazione non più localizzate al di sotto dell'appoggio dei solai, ma distribuite su tutta l'altezza della muratura, con riduzione progressiva della sezione realmente resistente, fino al sopraggiungere del collasso, che avviene in maniera istantanea. È importantissimo evidenziare che, nel caso di murature a sacco, composte dai due paramenti esterni e dal rinsacco interno, ammortati l'uno agli altri in maniera più o meno corretta, occorre conoscere esattamente tale grado di connessione e verificare se, a seguito di fenomeni di altra natura come infiltrazioni, eventi sismici, etc., o semplicemente per problemi costruttivi - quali assenza di diatoni ovvero rigidzze diverse - si sia creato uno scollamento tale che la muratura non funzioni più come un *unicuum* con lo spessore reale, ma come un insieme di suoi sottomoduli reciprocamente addossati e reagenti ciascuno con il proprio spessore, chiaramente fortemente ridotto rispetto a quello geometrico, con conseguente raggiungimento del valore 15 del coefficiente μ per altezze di interpiano molto minori; è fondamentale quindi prima di eseguire una verifica al carico di punta, aver conosciuto lo stato di ammortamento reciproco dei vari strati murari (mediante esecuzione di carotaggi, indagini endoscopiche e/o con georadar);
- *ristrutturazione con notevole incremento dei carichi accidentali*: in questi casi la necessità di rinforzo della muratura per aumentarne la resistenza è molto remota; ciò perché l'incidenza dei carichi accidentali sul totale dei carichi permanenti (solai o volte e soprattutto murature) è estremamente ridotta e dalle verifiche di calcolo è facile vedere che anche un incremento del 100% dei carichi accidentali non aumenta in maniera significativa le tensioni e quindi non riduce il coefficiente di sicurezza delle murature (naturalmente non vale lo stesso discorso per la verifica ed il rinforzo degli orizzontamenti); parzialmente diverso è il caso in cui edifici antichi destinati ad abitazioni oppure uffici vengano riutilizzati come deposito archivi con carichi che possono passare anche da 200 a 3000 kg/mq; in tali casi oltre al notevolissimo incremento del carico accidentale è da mettere in conto il maggior peso degli orizzontamenti a seguito del rinforzo, che consiste in un vero e proprio rifacimento, ed anche la probabile rigenerazione muraria, necessaria per aumentare la rigidezza e, nelle pareti a sacco, la connessione tra i paramenti: si arriva ad incrementi dell'ordine del 15-20% con influenza sullo stato tensionale e quindi sul coefficiente di sicurezza a rottura per schiacciamento;
- *alto rapporto vuoti-pieni*: è il caso in cui a conclusione della serie di accertamenti preliminari si scopre che nel corso degli anni nella muratura sono stati più volte spostati i vani di passaggio: ciò che geometricamente sembra una sezione piena in realtà non lo è; bisogna quindi ricalcolare lo stato tensionale di progetto sulla base di una ridotta sezione resistente e confrontarlo con la tensione di rottura; il rischio è che il coefficiente di sicurezza non sia garantito;
- *effetti di azioni orizzontali non previste o comunque non equilibrate*: le azioni orizzontali statiche (spinte di archi e volte) o dinamiche (sisma), se non adeguatamente equilibrate, provocano sollecitazioni nel piano ortogonale a quello murario e quindi azioni flettenti e tensioni di trazione cui la muratura non è adatta a resistere e di conseguenza l'insorgere di deformate in corrispondenza delle spinte (es. spancamenti). Spesso, in corrispondenza di azioni sismiche, la combinazione tra azione orizzontale alternata e

scollamento tra gli strati murari (sacco) dovuti al deterioramento, hanno comportato il crollo del paramento esterno;

- *degrado organismo murario*: tale fenomeno è dovuto all'azione del tempo, che può portare in genere al forte deterioramento del legante con perdita delle caratteristiche meccaniche, parziale o diffuso sgretolamento con incremento dei vuoti e conseguente riduzione della resistenza muraria e soprattutto perdita di rigidità e compattezza; spesso può capitare che nonostante ciò sia verificato il coefficiente di sicurezza a rottura, ma il problema del deterioramento naturale resta ed è consigliabile comunque eseguire un adeguato intervento di rigenerazione;
- *cedimenti o rotazioni*: tali dissesti sono provocati generalmente da problemi in fondazione o comunque di meccanismo di movimento dell'edificio, che vanno sanati prima di intervenire sulla muratura con l'intervento ritenuto più adatto;
- *lesionamenti diffusi*: i metodi di sigillatura delle fessure, siano esse superficiali, profonde o passanti, sono numerosi e, come si vedrà, devono essere adeguati al caso in esame; è importante però notare che, se non si è posto rimedio alle cause generanti le lesioni, oppure se il movimento stesso è attivo, non è opportuno procedere alla loro ricucitura perché la nuova continuità muraria è solo apparente ed in breve tempo riappariranno fessure in posizione adiacente alle richiuse, oppure, nel caso di semplice sigillatura con miscele consolidanti, le lesioni stesse tenderanno a riaprirsi;
- *muri in falso*: molto spesso negli edifici più antichi si trovano muri poggianti in falso su volte o, più raramente, su solai lignei; ciò è dovuto ai continui interventi di ristrutturazione per variate funzioni d'uso subite dai manufatti. In alcuni casi, con il tempo, i muri hanno assunto un ruolo di collaborazione strutturale nel funzionamento statico del fabbricato, favorendo la comparsa di dissesti sui sottostanti sistemi voltati che non sono in grado di sopportare simili incrementi di azioni senza danni; per ottenere condizioni di sicurezza occorre intervenire con sistemi di rinforzo, solitamente passivi, in grado di rendere il muro indipendente dall'elemento su cui poggia;
- *umidità di infiltrazione*, controterra e di risalita: il problema dell'umidità è molto delicato, perché, oltre a creare situazioni di disagio igienico, se non adeguatamente bloccata, influisce in maniera negativa sulle murature, infiltrandosi e provocando danni di tipo chimico (reazione con i sali dei leganti e conseguente disgregazione degli stessi) e di tipo meccanico (ad esempio spingendo e distaccando i paramenti murari).

In base alle cause di dissesto è opportuno intervenire con la tecnica di rinforzo più idonea. Le principali sono:

- iniezione di miscele leganti: viene riempito il vuoto tra i laterizi con materiale cementizio che conduce ad un sensibile aumento della resistenza della muratura;
- camicie in calcestruzzo per incrementare la sezione resistente: utilizzo di armature metalliche disposte sulla superficie delle pareti, collegate tra loro mediante barre passanti attraverso la muratura, e realizzazione di due lastre di calcestruzzo dello spessore di circa 4-5 cm;
- perforazioni o cuciture armate: inserimento di barre d'acciaio ad aderenza migliorata ancorate alla muratura con resine epossidiche o malte iniettate per la solidarizzazione di pareti tra loro ortogonali o per un rinforzo generalizzato delle murature;
- tirantini antispulsivi in acciaio o diatonici artificiali in CLS armato: collegamento tra i paramenti murari per evitarne il distacco per mezzo di diatonici in calcestruzzo armato o tirantini costituiti da barre metalliche filettate passanti con rondelle di ampio diametro e serraggio con dadi;
- tirantature orizzontali e verticali per mezzo di tiranti metallici: realizzazione di fori in direzione orizzontale e/o verticale nella muratura per l'alloggiamento di barre metalliche



ad alta resistenza post-tese. Tale intervento conferisce all'edificio un comportamento scatolare fungendo da collegamento tra le varie parti della struttura;

- interventi con compositi fibrorinforzati (fibra di carbonio, fibra di vetro):
 - rinforzo a taglio con rete in FRP applicata alla muratura e resa solidale tramite connettori;
 - rinforzo a flessione con rete in FRP e fasce disposte sulla zona tesa della muratura;
 - imperniature con barre in carbonio annegate in resina epossidica per rendere solidali le murature;
 - tiranti in fibra di carbonio per rendere solidale l'impalcato con la muratura;
 - cerchiatura e frettaggio di maschi murari o di colonne allo scopo di incrementare la resistenza a compressione per confinamento ed anche la duttilità degli elementi interessati dal rinforzo.

In base agli interventi adottati per il rinforzo dei solai, è prevedibile un possibile rinforzo degli elementi murari, per ridurre le tensioni all'interno degli stessi.

Vista la tecnologia utilizzata per il rinforzo dell'estradosso del solaio, si ritiene di dover procedere utilizzando la stessa tecnologia, il rinforzo con intonaco armato con rete GFRP.

A differenza delle tradizionali camicie in calcestruzzo, l'intervento tramite GFRP consente di ridurre gli spessori della malta di supporto, andando ad eguagliare quelli esistenti ed oggetto di ripristino per il risanamento.

La rete viene collegata attraverso connettori a L resi solidali alla muratura mediante riempimento dei fori passanti realizzati per l'alloggio con resina.



FIGURA 45 - RINFORZO MURATURA CON RETE GFRP

CONSOLIDAMENTO DELLE FONDAZIONI

Nel caso in oggetto si è previsto di intervenire sulle fondazioni per aumentare il livello di sicurezza avendo variato la destinazione d'uso dell'immobile. Tale situazione potrebbe fare insorgere dissesti per l'aumento delle pressioni sul terreno conseguente alla modificazione dell'assetto e del peso dell'edificio. L'intervento di consolidamento delle fondazioni è dettato anche dall'età delle stesse per le quali potrebbe essere subentrato un deterioramento del materiale di cui è composta la struttura superficiale o profonda.

Anche la presenza di alberi ad alto fusto potrebbe creare inconvenienti alle strutture causando spostamenti verticali anche di alcuni centimetri.

Si è proceduto alla realizzazione di cordoli in c.a. di placcaggio ai lati delle fondazioni esistenti, andando ad ammorsarle attraverso un getto dello spessore di 30 cm circa.

Il conglomerato cementizio sarà armato con tondini metallici e collegato alla fondazione tramite appositi tirafondi metallici.

Ne risulta un allargamento della base fondale e una distribuzione delle pressioni uniforme.

RECUPERO DELLA STRUTTURA DI COPERTURA

La struttura di copertura dell'edificio non presenta importanti segni di degrado, salvo in alcune parti dell'orditura secondaria che presenta segni di marcescenza provocata dalla rottura di alcune scandole in pietra. Verranno quindi mantenute le travi in rovere e le capriate, in quanto si trovano in ottime condizioni.

Si interverrà invece sull'orditura secondaria, andando a realizzare un pacchetto prestazionale adeguato allo sfruttamento degli spazi sottotetto. Si manterranno forma, altezze e i materiali di finitura originali.



5.2.2 ISOLAMENTO TERMICO

Le murature verso gli spazi aperti saranno isolate per raggiungere un grado di comfort termico che possa soddisfare le esigenze normative senza modificare l'aspetto esteriore.

Le scelte progettuali riguardanti il recupero della villa Bocconi, hanno portato alla necessità di isolare l'edificio dall'interno, affinché fosse mantenuto l'aspetto della facciata in quanto patrimonio storico artistico.

La scelta di isolare l'edificio dall'interno ha comportato alcune difficoltà tecniche:

- gestire lo spessore degli isolanti in modo da non ridurre le superfici utili,
- evitare la formazione di condensa interna,
- la risoluzione dei ponti termici,
- evitare eccessive dispersioni di calore per ventilazione naturale.

Per questi motivi si è fatto ricorso a materiali altamente isolanti ma altrettanto sottili che provengono dalla ricerca nanotecnologica. L'aerogel è un gel di diossido di silicio ottenuto mediante il procedimento del "sol-gel" e successivamente disidratato in condizioni supercritiche. Tali processi danno luogo ad una matrice solida tridimensionale, amorfa, di particelle di SiO_2 con diametro medio pari a 10 nm e nanopori aperti da 1 a 100nm (un nanometro è un milionesimo di millimetro).

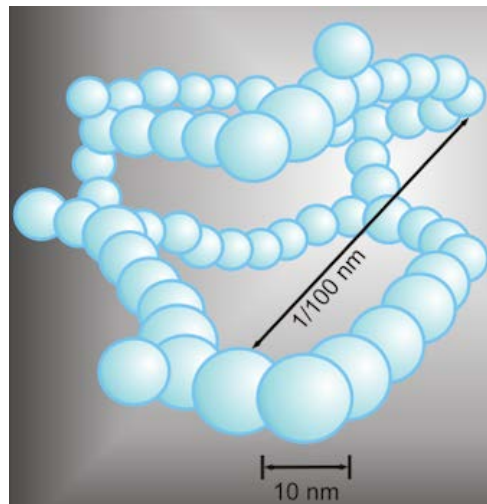


FIGURA 46 - AEROGEL INGRANDIMENTO

La struttura che si ottiene, particolarmente porosa, conferisce agli aerogel eccezionali doti di leggerezza (97% di aria con punte del 99%) e di isolamento termico: l'aerogel è il solido più leggero mai concepito pesando circa 3 volte l'aria.

Gli aerogel manifestano proprietà più vicine a quelle di un gas che a quelle di un solido. La propagazione del suono ad esempio mostra una velocità ridottissima (100 m/s) , tra le più basse in un solido. La conducibilità termica tipicamente si aggira intorno ai 0,013 W/m°K a pressione atmosferica .

Il prodotto finale utilizzato in edilizia è inglobato in supporti costituiti di materiale geosintetico tipo feltro. L'aspetto è quello di un materassino termoisolante ad altissime prestazioni e di spessore ridotto.

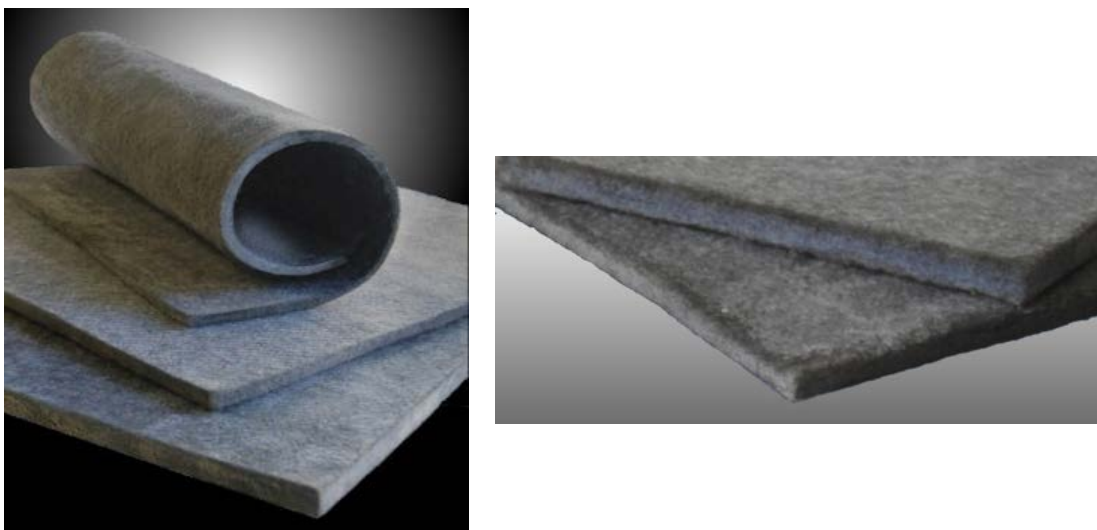


FIGURA 47 - MATERAZZINO TERMOISOLANTE IN AEROGEL

L'eliminazione dei ponti termici è stata risolta ponendo particolare attenzione alla posa in opera del materiale. Si è fatto in modo che le stanze siano come delle scatole all'interno della scatola principale che è l'involucro esistente.

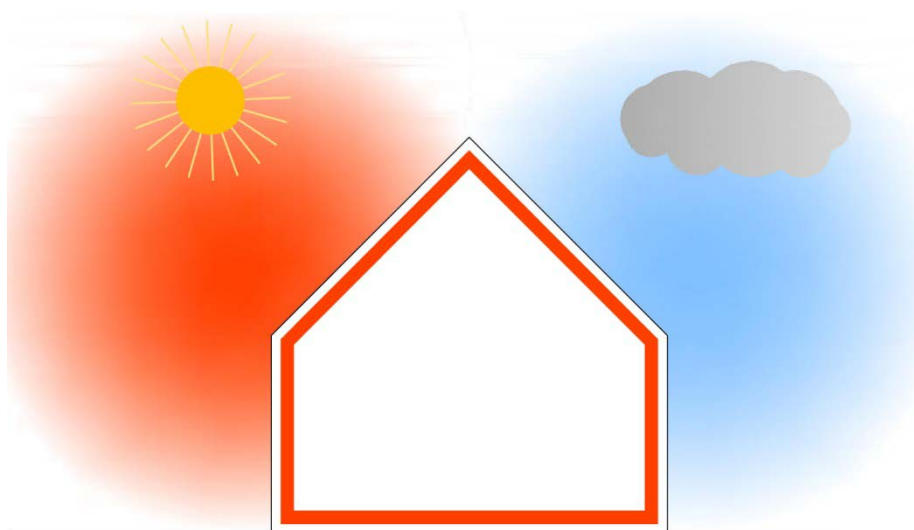


FIGURA 48 – ISOLAMENTO TERMICO

L'isolante delle pareti è stato risvoltato assieme a quello dei pavimenti in modo tale che non possano esserci infiltrazioni fredde che diminuiscano il valore di trasmittanza nell'edificio. Questo almeno fino alla profondità di 1,5 m verso l'interno dell'edificio, dove, dato lo spessore elevato dei muri i valori trasmittanza risultano automaticamente smorzati

Per l'isolamento dei solai contro terra sarà utilizzato vetro cellulare. È un materiale molto semplice ed ecologico ottenuto da vetro riciclato che viene macinato fino ad ottenere polvere



per poi, attraverso un processo di estrusione ad alta temperatura, assumere una dimensione completamente diversa, caratterizzata dalla presenza di milioni di piccole celle ermeticamente chiuse che garantiscono un ottimo isolamento termico ed una assoluta impermeabilità.



FIGURA 49 – GHIAIA IN VETRO CELLULARE

5.2.3 ISOLAMENTO ACUSTICO

Un' altro aspetto tecnologico su cui si è concentrato lo sviluppo tecnologico del progetto è stato l'isolamento dal rumore. Il problema è sorto in quanto, trattandosi di un albergo, è stato necessario isolare acusticamente in maniera adeguata i luoghi di riposo gli uni dagli altri, verso gli spazi comuni e verso l'esterno.

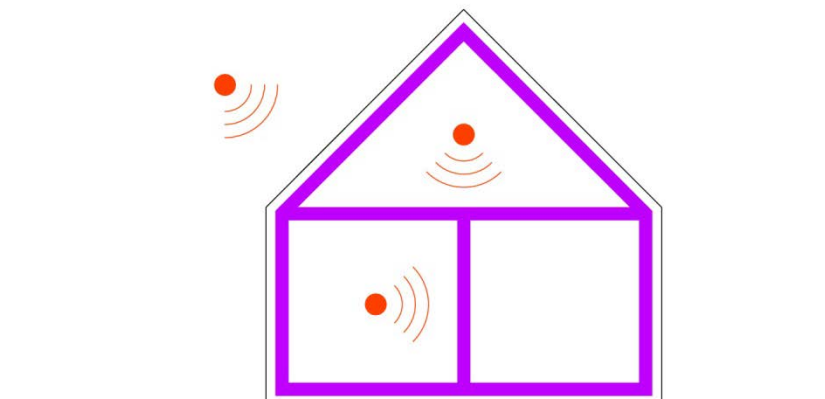


FIGURA 50 – ISOLAMENTO ACUSTICO

Per fare ciò si è scelto di utilizzare la lana di vetro in pannelli tipo CelenitN che oltre ad avere ottime prestazioni acustiche da un suo contributo anche per quanto riguarda l'isolamento termico considerando che i locali potrebbero essere non tutte scaldati alla stessa temperatura.

Il materiale è costituito da lana di vetro derivante dalla fusione di sabbia e vetro, trasformata in fibre e resa coesiva dall'introduzione di un legante. Questa fibra viene quindi riscaldata a circa 200 °C e sottoposta a calandratura per conferirle ulteriore resistenza meccanica e stabilità. Infine vengono ricavati rotoli oppure viene tagliata in pannelli.

Di seguito sono raccolti in schede gli abachi di progetto degli elementi tecnici della villa

Elenco schede:

SET 01 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 01)

SET 02 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 02)

SET 03 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 03)

SET 04 – CHIUSURA VERTICALE OPACA (rif. CVO 04)

SET 05 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 01)

SET 06 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 02)

SET 07 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 03)

SET 08 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 04)

SET 09 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 05)

SET 10 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 06)

SET 11 – PARETE DIVISORIA INTERNA (rif. PDI 07)

SET 12 – COPERTURA (rif. COP 01)

SET 13 – SOLAIO A TERRA (rif. SOL 01)

SET 14 – SOLAIO SU SPAZI APERTI (rif. SOL 02)

SET 15 – SOLAIO (rif. SOL 03)

SET 16 – SOLAIO (rif. SOL 04)



Scheda tipo di elemento tecnico

SCHEDA DELL'ELEMENTO TECNOLOGICO				1
2	Classe di unità tecnologica	--		
3	Unità tecnologica	--		
4	Classe di elemento tecnico	--	--	5
6	Materiale	--		
Stratigrafia			Scala 1:10	
				7
8	Rif	Elemento costituente	Materiale costituente	Dimensioni
	1	--	--	-- mm
	2			-- mm
	3			-- mm
	4			-- mm
	5			-- mm
Proprietà termo-acustiche				
9	U: -- W/m ² °K		R _w : -- dB	
				10

- 1 Codice e numero progressivo di scheda
- 2 Classe di unità tecnologica – categoria metaprogettuale caratterizzata da un significativo e peculiare programma di funzioni
- 3 Unità tecnologica - unità che identifica un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni tecnologiche.
- 4 Classe di elemento tecnico - è un elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche
- 5 Codice della classe di elemento tecnico
- 6 Materiale – materiale di cui è costituito l'elemento tecnico
- 7 Stratigrafia – la scala di rappresentazione è indicata sulla destra
- 8 Descrizione – è indicato il riferimento in stratigrafia, la funzione, una breve descrizione e la misura dello strato costituente l'elemento tecnico
- 9- 10 Proprietà termoacustiche – valore di trasmittanza dell'elemento tecnico (U)

5.3 VERIFICHE NORMATIVE

Non avendo reperito alcuna normativa restrittiva per il comune di Casorate Sempione, si è valutata l'accessibilità e l'abitabilità secondo le prescrizioni del regolamento d'igiene della regione Lombardia.

Per l'edificio della villa, che sarà principalmente adibito a albergo e ristorante, i requisiti di illuminazione, aerazione, isolamento acustico, isolamento e condizionamento, si fa riferimento ai requisiti previsti per le abitazioni civili. Devono inoltre essere rispettati le normative vigenti in materia di prevenzione incendi ed ogni altra norma in materia di sicurezza.

Stanze albergo

Il regolamento d'igiene prevede che per gli esercizi di ospitalità la superficie minima delle camere sia di 8 m² per quelle ad un letto e 14 m² per quelle a due letti, la cubatura minima è previsto che sia rispettivamente di 24 m³ e 42 m³, al netto degli spazi accessori.

Ciascuna camera non può ospitare più di 4 letti e comunque, dopo il secondo letto, per ogni letto in più devono essere aggiunti almeno 18 m³ alla cubatura minima e almeno 6 m² alla superficie.

La superficie dei bagni deve essere minimo di 4 m² e devono contenere la dotazione minima che prevede il regolamento d'igiene:

- un vaso
- un bidet
- un lavabo
- una doccia

L'altezza minima delle camere e i locali soggiorno deve essere 2,70 m, per i bagni e gli spazi accessori 2,40 m, e comunque, in entrambi i casi, non superiore a 3,00 m.

Nel caso di ambienti con altezze non uniformi sono consentiti valori inferiori ai minimi, per le camere ed i locali soggiorno, purché non al di sotto di 2,00 m, a condizione che l'altezza media ponderale del locale non risulti inferiore a 2,70 m, per le cucine e i bagni, purché non al di sotto di 1,80 m, a condizione che l'altezza media ponderale del locale non risulti inferiore a 2,40 m.

Ristorante

Di seguito le prescrizioni del regolamento d'igiene previste per la progettazione del ristorante con ricettività fino a 100 posti tavola situato all'interno dell'edificio esistente.

La profondità massima dei locali misurata perpendicolarmente al piano della parete finestrata, non deve essere superiore a 2,5 volte l'altezza dei locali.

I locali possono mantenere le altezze originarie, se inferiori o uguali a 3,00 m, comunque non inferiori a 2,70 m.

L'esercizio di ristorazione deve essere dotato di un locale cucina di 25 m².

La dispensa deve essere ubicata in vano autonomo, aerato direttamente o indirettamente e con lato minore non inferiore a 1,5 m comunicante direttamente con la cucina ed avente superficie di 12 m².

La superficie destinata a sguatteria anche se inserita nel vano cucina deve intendersi aggiuntiva degli spazi cucina di 5 m².

Il deposito deve essere parte integrante dell'esercizio e deve comunicare direttamente o indirettamente con l'esercizio stesso senza percorsi esterni, deve avere la superficie minima di 8 m².



La sala da pranzo deve essere dimensionata tenendo conto del rapporto di 1,20 m² per ogni utente; nella sala deve essere previsto tavolo e percorsi per la fruibilità dell'esercizio da parte di disabili come previsto dalla normativa di legge (D.M.236/89).

La dotazione di servizi igienici per il personale che si presume non superiore a 10 addetti è di un servizio igienico (tazza all'inglese e bidet) un lavandino ubicati nell'antibagno. L'altezza minima 2,40 m.

L'unità igienica per il personale di cucina deve essere prevista allo stesso piano e deve essere attigua all'ambiente di lavoro, eventuali altri servizi igienici, lo spogliatoio e la doccia possono essere ubicati anche ad altro piano del fabbricato compreso l'interrato purché funzionalmente e direttamente collegato all'esercizio e senza percorsi esterni.

Lo spogliatoi per il personale deve essere in vano autonomo di superficie minima pari a 6 m² fino a 5 addetti; per ogni ulteriore addetto deve essere incrementata la superficie di 1,20 m². La superficie finestrata minima di mq. 0,75; in assenza di superficie finestrata o con dimensioni inferiori a mq. 0,75 è ammessa aspirazione forzata continua che assicuri un numero minimo di 2 ricambi volumi ambiente/ora, con una velocità non superiore a 0,07 m/s. Le porte dovranno essere dotate di idonee griglie di ripresa nella parte inferiore, di superficie tale da permettere un reintegro d'aria pari a quella estratta e con velocità non superiore a 0,1 m/s.

Nel caso di spogliatoi ubicati nell'antilatrina, l'aerazione può essere consentita indirettamente tramite sopraffine, di superficie non inferiore a mq. 0,16, ubicato sulla parete di comunicazione del servizio igienico aerato direttamente dall'esterno.

Nel caso che il servizio igienico sia dotato di aspirazione meccanica, tale sistema dovrà essere previsto anche nel locale antilatrina/spogliatoio, con grigliatura di dimensioni pari a quella sopracitata nella porta di accesso al locale.

Servizi igienici per il pubblico previsti per un ristorante fino a 100 posti tavola sono due unità igieniche per donne e due per uomini, uno di questi servizi igienici deve essere adeguato alla normativa per disabili (D.M. 236/89) con altezza minima mt. 2,40.

5.3.1 RAPPORTI AEROILLUMINANTI

I rapporti aeroilluminanti danno il valore del rapporto che esiste tra la superficie vetrata o apribile delle aperture presenti in un locale e la superficie di pavimento utile. I rapporti minimi di illuminazione naturale diretta e di aerazione naturale diretta sono definiti dal regolamento d'igiene in funzione della destinazione d'uso dei locali. Il rispetto di questi limiti è necessario per la salubrità e l'abitabilità dei locali.

I requisiti di illuminazione e aerazione naturale diretta sono gli stessi per le camere dell'albergo, gli spazi comuni e il ristorante. La verifica del rapporto aeroilluminante è svolta locale per locale.

La richiesta di illuminazione naturale diretta è soddisfatta da una superficie verticale trasparente utile che sia uguale o superiore al 12,5% (1/8) della superficie di pavimento calpestabile, per i locali che non superino 2,5 volte l'altezza del voltino della finestra misurata dal pavimento, nel caso di maggiori profondità, la superficie illuminante per essere verificata dovrà raggiungere il 16,5% (1/6) del pavimento.

Per quanto riguarda l'aerazione dei locali, il regolamento d'igiene prevede che per mantenere la salubrità dei locali debba essere assicurata una superficie finestrata apribile nella misura non inferiore a 1/8 del pavimento. La verifica del requisito di illuminazione diretta garantisce la verifica dei parametri di aerazione.

Nelle camere dell'albergo al piano primo l'imposta delle finestre si trova a 90 cm da terra, aggiungendo l'altezza delle finestre 160 cm, si raggiunge un'altezza del voltino pari a 250 cm, quindi la profondità della superficie di pavimento per la quale è sufficiente 1/8 di superficie finestrata sarà pari a $2,5 \times 250 = 625$ cm.

Nelle camere dell'albergo al piano primo l'imposta delle finestre si trova a 115 cm da terra, aggiungendo l'altezza delle finestre 105 cm, si raggiunge un'altezza del voltino pari a 220 cm, quindi la profondità della superficie di pavimento per la quale è sufficiente 1/8 di superficie finestrata sarà pari a $2,5 \times 220 = 550$ cm.

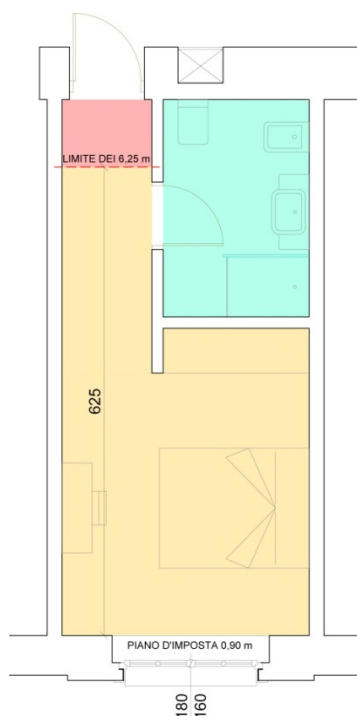


FIGURA 51 - SUPERFICI PER CALCOLO AEROILLUMINANTE, CAMERA TIPO



La procedura che si è utilizzata per la verifica dei rapporti aeroilluminanti è la seguente:

- misurazione della superficie di profondità fino al limite massimo dove è necessario avere illuminazione pari a 1/8 della superficie (S1)
- misurazione della superficie di profondità maggiore al limite massimo dove è necessario avere illuminazione pari a 1/6 della superficie (S2)
- calcolo e sommatoria delle superfici aeroilluminanti necessarie: $(S1)/8 + (S2)/6$
- confronto con la superficie aeroilluminante esistente, se la superficie finestrata verticale esistente risulta essere maggiore o uguale di quella necessaria la verifica è soddisfatta.

Per quanto riguarda i bagni, il regolamento d'igiene consente la presenza di bagni cechi, purché l'aspirazione forzata assicuri un ricambio minimo di 12 volumi/ora in aspirazione forzata intermittente a comando automatico adeguatamente temporizzati in modo da assicurare almeno 3 ricambi per ogni utilizzazione dell'ambiente.

PIANO TERRA

LOCALE	S1(m ²)	S2 (m ²)	Superficie finestrata necessaria $(S1/8+S2/6)$ (m ²)	Superficie finestrata esistente (m ²)	Verifica aeroilluminante	
PT 01	K	38,00	4,75 + 0,00 = 4,75	5,51	POSITIVA	
	D 1	15,84	1,98 + 0,00 = 1,98	2,88	POSITIVA	
	D 2	8,76	Aspirazione forzata	-	-	
	B	4,41	Aspirazione forzata	-	-	
	Sp	5,04	Aspirazione forzata	-	-	
	Co1	6,18	0,00	0,77 + 0,00 = 0,77	3,19	POSITIVA
	Co2	7,28	0,00	Aspirazione forzata	-	-
	SP	88,33	0,00	$\frac{11,0}{4} + 0,00 = 11,04$	15,10	POSITIVA
	Co3	4,78	0,00	0,60 + 0,00 = 0,60	3,11	POSITIVA
	Bar	68,48	0,00	8,56 + 0,00 = 8,56	9,45	POSITIVA
PT 02	I	48,40	0,00	6,05 + 0,00 = 6,05	13,03	POSITIVA
	R	67,47	0,00	8,43 + 0,00 = 8,43	11,80	POSITIVA
PT 03	Ls	23,41	0,00	2,93 + 0,00 = 2,93	5,93	POSITIVA
PT 04	CH1	41,34	0,00	5,17 + 0,00 = 5,17	9,99	POSITIVA
	CH2	42,48	0,00	5,31 + 0,00 = 5,31	7,12	POSITIVA
	Ls	10,81	0,00	1,35 + 0,00 = 1,35	2,41	POSITIVA
	U	12,51	0,00	1,56 + 0,00 = 1,56	2,88	POSITIVA
PT 05	B	17,68	0,00	2,21 + 0,00 = 2,21	2,90	POSITIVA
	Sp	21,68	0,00	2,71 + 0,00 = 2,71	4,06	POSITIVA

PIANO PRIMO

LOCALE	S1(m ²)	S2 (m ²)	Superficie finestrata necessaria (S1/8+S2/6) (m ²)	Superficie finestrata esistente (m ²)	Verifica aeroilluminante	
PP 01	C	17,92	0,00	2,24 + 0,00 = 2,24	2,88	POSITIVA
	B	6,65	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 02	C 1	25,51	0,00	3,19 + 0,00 = 3,19	8,72	POSITIVA
	C 2	11,97	0,00	1,50 + 0,00 = 1,50	1,98	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 03	C	17,29	1,92	2,16 + 0,32 = 2,48	2,88	POSITIVA
	B	6,84	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 04	C 1	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	C 2	8,66	0,00	1,08 + 0,00 = 1,08	2,88	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 05	C	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 06	C	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 07	C	24,86	0,00	3,11 + 0,00 = 3,11	4,48	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 08	C	28,10	0,00	3,51 0,00 3,51	4,24	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 09	C	14,27	0,00	1,78 0,00 1,78	4,00	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 10	C	16,38	0,00	2,05 + 0,00 = 2,05	4,00	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 11	C	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 12	C	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 13	C 1	16,02	1,08	2,00 + 0,18 = 2,18	2,88	POSITIVA
	C 2	8,45	0,00	1,06 + 0,00 = 1,06	1,60	POSITIVA
	B	5,66	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 14	C	17,32	1,98	2,17 + 0,33 = 2,50	2,88	POSITIVA
	B	6,69	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 15	C	37,90	3,84	4,74 + 0,64 = 5,38	7,92	POSITIVA
	B	6,29	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 16	C	18,81	0,83	2,35 + 0,14 = 2,49	2,88	POSITIVA
	B	6,46	0,00	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 17	Ls	24,94	0,00	3,12 + 0,00 = 3,12	4,48	POSITIVA
PP 18	Co1	63,00	0,00	Ventilazione forzata	14,40	-
PP 19	Co2	19,16	8,31	Ventilazione forzata	0,00	-
PP 20	Co3	46,37	5,08	Ventilazione forzata	4,77	-
PP 21	Co4	60	0,00	Ventilazione forzata	14,40	-



PIANO SOTTOTETTO

LOCALE	S1(m ²)	S2 (m ²)	Superficie finestrata necessaria (S1/8+S2/6) (m ²)	Superficie finestrata esistente (m ²)	Verifica aeroilluminante	
PS 01	C	26,81	8,06	3,35 + 1,34 = 4,69	4,86	POSITIVA
	B	5,91	0,00	Aspirazione forzata	1,94	-
PS 02	C	17,20	0,00	2,15 + 0,00 = 2,15	3,85	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 03	C	16,85	0,00	2,11 + 0,00 = 2,11	3,85	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 04	C	20,30	0,00	2,54 + 0,00 = 2,54	3,85	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 05	C	19,00	2,28	2,38 + 0,38 = 2,76	3,68	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 06	C	17,20	0,00	2,15 + 0,00 = 2,15	3,85	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 07	C	17,20	0,00	2,15 + 0,00 = 2,15	3,85	POSITIVA
	B	6,23	0,00	Aspirazione forzata	-	-
PS 08	C	26,81	8,06	3,35 + 1,34 = 4,69	4,86	POSITIVA
	B	5,91	0,00	Aspirazione forzata	1,94	-
PS 09	Co 1	136,28	0,00	Aspirazione forzata	6,265	-

5.3.2 BENESSERE IGROTERMICO

È necessario che siano posti in essere gli accorgimenti affinché vengano rispettate le disposizioni di legge in riferimento all'isolamento. In particolare per l'edificio oggetto di studio, trovandosi nella zona climatica indicata come zona E, i valori limite di trasmittanza delle superfici disperdenti che si devono raggiungere sono i seguenti:

Unità tecnologica	U
Strutture opache verticali	0,34 W/m ² K
Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura	0,30 W/m ² K
Strutture opache orizzontali di pavimento	0,33 W/m ² K
Strutture trasparenti comprensive degli infissi	2,20 W/m ² K
Strutture trasparenti vetrate	1,70 W/m ² K

TABELLA 10 - VALORI MASSIMI DI TRASMITTANZA AMMESSI DALLA NORMATIVA

I coefficienti liminari dipendono dalle caratteristiche di posizione della chiusura o partizione considerata, in particolare:

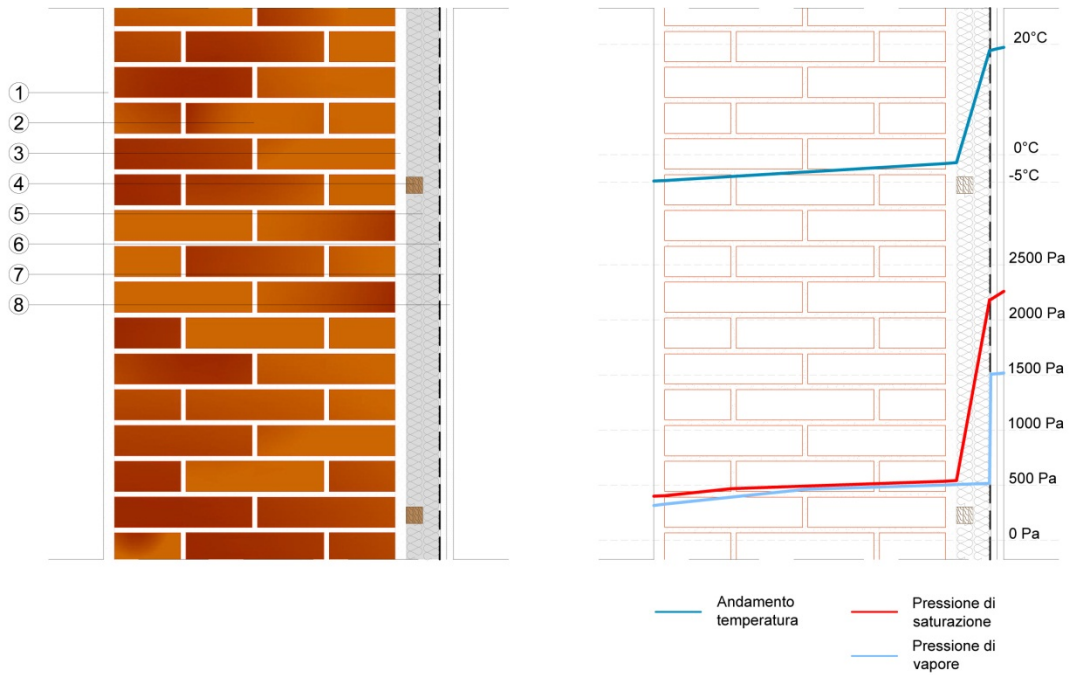
Superfici	α_i	α_e
Verticali	8,1	23,2
Orizzontali con flusso ascendente	9,3	23,2
Orizzontali con flusso discendente	5,8	16,2

TABELLA 11 – COEFFICIENTI LIMINARI DA NORMATIVA

Di seguito si riportano i grafici con i valori di trasmittanza, gli andamenti delle temperature negli strati e i diagrammi con le verifiche di glaser per individuare la formazione di eventuali punti di condensa interstiziale.

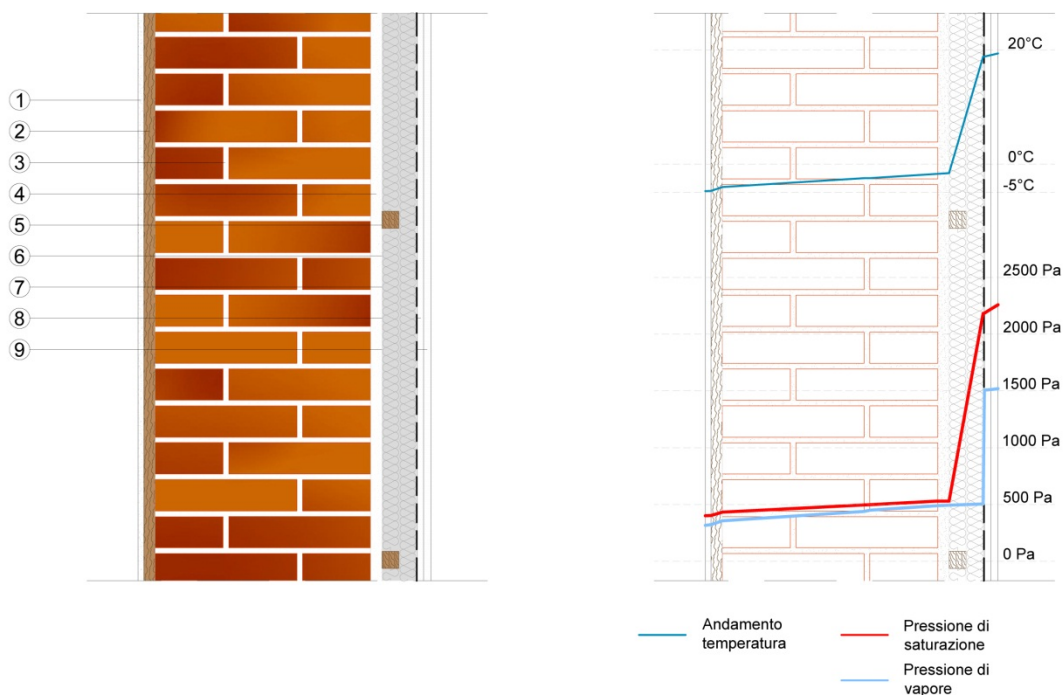


CHIUSURA VERTICALE OPACA CVO 01



Materiale	Spessore strato m	Spessore progressivo m	Conducibilità λ W/mK	Resistenza termica R_t m ² K/W	Resistenza al passaggio di vapore μ	Temperature T °C	Psat (Pa)	Pvap (Pa)	Condensa
					μ	20,000	2337		
Superficie interna				0,123		19,455	2259	1519	NO
8 Cartongesso	0,0125	0,0125	0,210	0,060	18	19,192	2222	1512	NO
7 Cartongesso	0,0125	0,025	0,210	0,060	8	18,929	2185	1508	NO
6 Barriera vapore	0,001	0,026	0,220	0,005		18,909	2183	517	NO
5 Aerogel	0,06	0,086	0,013	4,615	5	-1,469	543	507	NO
3 Intonaco di rinforzo traspirante	0,02	0,106	0,670	0,030	20	-1,601	537	503	NO
Mattoni pieni 25x12x5,5	0,25	0,356	0,720	0,347	10	-3,134	471	420	NO
2 Malta di cemento	0,01	0,366	1,000	0,010	30	-3,178	469	410	NO
Mattoni pieni 25x12x5,5	0,25	0,616	0,720	0,347	10	-4,712	405	328	NO
1 Intonaco esterno	0,02	0,636	0,900	0,022	20	-4,810	401	315	NO
Superficie esterna				0,043		-5,000	393		
Spessore tot.	0,636		ΣR_i	5,662					
Trasmittanza $U = 1 / (1/a_i + \Sigma R_i + 1/a_e)$						0,177 W/m ² K	< 0,34 W/m ² K		
Potenza termica dispersa per superficie unitaria $Q = U S (T_i - T_e)$						2,808 W			

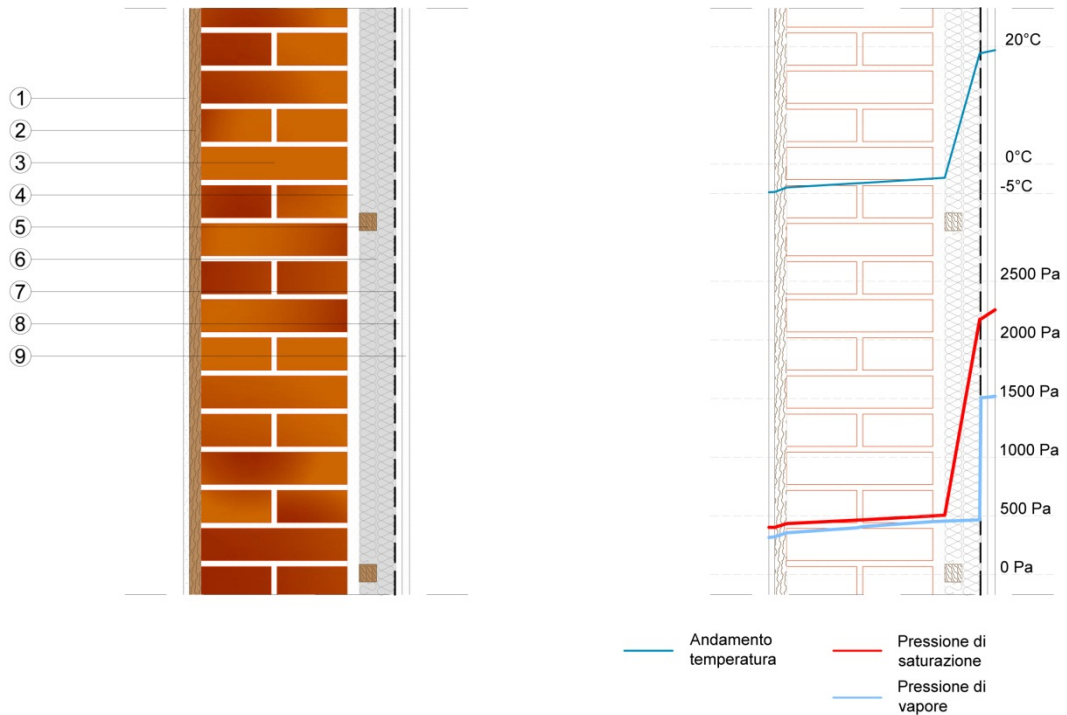
CHIUSURA VERTICALE OPACA CVO 02



Materiale	Spessore strato m	Spessore progressivo m	Conducibilità λ W/mK	Resistenza termica R_t m^2/KW	Resistenza al passaggio di vapore μ	Temperature T °C	Psat (Pa)	Pvap (Pa)	Condensa
					μ	20,000	2337		
Superficie interna				0,123		19,451	2258	1519	NO
9 Cartongesso	0,0125	0,0125	0,210	0,060	18	19,187	2221	1511	NO
8 Cartongesso	0,0125	0,025	0,210	0,060	8	18,922	2184	1508	NO
7 Barriera vapore	0,001	0,026	0,220	0,005		18,902	2182	503	NO
6 Areogel	0,06	0,086	0,013	4,615	5	-1,614	536	493	NO
4 Intonaco di rinforzo traspirante	0,02	0,106	0,670	0,030	6	-1,746	530	489	NO
Mattoni pieni 25x12x5,5	0,12	0,226	0,720	0,167	10	-2,487	498	449	NO
3 Malta di cemento	0,01	0,236	1,000	0,010	30	-2,532	496	439	NO
Mattoni pieni 25x12x5,5	0,25	0,486	0,720	0,347	10	-4,075	431	355	NO
2 Pannello in legno	0,02	0,506	0,13	0,154	50	-4,759	403	321	NO
1 Intonaco esterno	0,01	0,516	0,90	0,011	20	-4,808	401	315	NO
Superficie esterna				0,043		-5,000	393		
Spessore tot.	0,516		ΣR_i	5,624					
Trasmittanza $U = 1 / (1/a_i + \Sigma R_i + 1/a_e)$						0,178 W/m ² K	< 0,34 W/m ² K		
Potenza termica dispersa per superficie unitaria $Q = U S (T_i - T_e)$						2,294 W			

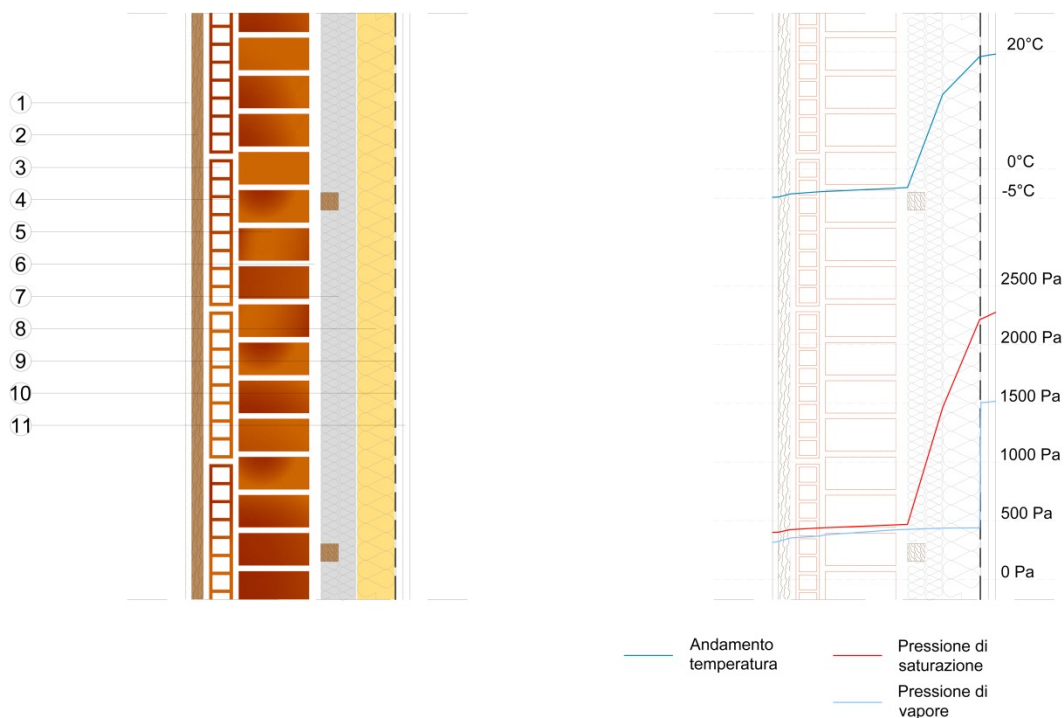


CHIUSURA VERTICALE OPACA CVO 03



Materiale	Spessore strato m	Spessore progressivo m	Conducibilità λ W/mK	Resistenza termica R_t m^2K/W	Resistenza al passaggio di vapore	Temperature T °C	Psat (Pa)	Pvap (Pa)	Condensa	
Superficie interna				0,123	μ	20,000	2337			
9 Cartongesso	0,0125	0,0125	0,210	0,060	18	19,160	2217	1511	NO	
8 Cartongesso	0,0125	0,025	0,210	0,060	8	18,886	2179	1508	NO	
7 Barriera vapore	0,001	0,026	0,220	0,005		18,865	2177	465	NO	
6 Aerogel	0,06	0,086	0,013	4,615	5	-2,331	505	454	NO	
4 Intonaco di rinforzo traspirante	0,02	0,106	0,670	0,030	6	-2,468	499	450	NO	
3	Mattoni pieni 25x12x5,5	0,12	0,226	0,720	0,167	10	-3,233	466	408	NO
	Malta di cemento	0,01	0,236	1,000	0,010	30	-3,279	464	398	NO
3	Mattoni pieni 25x12x5,5	0,12	0,356	0,720	0,167	10	-4,044	433	356	NO
	Pannello in legno	0,02	0,376	0,13	0,154	50	-4,751	403	322	NO
1	Intonaco esterno	0,01	0,386	0,90	0,011	20	-4,802	401	315	NO
Superficie esterna				0,043		-5,000	393			
Spessore tot.	0,386		ΣR_i	5,444						
Trasmittanza $U = 1 / (1/a_i + \Sigma R_i + 1/a_e)$						0,184 W/m ² K	< 0,34 W/m ² K			
Potenza termica dispersa per superficie unitaria $Q = U S (T_i - T_e)$						1,773 W				

CHIUSURA VERTICALE OPACA CVO 04



Materiale	Spessore strato m	Spessore progressivo m	Conducibilità λ W/mK	Resistenza termica R_t m^2K/W	Resistenza al passaggio di vapore	Temperature T °C	Psat (Pa)	Pvap (Pa)	Condensa
					μ	20,000	2337		
Superficie interna				0,123		19,575	2276	1519	NO
11 Cartongesso	0,0125	0,0125	0,210	0,060	18	19,370	2247	1511	NO
10 Cartongesso	0,0125	0,025	0,210	0,060	8	19,165	2218	1507	NO
9 Barriera vapore	0,001	0,026	0,220	0,005		19,150	2216	439	NO
8 Lana di roccia	0,06	0,086	0,032	1,875	1	12,696	1465	437	NO
7 Areogel	0,06	0,146	0,013	4,615	5	-3,191	468	426	NO
6 intonaco di rinzaffo traspirante	0,02	0,166	0,670	0,030	6	-3,293	464	422	NO
5 Mattoni pieni 25x12x5,5	0,12	0,286	0,720	0,167	10	-3,867	440	379	NO
4 Malta di cemento	0,01	0,296	1,000	0,010	30	-3,901	438	369	NO
3 Tavelle in laterizio	0,04	0,336	0,360	0,111	8	-4,284	423	357	NO
2 Pannello in legno	0,02	0,356	0,13	0,154	50	-4,813	401	322	NO
1 Intonaco esterno	0,01	0,366	0,90	0,011	20	-4,852	399	315	NO
Superficie esterna				0,043		-5,000	393		
Spessore tot.	0,366		ΣR_i	7,263					
Trasmittanza $U = 1 / (1/a_i + \Sigma R_i + 1/a_e)$						0,138 W/m ² K	< 0,34 W/m ² K		
Potenza termica dispersa per superficie unitaria $Q = U S (T_i - T_e)$						1,260 W			



5.3.3 VERIFICHE DI ISOLAMENTO ACUSTICO

Il d.P.C.M. 5.12.1997 definisce quali sono i requisiti acustici passivi degli edifici. Il grado di protezione è differente a seconda della destinazione d'uso come segue:

categoria A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
categoria B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili
categoria C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
categoria D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
categoria E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
categoria F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
categoria G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

TABELLA 12 - CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI IN BASE ALLA DESTINAZIONE D'USO

L'edificio oggetto di studio ricade nella categoria C

Il d.P.C.M. definisce inoltre quali siano i valori minimi di isolamento acustico per solai e pareti in base alla categoria di appartenenza dell'edificio:

Categoria edificio	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

TABELLA 13 - VALORI MINIMI DI ISOLAMENTO ACUSTICO

R'_w indice del potere fonoisolante apparente, riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;

$D_{2m,nT,w}$ indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata;

$L'_{n,w}$ indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio di solai;

L_{ASmax} livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo "Slow", per i servizi a funzionamento discontinuo;

L_{Aeq} livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata "A", per i servizi a funzionamento continuo.

La verifica delle prestazioni acustiche è stata svolta per una camera tipo con l'utilizzo del programma Echo 4.0 fornito dall'Anit (Associazione nazionale isolamento termico ed acustico). La scelta è stata fatta considerando che la camera è l'ambiente con maggior vulnerabilità in quanto ambiente di riposo.

Inserendo i dati relativi alle stratigrafie delle pareti e dei solai, con indicati le densità dei materiali e gli spessori, il programma restituisce per ognuna il potere fonoisolante (R_w)

$$R_w = 15,4 \log m' + 8 \text{ (dB)}$$

Inserendo successivamente i valori di volumetria e superfici, la combinazione dei vari tipi di ponti acustici, il programma restituisce il valore del potere fonoisolante apparente (R'_w)

$$R'_w = R_w - C \text{ (dB)}$$

Dove C è funzione della combinazione dei valori di R'_w delle superfici adiacenti e della tipologia di giunto tra gli elementi.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log V / (6 T_0 S) \text{ (dB)}$$

dove S è la superficie della parete vista dall'ambiente interno (m^2), V è il volume dell'ambiente interno (m^3), T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 secondi e ΔL_{fs} è la differenza di livello per forma della facciata (dB) ricavato da tabelle a seconda della dimensione di eventuali aggetti.

L'indice del livello di rumore da calpestio normalizzato ($L'_{n,w}$) è calcolato mediante la seguente relazione.

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K \text{ (dB)}$$

dove $L_{n,w,eq}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione di rumore da calpestio normalizzato equivalente relativo al solaio nudo (dB), ΔL_w è il contributo dovuto alla presenza di pavimenti galleggianti e K è il fattore di correzione che tiene conto delle trasmissioni laterali.

Di seguito si riportano i valori calcolati in riferimento alle soluzioni tecnologiche degli abachi.

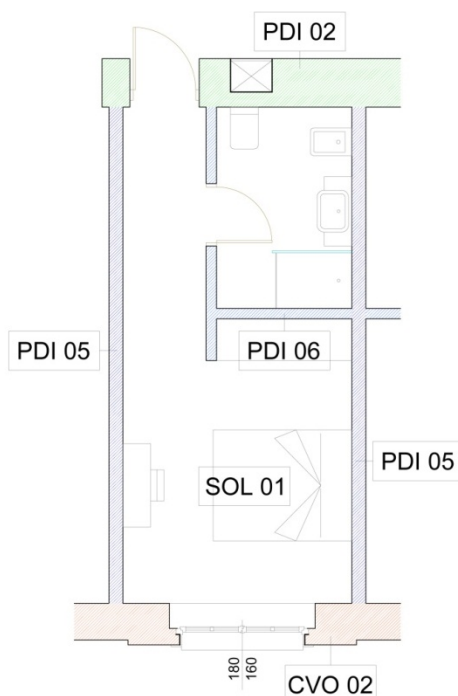


FIGURA 52 – TIPOLOGIA DI SOLAI E PARETI PER CAMERA TIPO



	Elemento divisorio	Valori ottenuti	Valori da normativa
PDI 05	Parete divisoria camera-camera	$R'_w = 55 \text{ dB}$	$R'_{w \text{ min}} = 50 \text{ dB}$
PDI 02	Parete divisoria camera-corridoio	$R'_w = 52 \text{ dB}$	$R'_{w \text{ min}} = 50 \text{ dB}$
CVO 02	Parete di tamponamento facciata	$D_{2m,nT,w} = 48 \text{ dB}$	$D_{2m,nT,w \text{ min}} = 50 \text{ dB}$
SOL 01	Solaio	$L'_{n,w} = 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w \text{ max}} = 63 \text{ dB}$

TABELLA 14 - VALORI DI ISOLAMENTO ACUSTICO CALCOLATI

5.3.4 VERIFICHE ANTINCENDIO

PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO

Per la prevenzione incendi sono stati verificati e calcolati:

- il carico d'incendio in relazione al tipo di scuola e alla tabella allegata;
- la classe
- il sistema di evacuazione dell'edificio (numero e posizione delle uscite, lunghezza dei percorsi, capacità di deflusso, ...).

Il carico d'incendio specifico di progetto, cioè il potenziale termico delle singole porzioni di compartimentazione, è stato calcolato seguendo il DM 9.3.2007. Esso è determinato secondo la relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n \times q_f$$

dove:

δ_{q1} , tiene conto del rischio incendio in funzione delle dimensioni del compartimento

Il compartimento antincendio è quella parte di edificio delimitata da elementi costruttivi di resistenza al fuoco predeterminata e organizzato per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi.

Tabella 1 dell'Allegato al DM 9.3.2007

Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2.500 ≤ A < 5.000	1,60
500 ≤ A < 1.000	1,20	5.000 ≤ A < 10.000	1,80
1.000 ≤ A < 2.500	1,40	A ≥ 10.000	2,00

TABELLA 15 - FATTORI DI RISCHIO INCENDIO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE DEL COMPARTO

δ_{q2} , tiene conto del rischio incendio in funzione del tipo di attività che si svolge nel compartimento

Tabella 2 dell'Allegato al DM 9.3.2007

Classe di rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

TABELLA 16 - FATTORI DI RISCHIO INCENDIO IN FUNZIONE DEL TIPO DI ATTIVITÀ



$\delta_n = \prod \delta_{ni}$, tiene conto delle misure di protezione

Tabella 3 dell'Allegato al DM 9.3.2007

δ_{ni} Funzione delle misure di protezione								
Sistemi automatici di estinzione		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	Sistemi automatici di rivelazione segnalazione e allarme incendio	Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio	Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso	Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF
ad acqua δ_{n1}	altro δ_{n2}	δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	interna δ_{n6}	interna esterna δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90

TABELLA 17 - FATTORI DI RISCHIO INCENDIO IN FUNZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE

Per l'edificio della villa è previsto il sistema automatico di estinzione ad acqua, il sistema di evacuazione automatica di fumo e calore, il sistema automatico di rilevazione segnalazione e allarme, sono previsti percorsi protetti di accesso e l'area è accessibile ai mezzi di soccorso. Quindi $\delta_n = 0,37$

q_f , è il valore nominale del carico d'incendio e si determina attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività, si fa riferimento a valori con probabilità di superamento superiore al 20%.

Tipo di attività	carico d'incendio caratteristico (MJ/m^2)	Frattile 80%	Carico d'incendio specifico q_f (MJ/m^2)
Albergo	310	1,22	378,2
Risorante	300	1,75	525

TABELLA 18 – CARICO D'INCENDIO PER ATTIVITÀ

I livelli di prestazione che possono essere richiesti vanno sono:

Livello I, nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile;

Livello II, mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione;

Livello III, mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza;

Livello IV, requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione;

Livello V, requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Il livello di prestazione adeguato il nostro edificio è il terzo e le classi di resistenza necessarie per garantire questo livello sono indicate nella tabella 4 dell'Allegato al DM 9.3.2007.

Tabella 4 dell'Allegato al DM 9.3.2007

Carichi d'incendio specifici di progetto ($q_{f,d}$)	Classe	Carichi d'incendio specifici di progetto ($q_{f,d}$)	Classe
Non superiore a 100 MJ/m^2	0	Non superiore a 900 MJ/m^2	60

Non superiore a 200 MJ/m ²	15	Non superiore a 1.200 MJ/m ²	90
Non superiore a 300 MJ/m ²	20	Non superiore a 1.800 MJ/m ²	120
Non superiore a 450 MJ/m ²	30	Non superiore a 2.400 MJ/m ²	180
Non superiore a 600 MJ/m ²	45	Superiore a 2.400 MJ/m ²	240

TABELLA 19 – CLASSI DI RESISTENZA PER IL LIVELLO III

In tabella sono raccolti i valori ottenuti e la classe di appartenenza di ciascun compartimento dell'edificio.

Numero Comparto	Superficie comparto (m ²)	Attività	C I nominale qf (MJ/m ²)	δq1	δq2	δn	C I di progetto qfd (MJ/m ²)	Classe
1	405	Ristorante	525	1	1	0,62	325,50	30
2	155	Albergo	378,2	1	1	0,62	234,36	20
3	276	Albergo	378,2	1	1	0,62	234,36	20
4	228	Albergo	378,2	1	1	0,62	234,36	20
5	275	Albergo	378,2	1	1	0,62	234,36	20
6	335	Albergo	378,2	1	1	0,62	234,36	20

TABELLA 20 – CLASSI DI RESISTENZA PER COMPARTIMENTO

Nel caso vi siano elementi lignei esposti al fuoco, come nel compartimento del piano sottotetto, bisogna aggiungere al carico d'incendio specifico di progetto quello relativo alla superficie in legno esposta direttamente al fuoco che è funzione della velocità di carbonizzazione della tipologia di legno di cui è costituita.

La classe di resistenza determinata a prescindere dagli elementi lignei è la 20, si calcola lo spessore di carbonizzazione degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata, adottando come valori di riferimento della velocità di carbonizzazione quelli contenuti nella norma EN 1995-1-2

Tabella velocità di carbonizzazione UNI EN 1995-1-2

Essenza	Tipologia di legno	mm/min
Legname tenero (conifere) e faggio	Legno laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno massiccio con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
Legname duro (latifoglie)	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55

TABELLA 21 – VELOCITÀ DI CARBONIZZAZIONE

Considerando per le superfici esposte un legno di densità pari a $\rho = 380 \text{ Kg/m}^3$ lo spessore di materiale che partecipa alla combustione risulta essere



$S_p = 0,70 \text{ (mm/min)} \times 20 \text{ (min)} = 14 \text{ mm} = 0,014 \text{ m}$
Il calore specifico per il legno esposto è pari a
 $q_l = \rho \text{ (Kg/m}^3\text{)} \times S_p \times 17,5 \text{ MJ/Kg} \times S/A$
 $q_l = 380 \times 0,014 \times 17,5 \times 450 / 335 = 125,06 \text{ MJ/m}^2$

Poiché i valori di carico d'incendio sono stati calcolati con parametri sperimentali, la valutazione della classe di resistenza deve essere confrontata con i valori minimi inderogabili definiti dalla norma ISO 834.

Tabella classi minime ISO 834

Carichi d'incendio specifici di progetto	Classe
Non superiore a 300 MJ/m ²	0
Non superiore a 450 MJ/m ²	15
Non superiore a 600 MJ/m ²	20
Non superiore a 900 MJ/m ²	30
Non superiore a 1200 MJ/m ²	45
Non superiore a 1800 MJ/m ²	60
Non superiore a 2400 MJ/m ²	90
Superiore a 2400 MJ/m ²	120

TABELLA 22 – MINIMI INDEROGABILI DI CLASSE

Il compartimento 1 ha classe minima pari a 15, i compartimenti 2, 3, 4, 5 hanno classe minima 0 e quindi sono verificati.

Per il compartimento 6, dove è presente la struttura in legno:

$$q_{\text{tot}} = q_{\text{fd}} + q_{\text{ld}} = 234,36 + 125,06 = 359,42 \text{ MJ/m}^2$$

in questo caso dal confronto con la tabella la classe minima di resistenza è la 15 e quindi anch'essa verificata.

Dalla verifica effettuata, i materiali utilizzati per l'edificio della villa dovranno essere classificati almeno come REI 30 per il locale ristorante e REI 20 per gli spazi alberghieri. Cioè devono essere utilizzati materiali atti a conservare almeno per il tempo di 20 e 30 minuti le caratteristiche di stabilità, tenuta e isolamento termico.

Vie di fuga

Le vie di fuga sono quei percorsi che da un punto interno dell'edificio portano all'esterno o in un luogo sicuro il loro corretto dimensionamento consente di garantire lo sfollamento prima che gli occupanti siano soggetti ai rischi dell'incendio.

Per prima cosa si è dovuto trovare per ciascun comparto il massimo affollamento A, dato da:

$$A = d_a \cdot S$$

Dove:

- A, è il massimo affollamento di un comparto;
- d_a , è la densità di affollamento che per gli alberghi è pari a $0,054 \text{ p/m}^2$, per le aree comuni o di servizio pubblico $0,4 \text{ p/m}^2$
- S, è la superficie lorda di pavimento.

Si è tenuto conto anche della capacità di deflusso (Cd) o di sfollamento per modulo di uscita pari a 60 cm:

- 50 persone per modulo dove non ci sono dislivelli rispetto l'esterno;
- 37,5 persone fino ad un dislivello di 7,5 m rispetto l'esterno;
- 33 persone in presenza di dislivelli superiori a 7,5 m.

Il numero minimo delle uscite di modulo 1 sarà pari ad A / Cd

Comparto	S	d_a	A	Cd	uscite di modulo 1 necessarie			uscite presenti	Verifica
1	405	0,400	162	50	3,24	≈	4	8	POSITIVA
2	155	0,400	62	50	1,24	≈	2	8	POSITIVA
3	276	0,054	13,82	37,5	0,37	≈	1	1	POSITIVA
4	228	0,054	12,31	37,5	0,33	≈	1	2	POSITIVA
5	275	0,054	14,85	37,5	0,40	≈	1	1	POSITIVA
6	335	0,054	18,09	37,5	0,48	≈	1	2	POSITIVA

TABELLA 23 – VERIFICA VIE DI FUGA

Il percorso di esodo, misurato a partire dalla porta di ogni camera e da qualsiasi punto degli spazi comuni non può essere superiore a 30 m per raggiungere la scala protetta che fa parte del sistema di vie d'uscita.

Le tavole 44 e 45 riportano le indicazioni dei percorsi di esodo di maggior lunghezza.

Essi risultano tutti verificati.

Scale

Le scale sono di tipo protetto, ovvero scale in vano con accesso diretto da ogni piano; la ventilazione è $1,60 \text{ m}^2$, superiore ad 1 m^2 richiesto dalla norma; i materiali usati per la suddivisione dai compartimenti e le porte di accesso sono di classe REI 120. Le porte sono apribili nel senso di fuga e hanno meccanismo di auto chiusura.

Le dimensioni delle scale esistenti sono sufficienti al deflusso di persone data la larghezza \geq a 90 cm e la superficie di compartimento attinente ad ogni scala, per piano, inferiore alla massima consentita (500 m^2).

I gradini delle scale sono costituiti con materiali di classe 0, ovvero non combustibili come richiesto dalla normativa.



Corridoi

I tramezzi che separano le camere degli ospiti dai corridoi hanno caratteristiche di resistenza al fuoco REI 30 e le porte delle camere RE 30.

Ascensore

Il vano corsa dell'ascensore è costituito da materiali REI 60 e possiede una superficie permanente di aerazione in sommità pari a 1 m^2 , maggiore del 3% della sezione orizzontale del vano stesso, $0,10 \text{ m}^2$ e comunque non minore di $0,2 \text{ m}^2$, così come richiesto dalla normativa.

Estintori

Gli estintori sono distribuiti in maniera uniforme, in posizioni accessibili e ben visibili, segnalati da appositi cartelli segnalatori. In base alla normativa devono essere almeno uno ogni 200 m^2 e comunque almeno uno per piano, valori rispettati.

Essendo il numero di letti compreso tra 25 e 100 l'edificio è dotato di nappi DN25 corredati con tubazione semirigida di 25 m.

5.3.5 VERIFICHE DI ACCESSIBILITÀ E FRUIBILITÀ DEGLI SPAZI

Le disposizioni in merito all'abbattimento delle barriere architettoniche fanno riferimento al DM 14.6.1989.

Per gli spazi comuni e il ristorante deve essere consentita l'accessibilità ad almeno un servizio igienico.

Il numero di stanze accessibili in ogni struttura ricettiva deve essere di almeno due fino a 40 o frazione di 40, aumentato di altre due ogni 40 stanze o frazione di 40 in più.

In tutte le stanze è opportuno prevedere un apparecchio per la segnalazione, sonora e luminosa, di allarme.

L'ubicazione delle stanze accessibili deve essere preferibilmente nei piani bassi dell'immobile e comunque nelle vicinanze di un "luogo sicuro statico" o di una via di esodo accessibile.

Porte

La luce netta della porta di accesso dell'edificio e di ogni unità deve essere di almeno 80 cm, quella delle altre porte deve essere di almeno 75 cm. E' preferibile l'installazione di porte scorrevoli o che aprono verso l'esterno.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm).

Servizi Igienici

Lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza w.c. e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario.

Lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari inoltre:

i lavabi devono avere il piano superiore posto a cm 80 dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;

i w.c. e i bidet preferibilmente sono del tipo sospeso, in particolare l'asse della tazza w.c. o del bidet deve essere posto ad una distanza minima di cm 40 dalla parete laterale, il bordo anteriore a cm 75-80 dalla parete posteriore e il piano superiore a 45-50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a cm 40 dall'asse dell'apparecchio sanitario un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza w.c., posto ad altezza di cm. 80 dal calpestio, e di diametro cm. 3-4; se fissato a parete deve essere posto a cm. 5 dalla stessa.

Corridoi

I corridoi o i percorsi devono avere una larghezza minima di 100 cm, ed avere allargamenti atti a consentire l'inversione di marcia da parte di persona su sedia a ruote. Questi allargamenti devono di preferenza essere posti nelle parti terminali dei corridoi e previsti comunque ogni 10 m di sviluppo lineare degli stessi.

Ascensore

L'ascensore in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:



-
- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
 - porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
 - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,40 x1,40 m.

Conclusioni

Come si evince dalle tavole delle verifiche delle barriere architettoniche, risultano verificati tutti i valori richiesti dalla normativa per quanto concerne le funzioni in progetto.

Risultano fruibili tutti gli spazi della struttura, fatta eccezione per tre camere poste al piano primo, PP01, PP15, PP16, che hanno bagni non accessibili non essendoci lo spazio necessario per la rotazione della sedia a ruote.

5.4 PROGETTAZIONE IMPIANTI

Un edificio può essere schematizzato come un sistema aperto in continuo scambio termico con l'esterno.

Durante la stagione invernale si hanno basse temperature all'esterno ed una temperatura elevata all'interno (tipicamente il valore di progetto è 20°C).

Il flusso di calore uscente dall'edificio tende ad abbassare la temperatura interna fino a portarla in equilibrio con quella esterna: la funzione dell'impianto di riscaldamento è quella di fornire calore che vada a compensare il flusso in uscita, in modo da mantenere costante la temperatura di progetto.

In modo del tutto analogo durante la stagione estiva si verificano delle rientrate di calore dall'esterno verso l'interno: in assenza di un impianto di condizionamento la temperatura interna tenderebbe ad innalzarsi fino all'equilibrio con l'esterno. La funzione dell'impianto di climatizzazione è in questo caso quella di sottrarre calore all'edificio nella quantità necessaria a mantenere la temperatura interna pari ad un valore di comfort (tipicamente il valore di progetto è di 26°C)

Questa premessa indica l'importanza di un calcolo corretto dei carichi termici invernale e/o estivo dell'edificio al fine del corretto dimensionamento dell'impianto di climatizzazione che dovrà mantenere le condizioni di comfort.

Poiché l'edificio si trova in un clima di freddo si è deciso di fare la verifica del fabbisogno termico per il riscaldamento durante la stagione invernale. Questo fabbisogno sicuramente soddisferà anche le esigenze energetiche per il raffrescamento nel periodo estivo.

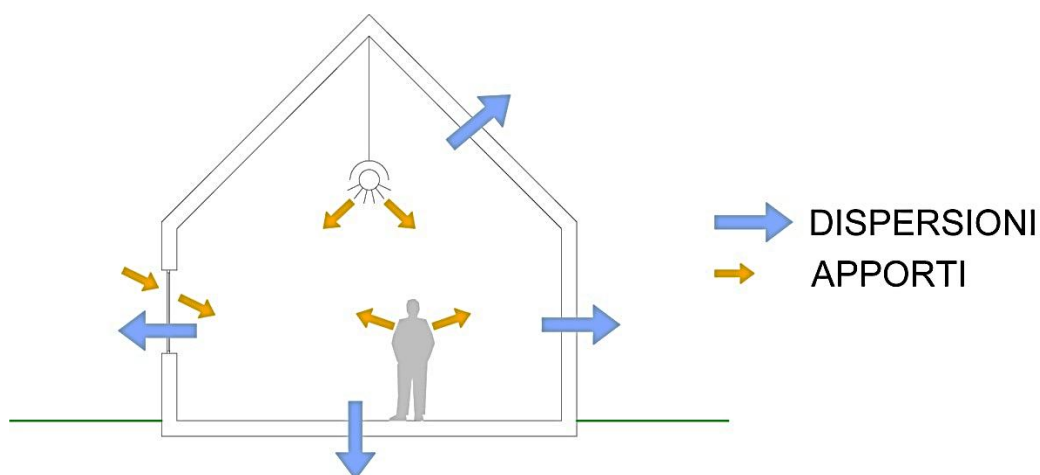


FIGURA 53 - BILANCIO TERMICO



5.4.1 CARICO TERMICO PER RISCALDAMENTO

La determinazione del carico termico per riscaldamento richiede il calcolo di tutte le voci di dispersione di energia termica dall'interno dell'edificio verso l'esterno. Il calcolo deve essere eseguito per una temperatura interna di progetto di 20°C (con una tolleranza di $\pm 2^\circ\text{C}$) ed in corrispondenza della temperatura esterna minima di progetto.

La somma di queste dispersioni termiche deve essere compensata dall'impianto di riscaldamento, per cui

$$Q_{\text{impianto}} [\text{Kw}] = Q_{\text{uscente}} [\text{Kw}]$$

La valutazione del carico termico degli edifici è molto complicato poiché sono tanti i fenomeni fisici che influenzano il comportamento termico tra i quali:

- la temperatura esterna;
- il livello di isolamento ;
- la tenuta alle infiltrazioni degli infissi;
- le caratteristiche di esposizione dell'edificio;
- la produzione di calore interno;
- caratteristiche dell'impianto di riscaldamento.

Nel calcolo delle dispersioni termiche sono state prese in considerazione:

- le perdite per trasmissione, infiltrazione e ventilazione;
- i guadagni interni;
- i guadagni solari;
- il calore fornito dall'impianto di riscaldamento.

Non sono state valutate le perdite dovute ai ponti termici poiché la progettazione ha provveduto alla loro eliminazione.

Il metodo di calcolo previsto dall'attuale normativa italiana è su base mensile, per questo motivo le varie voci del bilancio energetico dell'edificio, dispersioni Q_p e guadagni termici Q_g , vengono calcolate in termini di energia mensile (MJ).

Nella stagione di riscaldamento

$$Q_h = Q_p - \eta_h \times Q_g$$
$$Q_h = (Q_t + Q_v) - \eta_h \times (Q_i + Q_s)$$

Dove

Q_p dispersioni di calore dato dalla somma di Q_t , dispersioni per trasmissione, e Q_v , dispersioni per ventilazione

Q_g apporti gratuiti dato dalla somma di Q_i , apporti interni, e Q_s , apporti solari

η_h è il fattore di utilizzazione degli apporti interni e di quelli solari.

Parametri di progetto

Si assumono come condizioni di riferimento in condizione invernale:

temperatura esterna $T_e = -5^\circ\text{C}$

temperatura terreno $T_a = 13^\circ\text{C}$

I gradi giorno di Casorate Sempione sono pari a 2938.

Il periodo di tempo considerato per il calcolo del fabbisogno energetico durante l'inverno corrisponde alla durata della stagione di riscaldamento la cui durata è fissata dalla normativa italiana in base alla zona climatica di appartenenza.

L'area oggetto di studio si trova in zona climatica E, quindi il periodo va dal 15 ottobre, giorno di accensione del riscaldamento, al 15 aprile, data di spegnimento.

Mese	Giorni
Ottobre	16
Novembre	30
Dicembre	31
Gennaio	31
Febbraio	28
Marzo	31
Aprile	15
Totale giorni di riscaldamento	182

TABELLA 24 - GIORNI DI RISCALDAMENTO

Suddivisione in zone termiche

La prima fase per il calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio è l'individuazione dei valori di temperatura interna.

Per l'edificio della villa:

Zona termica	T °C
Stanze	20°C
Spazi comuni	20°C
Ristorante	20°C
Club House	20°C
Servizi igienici	20°C

TABELLA 25 - SUDDIVISIONE IN ZONE TERMICHE

Dispersioni per trasmissione

Lo scambio termico per trasmissione attraverso le superfici si calcola con la formula

$$Q_t = H_t \times \Delta T \times n \times 24$$

- ΔT differenza di temperatura tra interno ed esterno
 n numero di giorni del mese considerato
 H_t coefficiente di scambio termico per trasmissione

$$H_t = U \times A$$

- U trasmittanza termica dell'elemento di involucro (W/m^2K)
 A area dell'elemento di involucro (m^2)

Nel caso in cui la trasmissione avvenga attraverso superfici contro terra il calore disperso si scompone in due componenti:

- Q_1 calore disperso dal perimetro del pavimento verso l'esterno

$$Q_1 (W) = P \cdot (2-h) \cdot U_1 \cdot (T_i - T_e)$$

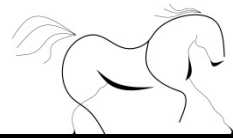
- h profondità del terreno rispetto al terreno

$$h = 0,00 \text{ m}$$

- U_1 coefficiente globale fittizio di trasmissione

$$1/U_1 = 1/U + 2/\lambda_1 \quad U_1 = 0,14 \text{ W/m}^2K$$

- λ_1 coefficiente di conduttività del terreno



$$\lambda_1 = 2,90 \text{ W/mK}$$

U trasmittanza del pavimento

Q₂ calore disperso dal pavimento verso il suolo

$$Q_2 \text{ (W)} = U_2 \cdot S \cdot (T_i - T_a)$$

U₂ coefficiente globale fittizio di trasmissione

$$1/U_2 = 1/U + 1/C \quad U_2 = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$$

T_a temperatura dell'acqua delle falde superficiali

$$T_a = 13 \text{ }^\circ\text{C}$$

C conduttanza del terreno

$$C = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Zona termica: VILLA	Elemento tecnico		U (W/m ² K)	S (m ²)	2P (m)	Q (W)	Q tot (W)
Dispersioni verso l'esterno Te (°C) = -5 ΔT (°C) = 25	Chiusura verticale opaca	CVO 01	0,177	815,33		3608	
		CVO 02	0,178	272,90		1214	
		CVO 03	0,184	64,01		294	
		CVO 04	0,138	31,20		108	
	Solaio su spazio aperto	SOL 02	0,131	152,20		498	
	Porte/Finestre Vetrata continua		0,800	246,46		4929	
			1,100	24,62		677	11329
Dispersioni verso il cielo Te (°C) = -5 ΔT (°C) = 25	Copertura		0,140	1158,12		162	162
Dispersioni verso terra Te (°C) = -5 ΔT (°C) = 25	Solaio controterra		0,152	637,54	185,42	Q ₁ (W) 1275 Q ₂ (W) 3649	4924
						Q t(W)	16415
						Q _{t,tot} = Q _t x 24 x n = Wh	71702224

Dispersioni per ventilazione

Per ventilazione si intende un processo che ha tre scopi fondamentali:

- Rinnovo dell'aria all'interno dei locali per l'eliminazione di odori, CO₂ etc
- Eliminazione del calore interno se $T_e < T_i$
- Dissipazione del calore della pelle per favorire i processi fisiologici di raffreddamento

La ventilazione può essere di due tipi, forzata, per ventilazione o aerazione, o accidentale per infiltrazione.

VILLA	V (m ³)	n	P nat (m ³ /h)	num persone	P Aria infiltrazioni m ³ /s*persona	P prog (m ³ /h)	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)
PT	2518,283	0,5	1259	100	0,011	3960,00	20	-5	25
PP	2606,142	0,5	1303	42	0,011	1663,20	20	-5	25
PS	1658,454	0,5	829	20	0,011	792,00	2	-5	25

TABELLA 26 - VOLUMI D'ARIA PER VENTILAZIONE

Consideriamo il valore maggiore tra la portata per infiltrazione naturale P_{nat} calcolato come $0,5 \text{ vol/h} \times V$ (m³/h) e la portata del ricambio d'aria necessario P_{prog} che varia in funzione delle destinazioni d'uso delle stanze e del numero di persone che la occupano.

V è il volume della stanza.

All'interno dell'albergo è previsto un impianto di ventilazione con recupero di calore.

Data la quantità di portata d'aria necessaria si è deciso di suddividere il sistema su più macchine che serviranno gli ambienti secondo destinazione d'uso e superficie.

	P _{tot} m ³ /h	Unità installate	V _{ve,des} m ³ /h	η _{ve}
PT	3960,00	2	910,00	91,1%
		1	2270,00	92,1%
PP	1663,20	3	540,00	92,4%
		1	140,00	92,8%
PS	829,00	2	540,00	92,4%

	P _{tot} (m ³ /h)	Unità totali installate	V _{ve,des} (m ³ /h)	η _{ve} medio
	6428,20	9	6930,00	92,12%

TABELLA 27 - MACCHINE VCM CON SCAMBIATORE DI CALORE E RENDIMENTI

$V_{ve,des}$ portata d'aria di progetto dell'unità di ventilazione.

η_{ve} fattore di efficienza del recuperatore di calore dell'aria.

Lo scambio termico si calcola quindi con la formula

$$Q_v = H_{ve} \times \Delta T \times n \times 24$$

ΔT differenza di temperatura tra interno ed esterno

n numero di giorni del mese considerato

H_{ve} coefficiente globale di scambio termico per ventilazione

$$H_{ve} = \rho_a \times c_a \times b_{ve} \times V_{ve,k,mn}$$

$\rho_a \times c_a$ capacità termica volumica dell'aria, pari a $1200 \text{ J}/(\text{m}^3 \text{K}) = 0,34 \text{ Wh}/\text{m}^3 \text{K}$

b_{ve} fattore di correzione della temperatura del flusso d'aria

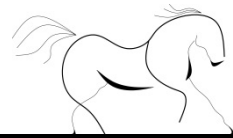
$$b_{ve} = 1 - (f_r \times \eta_{ve})$$

f_r frazione d'aria esterna che passa attraverso il recuperatore di calore (pari a 1)

η_{ve} efficienza effettiva del recuperatore di calore

$V_{ve,k,mn}$ portata volumica dell'aria mediata sul tempo del flusso d'aria

$$V_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \times V_{ve,des}$$



$f_{ve,t,k}$ frazione di tempo in cui si verifica il flusso d'aria (per una situazione permanente pari a 1)

	$V_{ve,k,mn}$ (m ³ /h)	b_{ve}	H_{ve} (W/K)	Q_{ve} (Wh)
PT	910,00	0,089	27,54	3007368
	910,00	0,089	27,54	3007368
	2270,00	0,079	60,97	6658164
PP	540,00	0,076	13,95	1523733
	540,00	0,076	13,95	1523733
	540,00	0,076	13,95	1523733
	140,00	0,072	3,43	374556
PS	540,00	0,076	13,95	1523733
	540,00	0,076	13,95	1523733
	540,00	0,076	13,95	1523733
			$Q_{ve,tot}$	22189854 Wh

TABELLA 28 - RECUPERATORI DI CALORE INSTALLATI

Apporti interni

Gli apporti interni gratuiti includono qualsiasi tipo di calore generato nell'edificio, quindi comprendono sia quello prodotto dagli occupanti, sia quello prodotto dal funzionamento degli elettrodomestici ed apparecchi presenti.

La valutazione viene fatta con valori standard di apporto medio globale in funzione della destinazione d'uso.

Gli apporti interni (Wh) sono calcolati come

$$Q_i = \phi_{int} \times A \times n^\circ \text{ giorni} \times 24$$

ϕ_{int} è valore convenzionale di apporto medio globale in funzione della destinazione d'uso

A superficie di pavimento

Destinazione d'uso	A (m ²)	Apporto medio globale (W/m ²)	Apporto totale (W)
Albergo	1114	6,00	6684
Bar Ristorante	299	10,00	2990
Servizi di supporto	106	4,00	424
		Q _i =	10098
		Q _{i,tot} = Q _i x n x 24 =	44108064 Wh

TABELLA 29 - APPORTI INTERNI



Apporti solari attraverso superfici trasparenti

La radiazione ha una componente trasmessa, una riflessa e una assorbita. Quella assorbita riscalda il materiale che a sua volta cede una parte di calore verso l'interno dell'edificio.

La quantità di calore ceduta all'edificio è funzione della trasmittanza energetica solare caratteristica della tipologia di vetratura che costituisce l'infisso.

Il guadagno solare mensile attraverso le superfici trasparenti è quindi dato da

$$Q_{s,mese} = Q_s \times n^\circ \text{ giorni} \times 24$$

$$Q_s = I \times A_{sol}$$

I irradianza solare media mensile (W/m^2) sulla superficie considerata con dato orientamento e inclinazione (nel nostro caso è stata considerata quella incidente su superficie verticale). I valori sono stati ricavati da quelli di irraggiamento solare giornaliero medio mensile (MJ/m^2 giorno) forniti dalla norma UNI 10349, dividendoli per 24 e per 3,6.

A_{sol} area di captazione solare effettiva del componente vetrato

$$A_{sol} = F_c \times g_{gl} \times (1 - F_f) \times A_w$$

F_c fattore di riduzione schermi mobili

$$F_c = ((1 - F_{c,with}) \times g_{gl} + F_{c,with} \times g_{gl+c}) / g_{gl}$$

$F_{c,with}$ frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata

g_{gl} trasmittanza di energia solare della parte trasparente del componente

$$g_{gl} = F_w \times g_{norm} = 0,45$$

F_w fattore di esposizione

$$F_w = 0,9$$

g_{norm} trasmittanza energetica solare totale per incidenza normale triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo

$$g_{norm} = 0,5$$

g_{gl+c} trasmittanza di energia solare totale della finestra quando la schermatura è utilizzata

$$g_{gl+c} = g_{gl} \times \text{fattore di schermatura} = 0,07$$

Il fattore di schermatura (Prospetto XV UNI 10344) fa riferimento a schermo completamente abbassato per ottenere la condizione peggiore, pari a 0,15.

A_w area della superficie finestrata

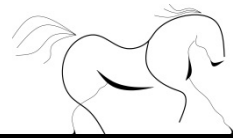
F_f fattore di correzione area telaio si approssima $(1 - F_f) = 0,8$.

Le tabelle di seguito riportano i guadagni solari attraverso le superfici finestate per ogni mese del periodo di riscaldamento.

SAN GIORGIO
INTERNATIONAL EQUESTRIAN CENTER

Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)					
Gen	Piano terra	S	0,109	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,06					
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,07					
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04					
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,17					
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,08					
						2	1,60	3,30	10,56	1,18	0,13					
						1	2,20	1,60	3,52	0,39	0,04					
						2	0,70	3,00	4,20	0,47	0,05					
						3	1,50	3,00	13,50	1,51	0,16					
						1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,15					
						E-O	5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,07				
							2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,06				
							2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,05				
						N	1	3,62	3,40	12,308	4,43	0,09				
	Piano primo	S	0,109	0,81	0,31	10	1,80	1,60	28,80	3,23	0,35					
						4	1,00	1,60	6,40	0,72	0,08					
						1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,07					
						1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,05					
						1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,05					
						E-O	5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,14				
							2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,05				
							6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,20				
						N	2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,06				
							1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,03				
						Sottotetto	S	0,109	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,15
											2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02
											2	0,90	0,55	0,99	0,11	0,01
											E-O	2	1,87	0,55	2,06	0,43
	N	6	1,87	0,55	6,17							2,22	0,04			
		2	0,70	1,05	1,47							0,53	0,01			
										Qs (W) =	2,57					
										h mese =	720					
											Qs gennaio (Wh) = 1851,2					

Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)					
Feb	Piano terra	S	0,118	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,07					
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,08					
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04					
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,18					
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,09					
						2	1,60	3,30	10,56	1,18	0,14					
						1	2,20	1,60	3,52	0,39	0,05					
						2	0,70	3,00	4,20	0,47	0,06					
						3	1,50	3,00	13,50	1,51	0,18					
						1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,16					
						E-O	5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,10				
							2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,09				
							2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,07				
						N	1	3,62	3,4	12,308	4,4309	0,12				
	Piano primo	S	0,118	0,81	0,31	10	1,80	1,60	28,80	3,23	0,38					
						4	1,00	1,60	6,40	0,72	0,08					
						1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,08					
						1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,05					
						1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,05					
						E-O	5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,20				
							2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,07				
							6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,29				
						N	2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,09				
							1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,04				
						Sottotetto	S	0,118	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,17
											2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02
											2	0,90	0,55	0,99	0,11	0,01
											E-O	2	1,87	0,55	2,06	0,43
	N	6	1,87	0,55	6,17							2,22	0,06			
		2	0,70	1,05	1,47							0,53	0,01			
										Qs (W) =	3,05					
										h mese =	672					
											Qs febbraio (Wh) = 2052,9					



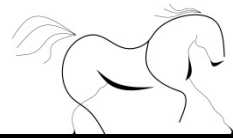
Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)				
Mar	Piano terra	S	0,128	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,08				
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,08				
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04				
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,20				
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,10				
		2	1,60	3,30	10,56	1,18	0,15								
		1	2,20	1,60	3,52	0,39	0,05								
		2	0,70	3,00	4,20	0,47	0,06								
		3	1,50	3,00	13,50	1,51	0,19								
		1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,18								
		E-O	0,096	0,50	0,58	5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,14				
						2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,13				
						2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,11				
						1	3,62	3,40	12,31	4,43	0,18				
						N	0,042	0,00	1,00	2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,11
	1	3,62	3,40	12,31	4,43					0,18					
	Piano primo														
	S	0,128	0,81	0,31	10					1,80	1,60	28,80	3,23	0,41	
					4					1,00	1,60	6,40	0,72	0,09	
					1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,08					
					1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,06					
					1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,06					
	E-O	0,096	0,50	0,58	5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,29					
					2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,10					
					6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,43					
					2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,13					
					1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,06					
	Sottotetto	S	0,128	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,18				
						2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02				
						2	0,90	0,55	0,99	0,11	0,01				
E-O		0,096	0,50	0,58	2	1,87	0,55	2,06	0,43	0,04					
					6	1,87	0,55	6,17	2,22	0,09					
					2	0,70	1,05	1,47	0,53	0,02					
Qs (W) = 3,79															
h mese = 744															
Qs marzo (Wh) = 2816,3															

Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)				
Apr	Piano terra	S	0,118	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,07				
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,08				
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04				
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,18				
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,09				
		2	1,60	3,30	10,56	1,18	0,14								
		1	2,20	1,60	3,52	0,39	0,05								
		2	0,70	3,00	4,20	0,47	0,06								
		3	1,50	3,00	13,50	1,51	0,18								
		1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,16								
		E-O	0,122	0,50	0,58	5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,18				
						2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,16				
						2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,16				
						1	3,62	3,40	12,31	4,43	0,27				
						N	0,061	0,00	1,00	2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,16
	1	3,62	3,40	12,31	4,43					0,27					
	Piano primo														
	S	0,118	0,81	0,31	10					1,80	1,60	28,80	3,23	0,38	
					4					1,00	1,60	6,40	0,72	0,08	
					1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,08					
					1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,05					
					1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,05					
	E-O	0,122	0,50	0,58	5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,36					
					2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,13					
					6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,64					
					2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,20					
					1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,09					
	Sottotetto	S	0,118	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,17				
						2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02				
						2	0,90	0,55	0,99	0,11	0,01				
E-O		0,122	0,50	0,58	2	1,87	0,55	2,06	0,43	0,05					
					6	1,87	0,55	6,17	2,22	0,14					
					2	0,70	1,05	1,47	0,53	0,03					
Qs (W) = 4,29															
h mese = 360															
Qs aprile (Wh) = 1545,3															

SAN GIORGIO
INTERNATIONAL EQUESTRIAN CENTER

Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)				
Ott	Piano terra	S	0,132	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,08				
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,09				
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04				
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,21				
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,10				
		2				1,60	3,30	10,56	1,18	0,16					
		1				2,20	1,60	3,52	0,39	0,05					
		2				0,70	3,00	4,20	0,47	0,06					
		3				1,50	3,00	13,50	1,51	0,20					
		1				3,62	3,40	12,31	1,38	0,18					
		E-O				5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,12				
						2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,11				
						2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,09				
		N				1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,05				
	Piano primo	S	0,132	0,81	0,31	10	1,80	1,60	28,80	3,23	0,43				
						4	1,00	1,60	6,40	0,72	0,09				
						1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,09				
						1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,06				
						1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,06				
		E-O				5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,24				
						2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,09				
						6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,35				
		N				2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,11				
						1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,05				
		Sottotetto				S	0,132	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,19
										2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02
										2	0,90	0,55	0,99	0,11	0,01
						E-O				2	1,87	0,55	2,06	0,43	0,03
										6	1,87	0,55	6,17	2,22	0,07
	N		2	0,70	1,05	1,47				0,53	0,02				
	Qs (W) = 3,42 h mese = 384 Qs ottobre (Wh) = 1313														

Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Qs (W)				
Nov	Piano terra	S	0,116	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,07				
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,07				
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04				
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,18				
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,09				
		2				1,60	3,30	10,56	1,18	0,14					
		1				2,20	1,60	3,52	0,39	0,05					
		2				0,70	3,00	4,20	0,47	0,05					
		3				1,50	3,00	13,50	1,51	0,18					
		1				3,62	3,40	12,31	1,38	0,16					
		E-O				5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,08				
						2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,07				
						2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,06				
		N				1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,03				
	Piano primo	S	0,116	0,81	0,31	10	1,80	1,60	28,80	3,23	0,37				
						4	1,00	1,60	6,40	0,72	0,08				
						1	2,40	2,40	5,76	0,65	0,07				
						1	2,40	1,60	3,84	0,43	0,05				
						1	2,50	1,60	4,00	0,45	0,05				
		E-O				5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,16				
						2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,06				
						6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,23				
		N				2	2,80	1,60	8,96	3,23	0,07				
						1	2,50	1,60	4,00	1,44	0,03				
		Sottotetto				S	0,116	0,81	0,31	6	2,00	1,05	12,60	1,41	0,16
										2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02
										2	0,95	0,55	1,05	0,12	0,01
						E-O				2	1,87	0,55	2,06	0,43	0,02
										6	1,87	0,55	6,17	2,22	0,05
	N		2	0,70	1,05	1,47				0,53	0,01				
	Qs (W) = 2,72 h mese = 720 Qs novembre (Wh) = 1955														



Mese		Direzione	I (W/m ²)	F _{c,with}	F _c	n°	l (m)	h (m)	Aw (m ²)	Asol (m ²)	Q _s (W)				
Dic	Piano terra	S	0,113	0,81	0,31	4	0,90	1,45	5,22	0,59	0,07				
						2	1,80	1,60	5,76	0,65	0,07				
						2	1,00	1,45	2,90	0,33	0,04				
						6	1,60	1,45	13,92	1,56	0,18				
						2	1,00	3,30	6,60	0,74	0,08				
						2	1,60	3,30	10,56	1,18	0,13				
						1	2,20	1,60	3,52	0,39	0,04				
		2				0,70	3,00	4,20	0,47	0,05					
		3				1,50	3,00	13,50	1,51	0,17					
		1				3,62	3,40	12,31	1,38	0,16					
		E-O				5	1,00	1,45	7,25	1,50	0,07				
						2	2,20	1,45	6,38	1,32	0,06				
						N	2	2,20	1,60	7,04	2,53	0,04			
							1	3,62	3,40	12,31	1,38	0,02			
	Piano primo		S	0,113	0,81	0,31	10	1,80	1,60	28,80	3,23	0,37			
							4	1,00	1,60	6,40	0,72	0,08			
		1					2,40	2,40	5,76	0,65	0,07				
		1					2,40	1,60	3,84	0,43	0,05				
		1					2,50	1,60	4,00	0,45	0,05				
		E-O					5	1,80	1,60	14,40	2,98	0,14			
							2	1,10	2,40	5,28	1,09	0,05			
			N				6	3,00	1,60	28,80	10,37	0,18			
		2					2,80	1,60	8,96	3,23	0,06				
		1					2,50	1,60	4,00	1,44	0,03				
		Sottotetto	S				0,113	0,81	0,31	6	2,00	1,05	0,046	0,01	0,00
										2	0,70	1,05	1,47	0,16	0,02
2										0,95	0,55	1,05	0,12	0,01	
E-O	2		1,87	0,55	2,06	0,43				0,02					
	N		6	1,87	0,55	6,17				2,22	0,04				
			2	0,70	1,05	1,47				0,53	0,01				
										Q _s (W) =	2,37				
										h mese =	744				
										Q_s dicembre (Wh) =	1761,3				

Il guadagno solare stagionale nel periodo di riscaldamento è dato dalla somma dei singoli guadagni mensili

$$Q_{s,tot} = Q_{s,gen} + Q_{s,feb} + Q_{s,mar} + Q_{s,apr} + Q_{s,ott} + Q_{s,nov} + Q_{s,dic}$$

$$Q_{s,tot} = 13294,9 \text{ Wh}$$

Carico termico totale dell'edificio per riscaldamento

Il fabbisogno totale di energia per il riscaldamento è dato dall'equazione

$$Q_h = Q_p - \eta_h \times Q_g$$

$$Q_h = (Q_t + Q_v) - \eta_h \times (Q_i + Q_s)$$

Dove

Q_p dispersioni di calore dato dalla somma di Q_t , dispersioni per trasmissione, e Q_v , dispersioni per ventilazione

Q_g apporti gratuiti dato dalla somma di Q_i , apporti interni, e Q_s , apporti solari

η_h è il fattore di utilizzazione degli apporti interni e di quelli solari.

$$\eta_h = 1 \quad \text{se } \lambda < 1$$

$$\eta_h = 1/\lambda \quad \text{se } \lambda > 1$$

dove $\lambda = Q_g / Q_p$

$$Q_p = Q_t + Q_v = 71702224 \text{ Wh} + 22189854 \text{ Wh} = 93892078 \text{ Wh} = 93892 \text{ kWh}$$

$$Q_g = Q_i + Q_s = 44108064 \text{ Wh} + 13294,9 \text{ Wh} = 44121358,9 \text{ Wh} = 44121 \text{ kWh}$$

$$\lambda = 0,47$$

$$Q_h = 93892 \text{ kWh} - (1 \times 44121 \text{ kWh}) = 49771 \text{ kWh}$$

5.4.2 SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO A PANNELLI RADIANTI

Nell'edificio è installato il sistema di riscaldamento e raffrescamento in pannelli radianti a pavimento.

I pannelli radianti sono costituiti da un tubo speciale posato a chiocciola in cui fluisce l'acqua calda o fredda; il tubo sagomato a formare il terminale viene posizionato direttamente in un massetto a secco in fibrogesso porta impianto dello spessore di 15 mm. Il sistema abbinato alla pompa di calore può funzionare in modalità riscaldamento ed in modalità raffrescamento a seconda delle esigenze.

I pannelli radianti a pavimento grazie alla loro specifica posizioni e al fatto che cedono calore per irraggiamento evitando correnti convettive di calore verso l'alto e aria fredda a pavimento, consentono di ottenere le condizioni di benessere termico che più si avvicinano alle condizioni ideali, cioè di avere zone leggermente più calde a pavimento e più fredde a soffitto.

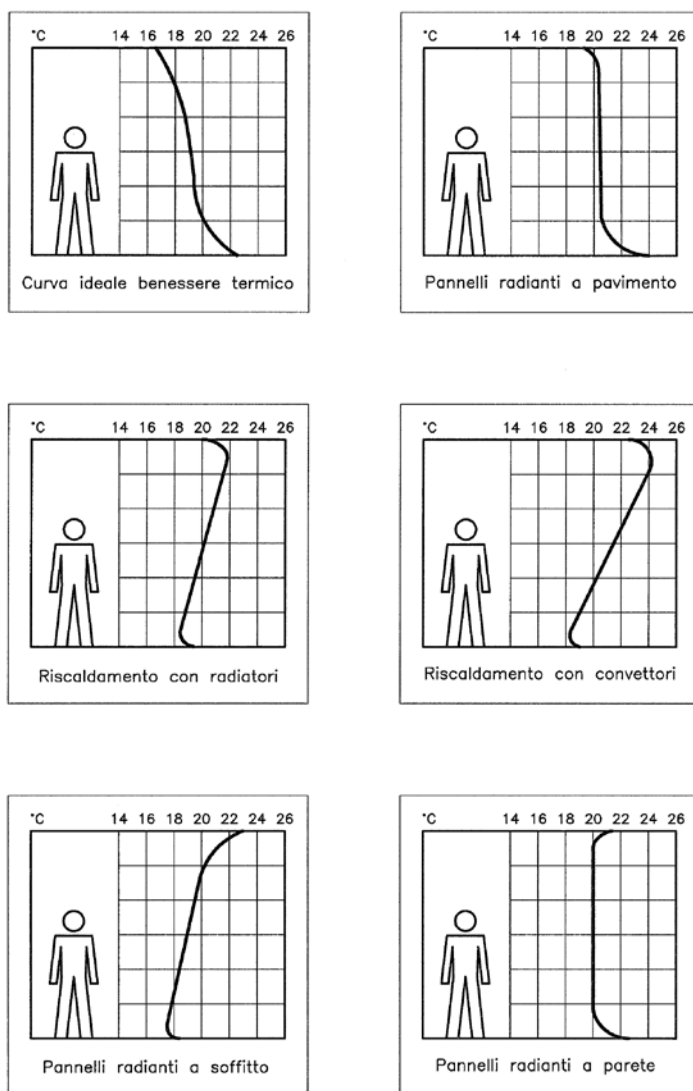


FIGURA 54 - CURVE DI BENESSERE TERMICO PER VARIE TIPOLOGIE DI IMPIANTO

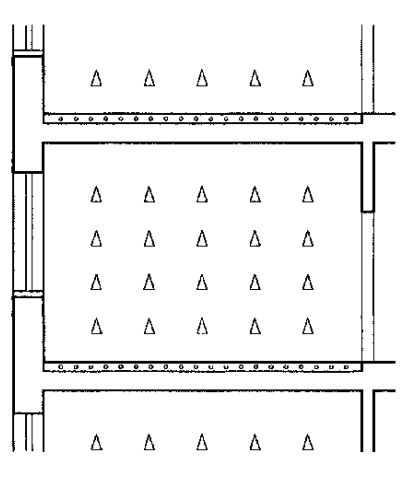


FIGURA 55 – DIREZIONE DELLA CESSIONE DI CALORE PER IRRAGGIAMENTO

I pannelli non producono pulviscoli atmosferici che possono provocare inconvenienti quali secchezza della gola, senso di arsura o allergie, evitano la formazione di zone umide, scongiurando la proliferazione di acari o batteri o la formazione di muffe.

Oltre che dal punto di vista del benessere abitativo, i pannelli radianti a pavimento sono favorevoli anche dal un punto di vista economico in quanto l'elevata superficie disperdente consente di riscaldare con bassa temperatura del fluido termovettore (20-40° C contro i 60-70°C dei sistemi tradizionali a radiatori), il gradiente termico tra pavimento e soffitto è minore rispetto ad altre tipologie di impianto e evitando i moti convettivi vi sono minori dispersioni di calore attraverso le superfici vetrate. Questi aspetti consentono un risparmio energetico variabile dal 10% al 15% rispetto ad un sistema di tipo tradizionale.

Quando utilizzati per il raffrescamento, l'acqua scorre all'interno dei pannelli ad una temperatura di circa 19°C questo valore assicura che la superficie del pavimento non scenda a tal punto da uguagliare la temperatura di rugiada del vapore acqueo dell'ambiente evitando così fenomeni di condensa superficiale a pavimento.

Periodo di riscaldamento

La determinazione della potenza termica desiderata deve essere calcolata a partire dal carico Q_F necessario al riscaldamento nella condizione peggiore, senza prendere in considerazione i valori degli apporti solari ed interni, e dal valore della superficie di pavimento disponibile A_F .

Q_F	potenza richiesta secondo le dispersioni calcolate	$Q_F = 21,495 \text{ kW} = 21495 \text{ W}$
A_F	superficie totale radiante	$A_F = 1578,79 \text{ m}^2$

$$q_{des} = \frac{Q_F}{A_F} = 13,62 \text{ W/m}^2$$

Definito il valore di q_{des} si procede con la valutazione della tipologia del pavimento e dei pannelli radianti in esame, per verificare che siano sufficienti a soddisfare le richieste.

La sezione tipologica del solaio dell'edificio di installazione dei pannelli è la seguente:

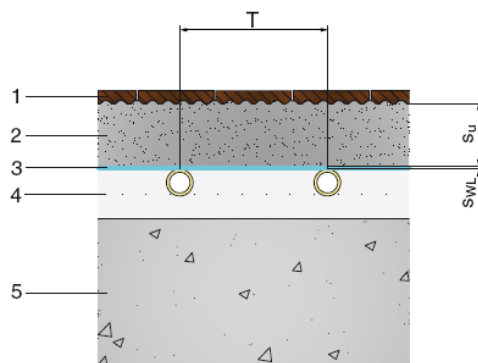


FIGURA 56 - TIPOLOGIA DI PAVIMENTO

- | | | |
|-------------------------------|--|------------------------------------|
| 1. Rivestimento del pavimento | $s_p=0,015$ m | spessore del massetto |
| | $\lambda_p=0,20$ W/mK | conducibilità termica del massetto |
| | $R_p = \frac{s_p}{\lambda_p} = 0,075$ m ² K/W | |
| 2. Massetto | $s_m=0,025$ m | spessore del massetto |
| | $\lambda_m=0,32$ W/mK | conducibilità termica del massetto |
| | $R_m = \frac{s_m}{\lambda_m} = 0,078$ m ² K/W | |
| 3. Elemento conduttivo | | |
| 4. Straso di isolante | | |
| 5. Soletta portante | | |

Per il dimensionamento dei pannelli radianti in fase di riscaldamento la potenza termica emessa viene calcolata attraverso la seguente formula in funzione della temperatura media logaritmica fra la temperatura del fluido termovettore e la temperatura ambiente

$$q = k_H * \Delta T$$

q potenza termica emessa verso l'alto, W/m²
 ΔT temperatura media logaritmica si determina con:

$$\Delta T = \frac{(t_e - t_u)}{\ln\left(\frac{t_e - t_a}{t_u - t_a}\right)}$$

$$\Delta T = 4,72 \text{ } ^\circ\text{C}$$

t_e	temperatura di entrata del fluido scaldante, °C	$t_e = 27^\circ\text{C}$
t_u	temperatura di uscita del fluido scaldante, °C	$t_u = 23^\circ\text{C}$
t_a	temperatura dell'aria ambiente, °C	$t_a = 20^\circ\text{C}$

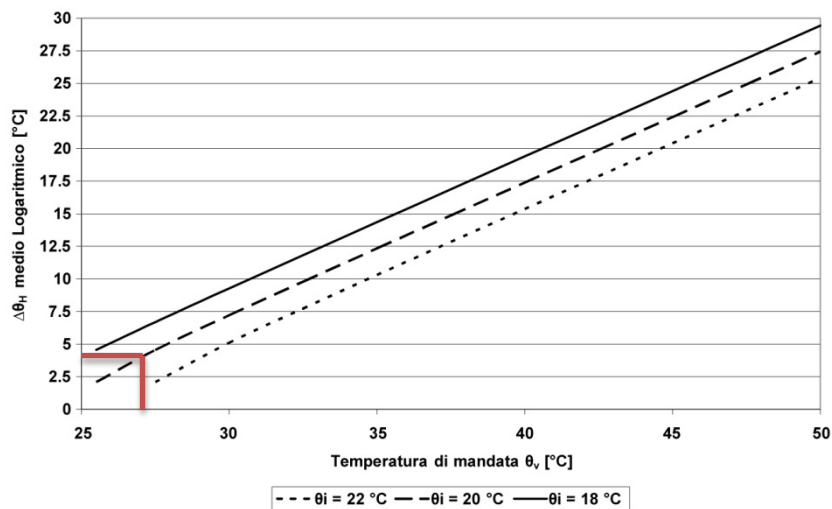
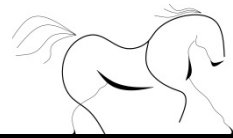


FIGURA 57 - RELAZIONE TRA TEMPERATURA DI MANDATA E TEMPERATURA MEDIA LOGARITMICA

K_H fattore influenzato da diversi parametri:

- passo del tubo;
- spessore e conduttività termica del rivestimento della superficie radiante (resistenza termica del rivestimento del pavimento);
- diametro esterno del tubo;
- conduttività termica del tubo.

$$k_H = \Delta T * B * F_p * F_l * F_m * F_D$$

B coefficiente che dipende dal tipo di sistema e dal coefficiente di scambio termico dello stesso

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1,1}{\pi} * F_p * F_l * F_m * F_D * l * \left(\frac{1}{2\lambda_t} \ln \frac{D_e}{D_e - 2s_t} - \frac{1}{2\lambda_{t0}} \ln \frac{D_e}{D_e - 2s_{t0}} \right)$$

$$B_0 = 6,7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$s_{t0} = 0,002 \text{ m}$$

$$\lambda_{t0} = 0,3350 \text{ W/mK}$$

F_p	fattore relativo alla resistenza termica del pavimento, adimensionale	
F_l	fattore relativo all'interasse dei tubi, adimensionale	
F_m	fattore relativo allo spessore del massetto sopra i tubi, adimensionale	
F_D	fattore relativo al diametro esterno del tubo, adimensionale	
l	interasse tubi, m	$l = 0,30 \text{ m}$
D_e	diametro esterno del tubo, m	$D_e = 0,016$
λ_t	conducibilità termica del tubo, W/mK	$\lambda_t = 0,43 \text{ W/mK}$
s_t	spessore del tubo, m	$s_t = 0,002 \text{ m}$

F_p si calcola con la seguente formula:

$$F_p = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_m}{\lambda_m}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_m}{\lambda_m} + R_p}$$

α coefficiente liminare

$$\alpha = 10,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

s_m	spessore del massetto, m	$s_m=0,025$ m
λ_m	conducibilità termica del massetto, W/mK	$\lambda_m=0,32$ W/mK
R_p	resistenza termica del pavimento, m ² K/W	$R_p = \frac{s_p}{\lambda_p} = 0,075$ m ² K/W

F_I si calcola con la seguente formula:

$$F_I = A_I^x$$

A_I	adimensionale è funzione delle resistenza termica del pavimento, si ottiene per interpolazione di dati	$A_I=1,171$
x	si ottiene dalla relazione	

$$x = 1 - \frac{I}{0,075}$$

F_m si calcola con la seguente formula:

$$F_m = A_m^y$$

A_m	adimensionale è funzione dell'interasse dei tubi e della resistenza termica del pavimento, si ottiene per interpolazione di dati	$A_m=1,0275$
y	si ottiene dalla relazione	

$$y = 100 * (0,045 - s_m)$$

F_D si calcola con la seguente formula:

$$F_D = A_D^z$$

A_D	adimensionale è funzione delle resistenza termica del pavimento, si ottiene per interpolazione di dati	$A_D=1,0465$
z	si ottiene dalla relazione	

$$z = 250 * (D_e - 0,020)$$

Il flusso di calore verso l'alto emesso dal pannello è pari quindi a

$$q = k_H * \Delta T = 14,13 \text{ W/m}^2 > 13,62 \text{ W/m}^2 = q_{des}$$

Il flusso di calore totale emesso dal pannello si determina con la relazione

$$q_t = (t_e - t_u) * G * 1,16 = 14,63 \text{ W/m}^2$$

q_t	flusso di calore totale emesso dal pannello, W/m ²	
t_e	temperatura di entrata del fluido scaldante, °C	$t_e = 27^\circ\text{C}$
t_u	temperatura di uscita del fluido scaldante, °C	$t_u = 23^\circ\text{C}$
G	portata del pannello, l/h	

La portata del pannello G è dedotta dalla seguente formula

$$G = \frac{q}{(t_e - t_u) * 1,16} * \left[1 + \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_m}{\lambda_m} + R_p}{R_s} + \frac{S(t_a - t_s)}{q R_s} \right]$$

q	potenza termica emessa verso l'alto, W/m ²
-----	---



t_e	temperatura di entrata del fluido scaldante, °C	$t_e = 27^\circ\text{C}$
t_u	temperatura di uscita del fluido scaldante, °C	$t_u = 23^\circ\text{C}$
s_m	spessore del massetto, m	$s_m = 0,025$ m
λ_m	conducibilità termica del massetto, W/mK	$\lambda_m = 0,32$ W/mK
R_p	resistenza termica del pavimento, m ² K/W	$R_p = 0,075$ m ² K/W
R_s	resistenza termica sotto pannello, m ² K/W	$R_p = 0,075$ m ² K/W
t_a	temperatura dell'aria ambiente,	$t_a = 20^\circ\text{C}$
t_s	temperatura del locale o del terreno sottostante, °C	$t_s = 20^\circ\text{C}$

Per poter assicurare condizioni di benessere fisiologico, la potenza termica ceduta dal pannello non deve superare la potenza massima

$$q < q_{max}$$

$$14,13 \text{ W/m}^2 < 100 \text{ W/m}^2$$

Essendo $q_{max} = 100 \text{ W/m}^2$ in ambienti dove ci si sofferma in permanenza.

Per evitare condizioni di malessere fisiologico, è necessario inoltre che la temperatura superficiale a pavimento sia inferiore a:

- 29°C in ambienti dove ci si sofferma in permanenza;
- 33°C in locali bagno, docce e piscine;
- 35°C in zone perimetrali o in locali dove si accede raramente.

Quindi

$$t_p = t_a + \left(\frac{q}{8,92} \right)^{1,1}$$

$$t_p = 21,52^\circ\text{C}$$

t_p	temperatura superficiale del pavimento, °C	
t_a	temperatura dell'aria ambiente, °C	$t_a = 20^\circ\text{C}$
q	potenza termica specifica (verso l'alto) del pannello, W/m ²	$q = 14,13 \text{ W/m}^2$

Per determinare la potenza richiesta alla pompa di calore per scaldare l'acqua che attraversa l'impianto si deve considerare il flusso di calore totale emesso dal pannello per ogni metro quadro q_t in modo tale da tenere in considerazione le dispersioni dell'impianto.

Moltiplicando questo valore per la superficie totale si ottiene la potenza totale richiesta per il funzionamento dell'impianto.

$$Q_T = q_t * A_F$$

$$Q_T = 23097,70 \text{ W} = 23,10 \text{ kW}$$

Q_T	potenza richiesta alla pompa di calore per il funzionamento dell'impianto di riscaldamento a pavimento	
q_t	flusso di calore totale emesso dal pannello, W/m ²	$q_t = 14,63 \text{ W/m}^2$
A_F	superficie totale radiante	$A_F = 1578,79 \text{ m}^2$

5.4.3 PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria avviene con un sistema ad accumulo.

Il sistema prevede che l'acqua calda prodotta sia accumulata in appositi serbatoi ad una temperatura più elevata di circa 15°C rispetto a quella di utilizzo.

L'accumulo serve a far fronte al fabbisogno nel periodo di massima richiesta senza dover impegnare potenze termiche troppo elevate. Questo tipo di tecnologia consente di utilizzare generatori e scambiatori di calore con potenza termica molto bassa. È importante che per evitare dispersioni termiche che il sistema dei serbatoi e delle tubazioni sia ben isolato.

Lo schema funzionale dell'impianto per produrre acqua calda con accumulo può essere così rappresentato:

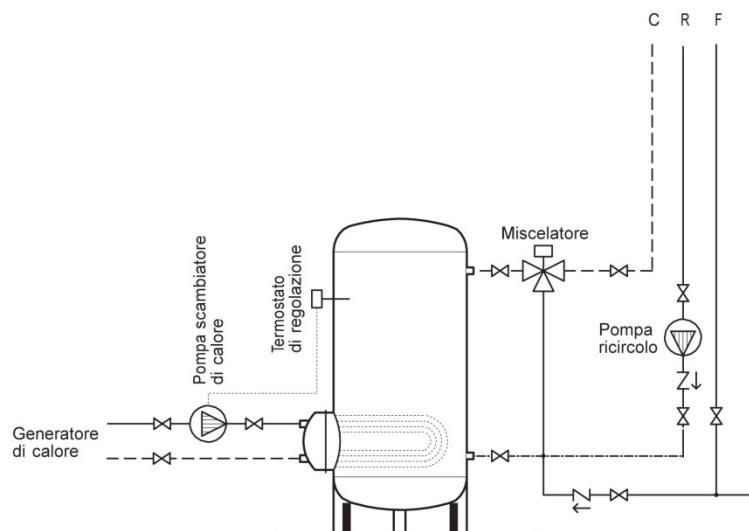


FIGURA 58 - SCHEMA PER LA PRODUZIONE DI ACS CON ACCUMULO

Il termostato di regolazione attiva o disattiva la pompa dello scambiatore di calore in relazione alla temperatura d'accumulo prefissata sul termostato stesso. Il miscelatore provvede poi a regolare la temperatura d'invio dell'acqua calda agli apparecchi utilizzatori.

Il bollitore scalda l'acqua attraverso uno scambiatore di calore a serpentino.

Il dimensionamento del volume dei bollitori e la superficie degli scambiatori tiene in considerazione il periodo di punta, cioè il periodo in cui risulta più elevato il consumo d'acqua calda, e il consumo d'acqua calda nel periodo di punta.

Il dimensionamento dell'impianto segue le indicazioni della norma UNI 9182, la quale fissa i criteri minimi di progettazione degli impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua calda e fredda sanitaria. Tale norma fornisce gli elementi per determinare il consumo di acqua calda sanitaria alla temperatura di utilizzo, normalmente 40°C, che si ha nel periodo di punta (durata in ore del periodo in cui si ha la massima richiesta di acqua sanitaria).

Si procederà quindi con il calcolo del volume di acqua accumulato nel bollitore, al calcolo della potenza e della superficie dello scambiatore.



Nel caso in esame il consumo di acqua nel periodo di punta considerando un fattore di contemporaneità pari a 0,7 è il seguente:

Destinazione	Consumo unitario	n	Consumo (l)	Fattore di contemporaneità	Consumo (l)
Albergo	150 l per camera	24	3600	0,7	2520
Spogliatoi	35 l per doccia	5	175	0,7	122,5
Cucina	10 l per coperto	80	800	0,7	560
Consumo totale nel periodo di punta			5330	Consumo totale corretto	3202,5

TABELLA 30 - CONSUMO DI ACS NEL PERIODO DI PUNTA

Per determinare il volume di bollitore si calcola il calore necessario per scaldare l'acqua da erogare nel periodo di punta con la formula

$$Q_t = C * (T_U - T_F)$$

$$Q_t = 96075 \text{ kcal} = 111,74 \text{ kWh}$$

Q_t	calore necessario per scaldare l'acqua	
C	consumo totale corretto nel periodo di punta	$C = 3202,5$ litri
T_U	temperatura dell'acqua di utilizzo	$T_U = 40^\circ\text{C}$
T_F	temperatura dell'acqua fredda	$T_F = 10^\circ\text{C}$

il calore orario che deve essere ceduto all'acqua è quindi

$$Q_h = \frac{Q_t}{t_{pr} + t_{pu}}$$

$$Q_h = 27450 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 31,93 \text{ kW}$$

(potenza termica del serpentino scaldante immerso nell'accumulo)

Q_h	calore orario richiesto	
Q_t	calore necessario per scaldare l'acqua	
t_{pr}	durata di preriscaldamento	$t_{pr} = 2 \text{ h}$
t_{pu}	durata periodo di punta	$t_{pu} = 1,5 \text{ h}$

si determina il calore da accumulare nella fase di preriscaldamento

$$Q_a = Q_h * t_{pr}$$

$$Q_a = 54900 \text{ kcal}$$

Q_a	calore da accumulare	
Q_h	calore orario richiesto	
t_{pr}	durata di preriscaldamento	$t_{pr} = 2 \text{ h}$

Il volume del bollitore sarà quindi

$$V = \frac{Q_a}{T_A - T_F}$$

$$V = 1220 \text{ litri}$$

V	volume del bollitore	
Q _a	calore da accumulare in fase di preriscaldamento	
T _A	temperatura di accumulo dell'acqua calda	T _U = 55°C
T _F	temperatura dell'acqua fredda	T _F = 10°C

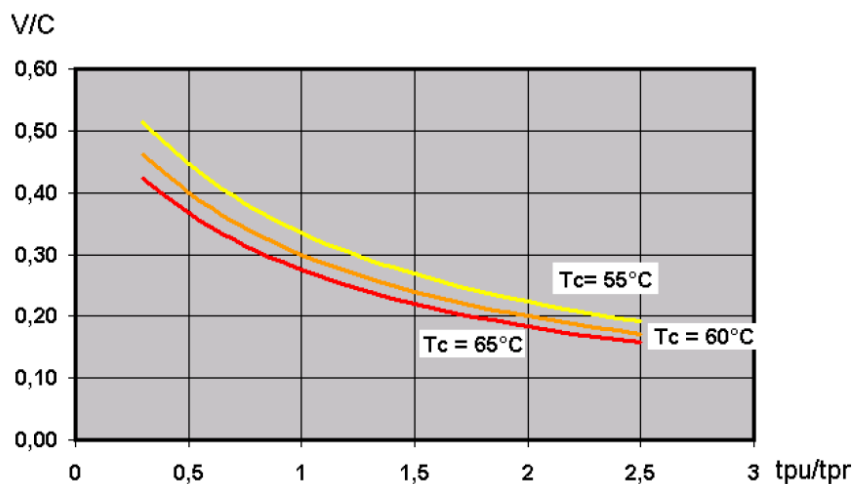


FIGURA 59 - VOLUME DEL BOLLITORE IN RAPPORTO AL CONSUMO DI ACS IN FUNZIONE DI TPU/TPR

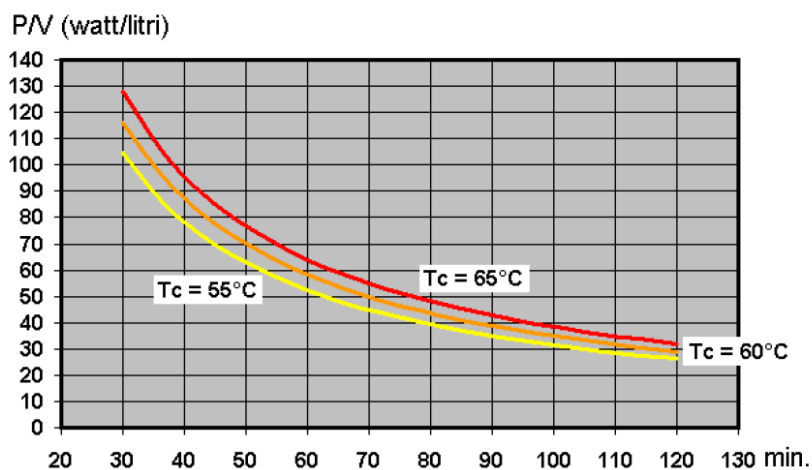


FIGURA 60 - POTENZA DELLO SCAMBIATORE IN RAPPORTO AL VOLUME DEL BOLLITORE IN FUNZIONE DI TPR

Per il dimensionamento del serpentino all'interno del bollitore si determina la superficie di scambio termico con

$$S = \frac{Q_h}{k * (T_{m1} - T_{m2})}$$

$$S = 2,64 \text{ m}^2$$

S	superficie di scambio termico del serpentino	
k	coefficiente di scambio termico	k = 520 kcal/h/m ² /°C per tubi in rame.
T _{m1}	temperatura media del fluido scaldante, °C	T _{m1} = 52,5°C è la media fra le temperature di mandata e di ritorno del fluido scaldante.
T _{m2}	temperatura media del fluido riscaldato, °C	T _{m2} = 32,5°C è la media fra le temperature dell'acqua fredda e quella di accumulo.
Temperatura di accumulo = 55°C		



Temperatura acqua fredda = 10°C

Temperatura andata fluido scaldante = 55°C

Temperatura ritorno fluido scaldante = 50°C

In base al dimensionamento effettuato il bisogno di ACS nell'edificio è garantito da 2 bollitori con capacità rispettivamente di 1000 e 500 litri per un totale di 1500 litri di accumulo.

Il bollitore da 500 l è utile all'approvvigionamento di ristorante, bar e spogliatoi, si considera quindi un utilizzo per 365 giorni l'anno.

Il bollitore da 1000 litri serve l'albergo e quindi si considera un utilizzo per 240 giorni l'anno.

5.4.4 SISTEMA DI VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERO DI CALORE

Nei luoghi chiusi, a causa dell'inquinamento indoor e dell'insufficiente ricambio, la percentuale di ossigeno può scendere a valori decisamente bassi per il comfort e la salute delle persone, mentre il tasso di anidride carbonica può salire a valori molto più elevati.

L'inquinamento dell'aria degli ambienti confinati non si limita a quello biologico prodotto dall'attività metabolica dalle persone (produzione di anidride carbonica, composti organici e vapore acqueo), ad esso va sommato quello chimico causato dalle sostanze nocive contenute nei materiali edili e negli arredi e della combustione e quello fisico causato dalla presenza radiazioni ionizzanti e non e dall'umidità.

La conseguenza di questa esposizione provoca, oltre ad una serie di patologie ben definite come asma, allergie, bronchiti, degli effetti sulla salute dell'uomo più difficilmente identificabili che possono essere associati ad una generale sensazione di disagio psicologico e malessere fisico.

Se sommiamo la cattiva qualità dell'aria alla presenza di altri fattori legati al microclima interno come temperatura, velocità dell'aria, umidità e ventilazione non idonei alla salute ed al comfort, si comprende come gli edifici possano diventare luoghi inadatti alla vita ed all'attività lavorativa dell'uomo.

Non meno importante è la questione del risparmio energetico dovuto al recupero del calore dell'aria esausta che viene ceduto all'aria di rinnovo proveniente dall'esterno. L'utilizzo di un sistema di ventilazione con recupero di calore ad alta efficienza generalmente permette di passare ad una classe energetica superiore. Pertanto, tali sistemi non possono mancare qualora si voglia realizzare un edificio appartenente alle classi più alte della certificazione energetica.

Nel nostro edificio la trasmittanza dell'involucro è ridotta al minimo, sarebbero invece costanti le dispersioni per ventilazione, dal momento che per legge deve essere garantito un ricambio minimo dell'aria fissato in 0,5 vol/h.

Grazie al recupero del calore in essa contenuta tali dispersioni vengono ridotte al minimo. Senza un sistema di ventilazione con recupero ad alta efficienza tale ricambio comporterebbe un grande dispendio di energia e denaro per ripristinare le condizioni di comfort dell'aria.

La soluzione ai problemi di concentrazione di inquinanti ed di dispersioni energetiche per ventilazione è rappresentata dall'installazione di un adeguato sistema di ventilazione permanente con recupero di calore ad alta efficienza che fornisca continuamente aria pulita ai locali, diluendo e rimuovendo gli inquinanti, creando le condizioni per un ambiente sano e confortevole.

Il funzionamento dell'impianto di ventilazione si basa sul principio del doppio flusso per il ricambio dell'aria all'interno dell'edificio, mediante l'utilizzo di due circuiti completamente separati.

La diffusione dell'aria di rinnovo avviene negli ambienti "nobili" (camere da letto, club house ecc.) mentre l'aria esausta viene prelevata dai locali più "inquinati" (bagni, spogliatoi, corridoi ecc.) e fatta confluire nell'unità di recupero.

I due sistemi di distribuzione di aria di rinnovo ed esausta confluiscono nell'unità di recupero dove, per mezzo dello scambiatore di calore ad alta efficienza, l'energia termica contenuta nell'aria estratta dall'abitazione viene trasferita all'aria di rinnovo, abbattendo quasi completamente le dispersioni per ventilazione. Quest'ultima oltre ad essere preriscaldata/preraffrescata, viene anche efficacemente filtrata garantendo così il rinnovo con aria realmente salubre.



FIGURA 61 - SISTEMA DI VENTILAZIONE A DOPPIO FLUSSO

Lo scambiatore di calore a doppio flusso è il cuore del sistema a cui compete la funzione di recupero dell'energia termica dall'aria esausta all'aria di rinnovo.

Il recuperatore che si è scelto di installare è del tipo ad unità ventilanti a doppio flusso con recuperatore di calore rotativo igroscopico e ventilatori centrifughi. Il rotore è costituito da fogli di alluminio alternativamente piani e ondulati, avvolti l'uno sull'altro.

Ne risulta una struttura "a nido d'ape" nei cui canali passano in senso contrapposto i due flussi d'aria. La superficie, resa porosa da particolari trattamenti, consente di assorbire l'umidità.

Metà del rotore è immersa nel flusso dell'aria di espulsione che cede (nel regime invernale) il proprio calore e la propria umidità alla matrice; per effetto della rotazione, questi canali sono successivamente attraversati dall'aria di rinnovo, cedendo ad essa parte del calore sensibile e parte dell'umidità accumulata (calore latente).

Nella fase estiva il fenomeno è invertito: l'aria esterna di rinnovo si raffredda e si deumidifica, cedendo temperatura ed umidità all'aria di espulsione.

Pertanto lo scambiatore rotativo consente di recuperare non solo calore sensibile ma anche calore latente. Si raggiungono in tal modo efficienze massime dell'ordine del 90 %.

Grazie all'elevato rendimento, spesso l'aria di rinnovo può essere immessa direttamente in ambiente, senza la necessità di installare sezioni di post-trattamento.

Con l'adozione del recuperatore igroscopico non vi è formazione di condensa: parte dell'umidità contenuta in un flusso d'aria viene assorbita dalla superficie porosa ma è poi completamente ceduta al flusso d'aria opposto. Pertanto non sono necessari né la bacinella di raccolta condensa né la relativa tubazione di scarico.

La possibilità di arrestare la rotazione dello scambiatore, mantenendo in funzione i ventilatori, permette che il ricambio d'aria avvenga ugualmente, realizzando un bypass virtuale, utile nelle mezze stagioni.

Attraverso lo scambiatore i due flussi di aria in espulsione ed in immissione si scambiano calore sensibile, in virtù delle loro diverse temperature. La particolare geometria dello scambiatore consente il movimento dei due flussi di aria in controcorrente prolungando la durata e l'efficienza dello scambio termico: il risultato è l'altissima efficienza del recupero termico ($\eta_{ve\ medio} = 92,12\%$).

L'efficienza di recupero del calore può essere valutata in tre modi differenti:

- in termini di calore sensibile (temperatura t);
- in termini di calore latente (umidità x);
- in termini di calore totale (entalpia h).

E' opportuno conoscere almeno due delle efficienze suddette in modo da poter stabilire i benefici del recuperatore.

Il calcolo viene fatto considerando quindi il calore sensibile e quello totale presupponendo di trattare una portata costante in estrazione e immissione.

L'efficienza del recupero di calore sensibile [%] si stima dalla temperatura con la formula seguente:

$$\eta_{v,teor} = \frac{T(OA) - T(SA)}{T(OA) - T(RA)} * 100$$

con:

T(OA) temperatura a bulbo secco di aspirazione dell'aria di rinnovo esterna [°C]

T(SA) temperatura a bulbo secco dell'aria immessa nei locali [°C]

T(RA) temperatura a bulbo secco dell'aria viziata ripresa dai locali [°C]

L'efficienza del recupero di calore totale [%] si stima dall'entalpia con la formula seguente:

$$\eta_{h,teor} = \frac{h(OA) - h(SA)}{h(OA) - h(RA)} * 100$$

con:

h(OA) entalpia dell'aria di rinnovo esterna [°C]

h(SA) entalpia dell'aria immessa nei locali [°C]

h(RA) entalpia dell'aria viziata ripresa dai locali [°C].



Verifica in fase di riscaldamento

Per le verifiche in regime invernale vengono considerati i seguenti valori di progetto elencati in tabella:

	T °C	U.R. %	h (kJ/kg a.s.)
OA - Aria di rinnovo dall'esterno	0,0	74%	7,3
SA - Aria di immissione	18,0	50%	34,85
RA - Aria di ripresa	20,0	55%	41,07

TABELLA 31- DATI TEORICI DI PROGETTO

Da tali valori otteniamo un rendimento teorico del recuperatore di calore sensibile pari a $\eta_{v,teor}$ 90%, mentre il rendimento entalpico relativo al calore totale pari a $\eta_{h,teor}$ 81,58%. In base a questo risultato sono state scelte macchine con un rendimenti superiori: η_{ve} 92,12% (rendimento medio) e η_{he} 86% (vedi Tabella 27).

I valori di temperatura e di entalpia reali di progetto sono ora calcolati con le seguenti formule:

$$T(SA) = T(OA) - (T(OA) - T(RA)) * \eta_t$$

$$T(EA) = T(RA) + (T(OA) - T(RA)) * \eta_t$$

$$h(SA) = h(OA) - (h(OA) - h(RA)) * \eta_h$$

$$h(EA) = h(RA) + (h(OA) - h(RA)) * \eta_h$$

		T °C	U.R. %	x (g/kg a.s.)	h (kJ/kg a.s.)
Lato esterno	OA aria di rinnovo dall'esterno	0,00	74%	2,88	7,2
	EA Aria estratta verso l'esterno	1,82	94,60%	4,13	11,94
Lato interno	SA Aria di immissione	18,42	50,10%	6,79	35,73
	RA Aria di ripresa	20,00	55%	8,26	41,07

TABELLA 32- VERIFICA CONDIZIONI ARIA DI VENTILAZIONE

Il calore totale recuperato viene stimato attraverso la formula:

$$q_t = \gamma * V_{ve,des} * (h(RA) - h(OA)) * \eta_h$$

$$q_t = 67,29 \text{ kW}$$

dove:

γ densità dell'aria alle condizioni standard, pari a 1,2 kg/m³;

$V_{ve,des}$ portata dell'aria trattata totale per la ventilazione m³/h.

Adottando un recuperatore di calore ad alta efficienza, si ritiene che l'aria di immissione nei locali, dopo essere stata rinnovata, abbia caratteristiche termo igrometriche accettabili. Pertanto non è necessaria l'applicazione di sistemi di preriscaldamento e umidificazione.

Verifica in fase di raffrescamento

Per le verifiche in regime estivo vengono considerati i seguenti valori di progetto elencati in tabella:

	T °C	U.R. %	h (kJ/kg a.s.)
OA - Aria di rinnovo dall'esterno	32,0	71%	88,93
SA - Aria di immissione	27,0	60%	62,52
RA - Aria di ripresa	26,0	50%	53,78

TABELLA 33- DATI TEORICI DI PROGETTO

Dai valori otteniamo un rendimento teorico del recuperatore entalpico pari a $\eta_{h,teor}$ 75,14%.
Le macchine scelte hanno una rendimento η_{he} 73%.

I valori di temperatura e di entalpia reali di progetto sono ora calcolati con le seguenti formule:

$$h(SA) = h(OA) - (h(OA) - h(RA)) * \eta_h$$

$$h(EA) = h(RA) + (h(OA) - h(RA)) * \eta_h$$

		T °C	U.R. %	x (g/kg a.s.)	h (kJ/kg a.s.)
Lato esterno	OA aria di rinnovo dall'esterno	32,00	71%	22,17	88,93
	EA Aria estratta verso l'esterno	31,53	63,80%	18,66	79,43
Lato interno	SA Aria di immissione	26,47	66,30%	14,37	63,27
	RA Aria di ripresa	26,00	50%	10,84	53,78

TABELLA 34- VERIFICA CONDIZIONI ARIA DI VENTILAZIONE

Il calore totale recuperato viene stimato attraverso la formula:

$$q_t = \gamma * V_{ve,des} * (h(OA) - h(RA)) * \eta_h$$

$$q_t = 60,46 \text{ kW}$$

dove:

γ densità dell'aria alle condizioni standard, pari a 1,2 kg/m³;
 $V_{ve,des}$ portata dell'aria trattata totale per la ventilazione m³/h.

Dai calcoli è emersa la necessità di dover ridurre la percentuale di umidità relativa dell'aria di immissione nei locali. Per tale motivo si prevede l'installazione a valle dei recuperatori di calore di unità deumidificanti che portino l'aria in entrata alla condizione ideale, 26°C con umidità del 50%.

Si procede ora con il calcolo dei valori di capacità di ogni singolo deumidificatore, partendo da una condizione iniziale di aria a temperatura 26,47°C con U.R. 66,30%.



L'umidità specifica della portata d'aria da immettere x_i deve essere:

$$x_i < x_{RA} = 10,84 \frac{g}{kg} < x_{SA} = 14,37 \frac{g}{kg}$$

Ed il sistema di deumidificazione deve avere la capacità di ridurre il valore dell'umidità specifica da 14,37 al valore di x_i .

Dal bilancio di massa per l'acqua riferito ad un ambiente climatizzato in cui vi siano n occupanti si ottiene:

$$x_i = x_{RA} - \frac{n * m_v}{n * m_a} = x_{SA} - \frac{m_v}{\rho_a * V_a}$$

m_v	massa vapore prodotto	$m_v = 60g/h$
ρ_a	densità dell'aria	$\rho_a = 1,17 kg/m^3$
V_a	volume di aria	$V_a = 10 dm^3/s$

L'umidità specifica della portata d'aria da immettere è pari a quella dell'aria interna meno il rapporto tra le portate massiche di vapore e di aria:

$$x_i = 9,42 g/kg$$

$$T_{rug,i} = 13,10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$U.R. = 100\%$$

Pertanto la capacità dei deumidificatori, in termini di variazione di umidità specifica, sarà:

$$\Delta x = x_{RA} - x_i$$

$$\Delta x = 4,95 g/kg$$

La capacità di un deumidificatore CD esprime, usualmente la portata massica d'acqua rimossa dalla corrente d'aria trattata. Dal bilancio di massa per l'acqua riferito al deumidificatore si ottiene:

$$CD = \rho_a * V_a * \Delta x$$

I deumidificatori installati sono scelti in funzione della portata d'aria dei recuperatori a monte (vedi Tabella 28 - recuperatori di calore installati) e devono soddisfare il valore di CD giornaliero calcolato riportato in tabella.

Va: portata d'aria dei recuperatori di calore	CD (l/h)	CD (l/g)
140	0,81	19,46
540	3,13	75,06
910	5,27	126,49
2270	13,15	315,52

TABELLA 35 - DEUMIDIFICATORI PER ARIA DI VENTILAZIONE

Per verificare i giorni di effettiva necessità del sistema di deumidificazione ci si è avvalsi del programma HEATEX SELECT, riferito allo scambiatore scelto:

inserendo i dati di temperatura e umidità massime medie mensili, ricavate dall'atlante climatico della stazione meteorologica di Milano/Malpensa, e i valori scelti come condizioni

standard di benessere interno, il programma restituisce la temperatura e la percentuale di umidità dell'aria di immissione.

In tabella si riportano i risultati riferiti ai mesi estivi e la stima del numero di giorni in cui si verificano tali condizioni.

Mese	T °C	U.R. %	T(SA) °C	U.R.(SA)%	Giorni	Ore di accensione
Maggio	21,50	72%	20,20	57,8%	10	8
Giugno	25,50	71%	20,60	61,8%	18	12
Luglio	29,00	71%	24,50	61,0%	18	18
Agosto	28,30	71%	25,40	59,2%	20	12
Settembre	24,00	72%	22,20	58,3%	14	8

TABELLA 36 - VALORI DI TEMPERATURA E UMIDITÀ ARIA DI IMMISSIONE

Nei mesi di giugno luglio e agosto per 26 giorni si verificano le condizioni estreme di progetto, durante i quali i deumidificatori rimangono attivi per 24 ore.

Il totale delle ore di funzionamento nel periodo di accensione è pari a

$$t_{funz,anno} = t_{mag} + t_{giu} + t_{lug} + t_{ago} + t_{set} + g_{cond.estreme} * 24 = 1596 h$$

Sistema di distribuzione

Recuperatori di calore e deumidificatori sono posizionati ne locali tecnici, ciascuno in posizione centrale rispetto alla zona di competenza.

La tubazione utilizzata per la distribuzione dell'aria di rinnovo e per l'estrazione di quella viziata è in polietilene alimentare (PE-HD materiale atossico e resistente).

I condotti sono flessibili e corrugati si nascono in controsoffitti e contropareti.

Su ogni spezzone di tubo sono collocati gli o-ring (guarnizioni in gomma per la tenuta).

La collocazione delle bocchette di mandata e di ripresa è fondamentale per il buon funzionamento dell'impianto, il posizionamento sbagliato può condizionare anche il miglior impianto.

L'aria più fredda viene immessa negli ambienti "nobili" a livello del pavimento o in posizione bassa rispetto alla parete (circa l'altezza delle prese elettriche), mentre viene "richiamata" nelle zone dove c'è uno sviluppo di calore (bagni) in alto, con conseguente generazione di corrente ascensionale e di depressione nella parte inferiore dove l'aria primaria "lava" la zona interessata.

Nelle zone di transito come disimpegno e corridoi non è necessario prevedere dei terminali di distribuzione.



FIGURA 62 - BOCCHETTE DI MANDATA E RIPRESA ARIA INTERNA



Le bocchette esterne per l'approvvigionamento di aria sono posizionate sulle facciate a nord per evitare di alterare la facciata principale a sud, mentre l'espulsione dell'aria avviene attraverso camini di espulsione posizionati in falda sempre a nord, sufficientemente distanti dalla presa d'aria in modo che non vi siano interferenze tra i due flussi d'aria.



FIGURA 63 - BOCCHETTE DI APPROVVIGIONAMENTO E ESPULSIONE ARIA ESTERNA

5.4.5 IMPIANTO A POMPA DI CALORE

Per garantire un buon livello di comfort all'interno dell'edificio oggetto di recupero e un utilizzo corretto delle risorse è necessario dimensionare un impiantistica adeguata.

Determinato il carico termico necessario, si è valutato di inserire un sistema di riscaldamento a pompa di calore con sfruttamento delle risorse gratuite del territorio.

La scelta è stata fatta in funzione del fatto che queste macchine sono in grado di produrre più energia (sotto forma di calore) di quella che gli serve per funzionare, con conseguente risparmio in termini di costo di utilizzo. Ciò è possibile perché sfruttano l'energia gratuita che proviene da sorgenti esterne.

La pompa di calore, non produce calore, ma è un dispositivo che ne permette lo spostamento da un sistema ad una certa temperatura ad un sistema a temperatura superiore, porta il calore da un livello termico più basso ad un livello termico più alto e quindi utilizzabile ai fini della climatizzazione.

L'innalzamento del livello termico avviene tramite uno scambio termico tra due fluidi distinti ed esterni alla pompa di calore, uno per l'ambiente esterno e l'altro per l'ambiente da climatizzare.



FIGURA 64 - SCHEMA DI IMPIANTO A POMPA DI CALORE

Tra questi due ambienti si posiziona il circuito frigorifero, cuore della pompa di calore, all'interno del quale il fluido refrigerante subisce le trasformazioni che ne rendono possibile il funzionamento.

Il circuito frigorifero si compone di quattro elementi essenziali:

- evaporatore
- compressore
- condensatore
- valvola di espansione

attraverso i quali il fluido refrigerante subisce dei cambiamenti di stato che rendono possibile il trasferimento dell' energia termica.

Nell'evaporatore il fluido refrigerante sottrae calore (al fluido dell'ambiente esterno in modalità pompa di calore, al fluido dell'ambiente da climatizzare in modalità refrigeratore) e si espande; passando dall'evaporatore al compressore il refrigerante riceve un apporto aggiuntivo di energia generata elettricamente sotto forma di pressione che fa innalzare considerevolmente la sua temperatura.



All'arrivo al successivo scambiatore detto condensatore il liquido refrigerante cede il suo calore (al fluido dell'ambiente da climatizzare in modalità pompa di calore, al fluido dell'ambiente esterno in modalità refrigeratore).

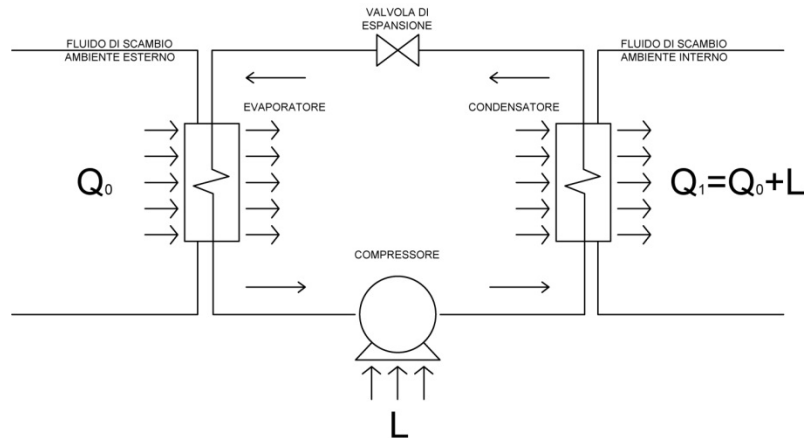


FIGURA 65 - FUNZIONAMENTO IMPIANTO IN FASE DI RISCALDAMENTO

Infine la pressione del refrigerante viene abbassata con una valvola di espansione. La presenza di questo elemento di regolazione dopo il condensatore consente al fluido refrigerante di ritornare all'evaporatore e di ricominciare il ciclo frigorifero.

La commutazione di funzionamento dalla modalità pompa di calore alla modalità refrigeratore è resa possibile dal funzionamento di una valvola 4 vie.

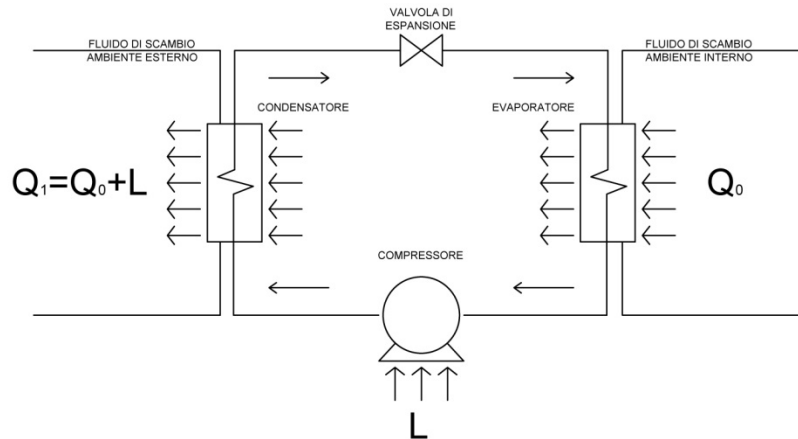


FIGURA 66 - FUNZIONAMENTO IMPIANTO IN FASE DI RAFFRESCAMENTO

Negli impianti idronici il fluido di scambio con l'ambiente interno è l'acqua che viene inviata ai terminali di impianto oppure viene impiegata come acqua calda sanitaria.

Il fluido di scambio con l'esterno dipende invece dalla fonte di energia esterna: nel caso considerato cioè del tipo in cui l'energia è scambiata con il terreno il fluido è costituito da acqua glicolata, una miscela di acqua e anticongelante non tossico, che fluisce verticalmente in un circuito in profondità nel terreno.

I fluidi di scambio con gli ambienti, esterno ed interno, determinano anche la denominazione delle pompe di calore, che vengono identificate con due nomi: il primo indicativo del mezzo di scambio con l'esterno ed il secondo indicativo del mezzo di scambio con l'ambiente da climatizzare.

In funzione dei mezzi di scambio l'impianto previsto nell'intervento è del tipo terra-acqua.

In funzionamento invernale la pompa di calore cede calore all'ambiente da riscaldare compiendo un lavoro L che equivale ad un consumo di energia elettrica.

Il COP (dall'inglese Coefficient of Performance) si può calcolare facendo il rapporto tra la potenza termica fornita all'ambiente climatizzato e l'energia elettrica assorbita:

In funzionamento estivo il refrigeratore sottrae calore all'ambiente da raffrescare compiendo un lavoro che equivale ad un consumo di energia elettrica.

L'EER (dall'inglese Energy Efficiency Ratio) in modo del tutto analogo è pari al rapporto tra la potenza frigorifera fornita all'ambiente climatizzato e l'energia elettrica assorbita:

Il COP e l'EER sono due parametri fondamentali di dimensionamento esprimendo rispettivamente l'efficienza delle unità funzionanti come pompe di calore e come refrigeratori: essi devono essere verificati per le condizioni reali di esercizio.

$$\text{COP} = Q_1 \text{ (KW)} / L \text{ (KW)}$$

$$\text{EER} = Q_0 \text{ (KW)} / L \text{ (KW)}$$

Q₁ potenza richiesta durante il periodo di riscaldamento

Q₂ potenza richiesta durante il periodo di raffrescamento

Determinate le potenze termiche richieste si è deciso di adottare due pompe di calore geotermiche collegate in serie che sviluppano potenze termiche rispettivamente di 24,7 kW quella per il riscaldamento e il raffrescamento e 33,6 kW quella per la produzione di acqua calda sanitaria.

Supponendo il carico termico invernale maggiore di quello in fase estiva, si ritiene sufficiente la potenza frigorifera di 26,2 kW che la pompa di calore dedicata alla climatizzazione eroga. Nella stagione estiva, inoltre, vi è un recupero medio del 30% di potenza termica dalla produzione di ACS, che va ad abbattere i consumi della PDC in fase di raffrescamento.



DATI TECNICI GENERALI ACTEA 18 T

Codice prodotto		Valore	
Grandezze			
Raffreddamento (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 23/18°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 30/35°C)			
Potenzialità frigorifera	KW	26,2	
Potenza assorbita compressori	KW	4,81	
Potenza assorbita totale (Somma delle potenze assorbite dai compressori e dal circuito ausiliario)	KW	4,82	
EER		5,44	
Riscaldamento (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 30/35°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 10°C; portata d'acqua invariata in raffreddamento)			
Potenzialità termica	KW	24,7	
Potenza assorbita compressori	KW	4,47	
Potenza assorbita totale (Somma delle potenze assorbite dai compressori e dal circuito ausiliario)	KW	4,48	
COP		5,51	
Compressori			
Tipo di compressori		Scroll	
N° compressori	Nr	1	
Gradini capacità Std	Nr	1	
Carica refrigerante (C1)	Kg	1,9	
Circuiti refrigeranti	Nr	1	
Scambiatore interno (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 23/18°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 30/35°C)			
Tipo di scambiatore interno		A piastre	
N°scambiatori interni	Nr	1	
Portata acqua (Scambiatore interno)	l/s	1,25	
Portata acqua massima	l/s	2,09	
Prevalenza utile pompa	KPa	33,30	
Contenuto d'acqua	l	2,20	
Scambiatore esterno			
Tipo di scambiatore esterno		A piastre	
N°scambiatori esterni	Nr	1	
Portata acqua (Scambiatore esterno)	l/s	1,48	
Portata acqua massima	l/s	2,47	
Perdite di carico scambiatore esterno	KPa	59	
Altre caratteristiche			
Attacchi acqua (attacchi acqua sia lato sorgente che lato utilizzo)		1"Gas F	
Max pressione lato acqua	KPa	550	
Taratura valvola di sicurezza	KPa	600	
Vaso di espansione unico con capacità	l	2	
Livello di pressione sonora (1m)	dB(A)	49	
Larghezza	mm	573	
Profondità	mm	604	
Altezza	mm	858	
Dati elettrici			
Alimentazione 400/3/50 (+Neutro) +/- 6%, max sbilanciamento di fase 2%			
Alimentazione standard	V	400/3/50+N	
F.L.A. Corrente assorbita dal circolatore alle massime condizioni ammesse	A	2,02	
F.L.A. Corrente assorbita totale alle massime condizioni ammesse	A	16,32	
F.L.I. Potenza assorbita a pieno carico dal circolatore (alle massime condizioni ammesse)	Kw	0,40	
F.L.I. Potenza assorbita totale a pieno carico (alle massime condizioni ammesse)	Kw	8,70	
M.I.C. -Massima corrente di spunto dell'unità	A	103	
Prestazioni unità per geotermia			
		Temperatura acqua uscente dallo scambiatore interno 35°C	Temperatura acqua uscente dallo scambiatore interno 50°C
Potenza termica fornita	Kw	18,00	17,10
Potenza elettrica assorbita totale	Kw	4,32	6,42
Potenza frigorifera	Kw	13,70	10,70
COP		4,16	2,66
Potenza termica fornita	Kw	25,20	23,40
Potenza elettrica assorbita totale	Kw	4,49	6,40
Potenza frigorifera	Kw	20,70	17,00
COP		5,60	3,65

FIGURA 67 - SCHEDA TECNICA POMPA DI CALORE PER LA CLIMATIZZAZIONE



DATI TECNICI GENERALI ACTEA 23 T				
Codice prodotto				
Grandezze	Valore			
Raffreddamento (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 23/18°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 30/35°C)				
Potenzialità frigorifera	KW	33,6		
Potenza assorbita compressori	KW	5,94		
Potenza assorbita totale (Somma delle potenze assorbite dai compressori e dal circuito ausiliario)	KW	5,95		
EER		5,65		
Riscaldamento (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 30/35°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 10°C; portata d'acqua invariata in raffreddamento)				
Potenzialità termica	KW	31		
Potenza assorbita compressori	KW	5,62		
Potenza assorbita totale (Somma delle potenze assorbite dai compressori e dal circuito ausiliario)	KW	5,63		
COP		5,51		
Compressori				
Tipo di compressori		Scroll		
N° compressori	Nr	1		
Gradini capacità Std	Nr	1		
Carica refrigerante (C1)	Kg	3,2		
Circuiti refrigeranti	Nr	1		
Scambiatore interno (Dati riferiti a: acqua scambiatore interno = 23/18°C; acqua entrante allo scambiatore esterno 30/35°C)				
Tipo di scambiatore interno		A piastre		
N°scambiatori interni	Nr	1		
Portata acqua (Scambiatore interno)	l/s	1,61		
Portata acqua massima	l/s	2,68		
Prevalenza utile pompa	KPa	17,8		
Contenuto d'acqua	l	2,90		
Scambiatore esterno				
Tipo di scambiatore esterno		A piastre		
N°scambiatori esterni	Nr	1		
Portata acqua (Scambiatore esterno)	l/s	1,89		
Portata acqua massima	l/s	3,15		
Perdite di carico scambiatore esterno	KPa	53		
Altri dati				
Attacchi acqua (attacchi acqua sia lato sorgente che lato utilizzo)		1"Gas F		
Max pressione lato acqua	KPa	550		
Taratura valvola di sicurezza	KPa	600		
Vaso di espansione unico con capacità	l	2		
Livello di pressione sonora (1m)	dB(A)	51		
Larghezza	mm	573		
Profondità	mm	604		
Altezza	mm	858		
Dati elettrici				
Alimentazione 400/3/50 (+Neutro) +/- 6%, max sbilanciamento di fase 2%				
Alimentazione standard	V	400/3/50+N		
F.L.A. Corrente assorbita dal circolatore alle massime condizioni ammesse	A	2,02		
F.L.A. Corrente assorbita totale alle massime condizioni ammesse	A	18,52		
F.L.I. Potenza assorbita a pieno carico dal circolatore (alle massime condizioni ammesse)	Kw	0,40		
F.L.I. Potenza assorbita totale a pieno carico (alle massime condizioni ammesse)	Kw	10,6		
M.I.C. -Massima corrente di spunto dell'unità	A	113		
Prestazioni unità per geotermia				
		Temperatura acqua uscente dallo scambiatore interno 35°C	Temperatura acqua uscente dallo scambiatore interno 50°C	
Potenza termica fornita	Kw	Temperatura acqua entrante allo scambiatore esterno 0°C % peso	22,70	21,40
Potenza elettrica assorbita totale	Kw	glicole etilenico = 30%	5,40	7,88
Potenza frigorifera	Kw		17,20	13,50
COP			4,19	2,71
Potenza termica fornita	Kw	Temperatura acqua entrante allo scambiatore esterno 10°C	31,80	29,50
Potenza elettrica assorbita totale	Kw		5,65	7,87
Potenza frigorifera	Kw		26,20	21,60
COP			5,62	3,74

FIGURA 68 - SCHEDA TECNICA POMPA DI CALORE PER LA PRODUZIONE DI ACS



5.4.6 LA SORGENTE GEOTERMICA

L'energia geotermica, immagazzinata nella crosta terrestre, può essere estratta dalle pompe di calore attraverso dei sistemi di sonde. L'energia geotermica è la somma di due componenti principali: il calore proveniente dagli strati più profondi della terra ed il calore proveniente dall'ambiente esterno originato dal sole.

Il calore ambiente che si origina dal sole influenza solo lo strato più superficiale della crosta terrestre e perde di rilevanza già oltre i 20 m di profondità.

Oltre questa profondità la temperatura della terra si attesta intorno ai 13-15°C fino a circa 100 m: oltre questa profondità diviene influente il gradiente geotermico dovuto al calore proveniente dal centro della terra, con una crescita di temperatura di 30 °C ogni 1000 m.

L'applicazione della tecnologia geotermica prevede un sistema di scambiatori in cui fluisce un fluido termovettore, l'acqua glicolata, cioè acqua con l'aggiunta di un liquido antigelo in percentuale che varia dal 10% al 30% che abbassa a -15°C il punto di congelamento dell'acqua.

Questi scambiatori (chiamati sonde geotermiche) sono realizzati con tubi sottili (diametro da 20 a 50mm) installati in verticale fino ad una profondità di 150 m.

Nei fori, sono inseriti due circuiti ad U, realizzati con tubi in PE-X, specifici per queste applicazioni, dato che le profondità in gioco comportano pressioni, sia interne che di schiacciamento, molto elevate. La configurazione scelta per la posa dei tubi è quella a doppia U perchè presenta il duplice vantaggio di consentire un migliore scambio termico con il terreno e contemporaneamente in caso di malfunzionamento di un tubo, l'altro essendo indipendente può comunque alimentare la pompa di calore.

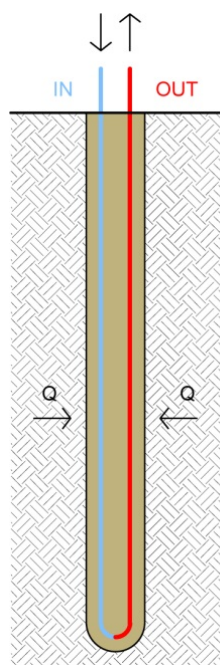


FIGURA 69 - SONDA CON TUBO A U PER LO SCAMBIO DI ENERGIA TERMICA CON IL TERRENO

Per rendere più facile l'inserimento dei tubi nei fori si usano zavorre, di circa 15-20 Kg, costituite da pesi a perdere. Per evitare interferenze termiche reciproche è utile mantenere le giuste distanze fra i tubi si ricorre quindi all'uso, ogni 8 m, di appositi distanziatori.

Una volta collocati i tubi viene iniettata nei fori una sospensione a base di cemento e sostanze inerti. La sospensione è iniettata dal basso verso l'alto con l'aiuto di un tubo supplementare inserito nel foro della sonda.

Per non arrecare danni alle fondazioni dell'edificio e non alterare le spinte del terreno, le sonde geotermiche devono essere poste in opera con distanze minime dall'edificio di almeno 4-5 m.

I tubi nelle sonde in superficie sono connessi alla pompa di calore attraverso un sistema di collettori e valvole di regolazione.

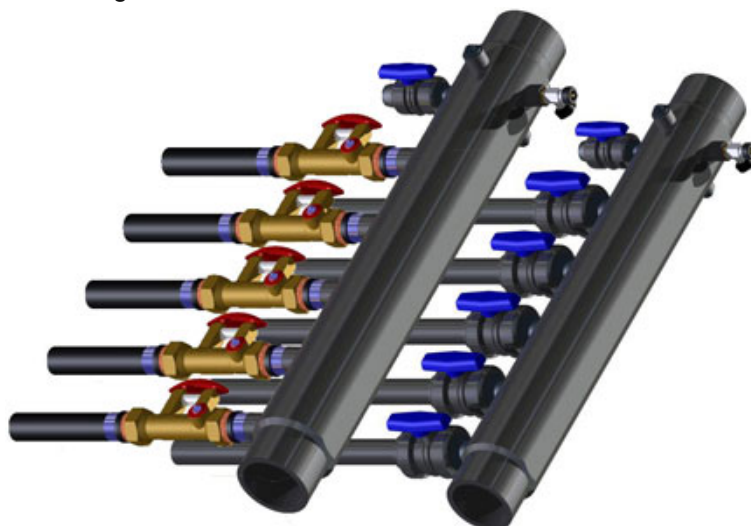


FIGURA 70 - CONNETTORE DELLA SONDA GEOTERMICA ALL'IMPIANTO A POMPA DI CALORE

In inverno la terra cede calore al fluido che a sua volta lo trasferisce alla pompa di calore. Lo scambio termico prolungato con il fluido termovettore può produrre il raffreddamento del terreno: si può invertire questo processo con il funzionamento estivo, facendo circolare nel terreno un fluido più caldo derivante dai processi di raffrescamento. Il terreno viene usato in questo modo come serbatoio di stoccaggio in estate e serbatoio di prelievo in inverno.

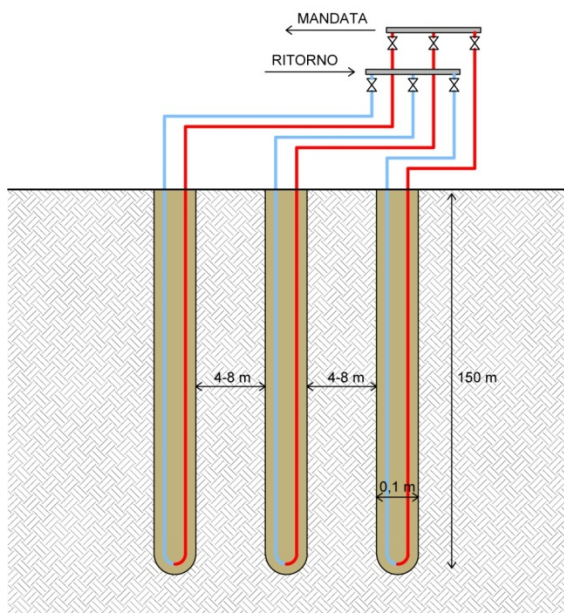


FIGURA 71 - SISTEMA DI COLLEGAMENTO CON COLLETTORE



Per un unico impianto sono richiesti più pozzi il cui numero dipende dal fabbisogno termico da soddisfare e dalla resa termica del sottosuolo da cui l'energia termica deve essere estratta.

La realizzazione dei pozzi è preceduta da una serie di indagini sul terreno di impianto finalizzate alla determinazione di:

- conducibilità termica;
- densità;
- presenza di umidità;
- stratificazione del sottosuolo.

Di seguito è riportata una tabella che riporta la resa delle sonde geotermiche a doppia U per le tipologie di terreno più comuni:

Tipo sottosuolo	Conducibilità termica (W/mK)	Rendimento del terreno (W/m)
Valori guida generali:		
Sottosuolo povero (sedimento secco)	<1,5	20
Rocce e terreni sciolti saturi d'acqua	1,5-3,0	50
Rocce ad alta conduttività termica	> 3,0	70
Tipologia roccia/terreno:		
Ghiaia, sabbia, asciutta	0,4	< 20
Ghiaia, sabbia, saturi d'acqua	1,8-2,4	55-65
Argilla, terriccio, umido	1,7	30-40
Calcere (massiccio)	2,8	45-60
Arenaria	2,3	55-65
Magmatite silicea (ad esempio, granito)	3,4	55-70
Magmatite basica (ad esempio, basalto)	1,7	35-55
Gneiss	2,9	60-70

TABELLA 37 - RESA DELLE SONDE GEOTERMICHE A DOPPIA U

I circuiti che collegano fra loro gli scambiatori di calore che derivano calore dal terreno e le pompe di calore sono così progettati e realizzati:

- 1- Si calcola il calore derivabile dal terreno (Q_{ter}) in base alla potenza termica richiesta dall'impianto e al COP di progetto della pompa di calore.
Potenza termica richiesta = 23,10 + 31,93 kW = 55,03 kW
COP pompa di calore = 5,51 (valori da scheda tecnica Actea)

$$Q_{ter} = Q_{tot} - (Q_{tot}/COP) = (55,03 - 9,99) \text{ kW} = 45,04 \text{ kW} = 45040 \text{ W}$$

- 2- Si effettua il dimensionamento di massima degli scambiatori a sonda geotermica. Si calcola la lunghezza delle sonde dividendo Q_{ter} per la loro resa termica specifica lineare (W/m); si calcola poi la lunghezza totale dei tubi L_s .
 η , rendimento della sonda a doppia U è stimato pari a 45 W/m dall'osservazione della sezione geologica, il terreno sul quale sorge la villa è un terreno costituito da sabbia, ghiaia e ciottoli alterati in una matrice argillosa e limosa che intercetta in profondità una falda acquifera.
Quindi:

$$L_s = Q_{ter}/\eta = 1001 \text{ m}$$

Si prevede quindi di realizzare sei sonde della profondità di 167 m.

- 3- Si dimensionano gli scambiatori e i circuiti di collegamento alle pompe di calore in base a 2 parametri guida: il salto termico e le perdite di carico.
In genere, come salto termico, è bene assumere valori compresi fra 3 e 5°C.
Per le perdite di carico (al netto delle perdite di carico interne delle pompe di calore) è consigliabile invece assumere 1.500–2.000 mm c.a. essendo un impianto medio-piccolo.
Nel determinare le perdite di carico dei circuiti vanno considerate sia le temperature di lavoro del fluido vettore sia la maggior resistenza al flusso opposta dall'uso di sostanze antigelo.



CAPITOLO 6

LE SCUDERIE

6.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

L'esigenza di avere un maggior numero di box per cavalli all'interno del paese ha portato alla necessità di ampliare le scuderie esistenti introducendo una nuova stecca di scuderie all'esterno dell'ala ovest delle scuderie.

Si è deciso di procedere per accostamento di materiali ed elementi nuovi a elementi esistenti, richiamando le linee geometriche della villa.

La progettazione si è concentrata sul comfort dell'utente (persone e cavalli), nonché sulla riduzione del consumo di energia.

Le condizioni di comfort per i cavalli sono concentrate in due fondamentali aspetti dell'architettura: ventilazione e illuminazione naturale.

La soddisfazione di questi aspetti sono dati dall'introduzione di un sistema di facciata ventilata nella parte superiore delle pareti verticali, costituito da listelli di legno, che consentono l'ingresso di luce naturale e il ricambio d'aria continuo.

Altri caratteri progettuali sono stati introdotti sulla base di suggerimenti da parte di coloro che operano all'interno delle scuderie e si occupano direttamente dei cavalli. In particolare la possibilità di avere un paddock esterno con accesso diretto dal box, e la possibilità per gli operatori di lavorare in uno stato di comfort durante la stagione invernale.

La scuderia è divisa essenzialmente in due parti:

al piano terra le scuderie vere e proprie con i locali adibiti a doccia, solarium e per la fisioterapia.

al piano superiore, accessibili tramite scale interne, le zone di deposito del foraggio per i cavalli, accessibili attraverso una scala esterna, le aule per i corsi di formazione delle maestranze, stage, tirocini, e per la preparazione e la conoscenza del cavallo prima del lavoro con l'animale.



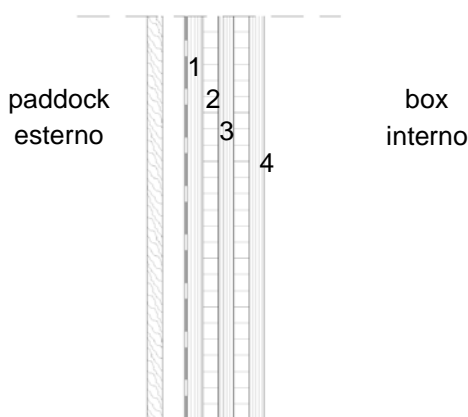
La compatibilità ambientale della struttura

Il fabbricato che ospita le scuderie si presenta all'esterno rivestito in pannelli di legno di larice che armonizzano l'intervento nell'ambiente in cui è inserito.

Il legno non è però prerogativa solo del rivestimento, ma anche la struttura portante è realizzata in legno.

Pannelli in CLT costituiscono le pareti perimetrali ed il solaio dell'edificio, travi e pilastri in legno lamellare supportano la struttura del tetto.

La scelta è ricaduta sui pannelli in Cross Laminated Timber per la loro solidità e per la possibilità di lasciare l'interno a vista sostituendo le classiche strutture in perline sovrapposte spesse 4-6 cm e sottili strati di isolamento. In questo caso il pannello portante da 15 cm, la parete ventilata e il rivestimento esterno offrono standard ottimali per la stabulazione dei cavalli, andando soprattutto ad evitare il surriscaldamento estivo dei locali grazie alla massa ed un discreto isolamento termico invernale.

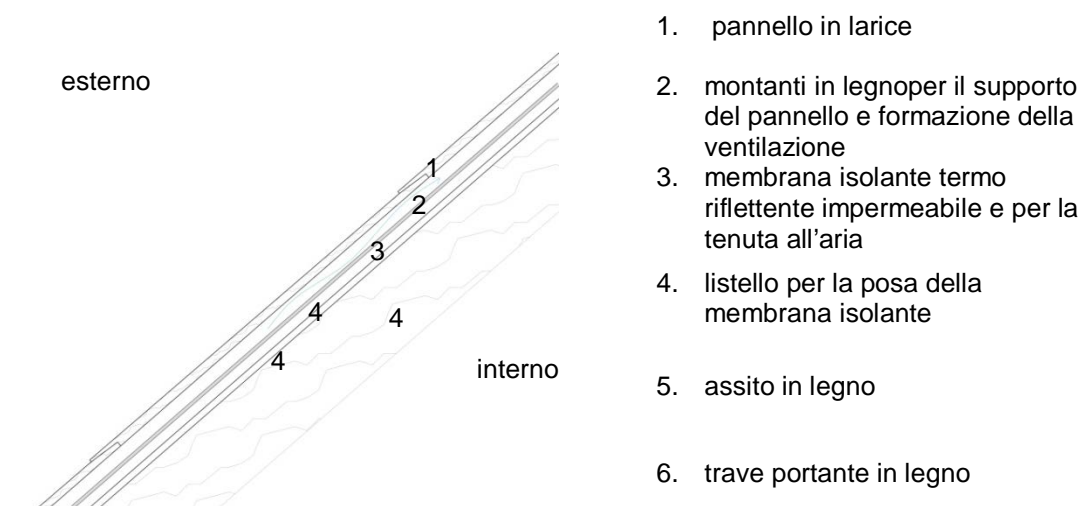


1. pannello in larice
2. montanti per il supporto del pannello e formazione della ventilazione
3. membrana traspirante impermeabile per la tenuta all'aria
4. pannello in CLT 150 mm

La copertura presenta invece una struttura in travi sulle quali è posato uno strato di assito in legno, una membrana isolante riflettente e i pannelli di larice a formazione del manto di copertura.

L'isolamento invernale e dai rumori dei box dei cavalli è garantito inoltre dal solaio in CLT posto a chiusura degli stessi e dalla paglia che viene depositata sopra che serve per la lettiera e l'alimentazione.

La paglia inoltre è in grado di regolare l'umidità dell'ambiente.



1. pannello in larice
2. montanti in legnoper il supporto del pannello e formazione della ventilazione
3. membrana isolante termo riflettente impermeabile e per la tenuta all'aria
4. listello per la posa della membrana isolante
5. assito in legno
6. trave portante in legno

Nei locali adibiti a aule didattiche è previsto un isolamento suppletivo tra le travi di copertura in fibra di legno, per andare ad aumentare la massa della struttura ed evitare il surriscaldamento del sottotetto. Il pacchetto prestazionale è del tutto simile a quello previsto per la copertura della villa.

Il benessere dei cavalli

Nelle nuove scuderie le condizioni di benessere sono garantite da una strategia passiva basata su innovative soluzioni formali.

La qualità spaziale presentata nell'edificio migliora due aspetti fondamentali per il cavallo, la sistemazione e la cura, grazie anche alla ventilazione e all'illuminazione naturale.

L'edificio è suddiviso al piano terra in due settori principali: i box per la stabulazione aperti su paddock privati e la zona per la terapia e la cura.

Criteri di qualità di ventilazione rispondono alla necessità di:

- controllo degli odori del cavallo;
- controllo dell'umidità dell'aria;
- controllo del calore in estate.

La forma dell'edificio consente anche la naturale ed ottimale ventilazione. Infatti aiuta ad accelerare il vento tramite l'effetto camino togliendo calore all'interno più velocemente. Dalle aperture poste a 250 cm da terra lungo tutto il corpo di fabbrica, si apporta aria fresca che sale verso l'alto e trova sfogo dall'apertura posta sul colmo.

L'illuminazione naturale è garantita dalla stessa fascia di finestre, che con orientamento rispettivamente ad est e ovest, evitano che la radiazione diretta penetri nei box, provocando abbagliamento ai cavalli. La situazione di luce diffusa permette di evitare stati di stress alla vista dell'animale nel passaggio dal box al paddock e viceversa.

La fruibilità degli spazi

Vista la scelta di inserire funzioni legate alla riabilitazione equestre, la progettazione delle scuderie, anche se riguardante spazi destinati in prevalenza ai cavalli, non poteva non tener conto della totale fruibilità degli spazi anche per persone con handicap psico-fisici.

I percorsi esterni realizzati in terra battuta stabilizzata, materiale naturale che non provoca danni allo zoccolo del cavallo, sono percorribili anche con sedia a ruote.

Gli spazi didattici posti al primo piano sono completamente visitabili e danno la possibilità di avere affacci all'interno dei box, per l'osservazione degli animali dalle postazioni di studio e facilitare quindi le lezioni.



CAPITOLO 7
IL MANEGGIO COPERTO

7.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

È indispensabile per un buon impianto, anche laddove il clima è caldo, un campo coperto che assicuri la possibilità di allenamento in ogni condizione climatica.

un buon maneggio deve essere luminoso, confortevole, ventilato accessibile, e deve avere la possibilità di contenere del pubblico in quantità funzionale al tipo di utilizzo.

Il maneggio coperto all'interno della corte della villa ha dimensioni 30 x 16 m, altezza media di 6 m.

L'accesso riparato al maneggio è possibile attraverso un passaggio coperto che partendo dall'edificio delle scuderie nuove, attraversa quelle esistenti e diventa parte integrante della copertura del maneggio all'interno della corte della villa.

La struttura in legno è alleggerita dalla forma fluida che la rende sfuggibile.

La ventilazione e l'illuminazione naturale sono garantiti da un sistema composto da lastre in polycarbonato grecato trasparente posato sulle travi portanti ed elementi di facciata in listelli di legno.

Le lastre polimeriche garantiscono l'impermeabilità della struttura e permettono il passaggio della luce del sole, la listellatura in legno di larice crea la schermatura in caso di forte irradiazione.

Il sistema di facciata divide gli spazi ma mantiene la continuità tra interno ed esterno consentendo la visione di quello che accade all'interno del maneggio anche a chi si trova sotto i portici del ristorante o della club house della villa.



CAPITOLO 8
AUDITORIUM E ZONA ESPOSITIVA

8.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

A completamento dell'area limitrofa alla villa, abbiamo deciso di introdurre, all'esterno dell'ala est delle scuderie, un edificio che potesse ospitare conferenze e piccole esposizioni e mostre relative al mondo del cavallo e dell'equitazione.

Anche in questo caso si è deciso di procedere per accostamento di materiali ed elementi nuovi, riprendendo invece le linee geometriche della villa.

L'edificio si sviluppa su due piani. Il piano terra ospita l'ingresso, con una piccola zona accoglienza, la sala conferenza con 180 posti a sedere e i servizi.

Al piano superiore un'ampia zona open-space con affaccio sull'ingresso consente l'allestimento di piccole mostre o esposizioni. Sempre al piano primo vi è una zona relax con poltrone, tavolini e caffetteria, da qui è possibile l'affaccio sul parco della villa, grazie alla grande vetrata a sud.



CAPITOLO 9
**IL NUOVO CENTRO PER
L'EQUITAZIONE INTERNAZIONALE**

9.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

La progettazione del nuovo centro per l'equitazione, ha posto le sue basi nelle interviste svolte agli operatori che lavorano all'interno delle scuderie durante le visite svolte ai centri di equitazioni.

L'edificio vuole essere il luogo ideale per l'equitazione dal punto di vista del cavaliere, ma soprattutto dal punto di vista dell'animale.

A differenza dei classici palazzetti per lo sport equestre, abbiamo voluto dare al sistema la flessuosità e la fluidità, per rendere lo spazio il più possibile simile all'ambiente naturale per consentire al cavallo di muoversi all'interno di un ambiente a lui consono.

Questa scelta compositiva è stata dettata dall'osservazione del cavallo e delle sue peculiarità. Data la sua indole da animale preda, infatti, il cavallo ha l'istinto a fuggire di fronte ad ogni minima sensazione di pericolo. Le forme morbide e sinuose che caratterizzano i percorsi a lui dedicati diminuiscono il rischio per l'animale di procurarsi delle ferite.

Un altro aspetto importante che ha indirizzato le scelte architettoniche e tecnologiche è la volontà di creare un'architettura mimetica, perfettamente integrata con il paesaggio che lo circonda.

Lo stesso volontà di integrazione e sostenibilità ha portato alla scelta di utilizzare strutture in legno.

In base alle norme CONI per l'impiantistica sportiva approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008 l'impianto sportivo è realizzato ed attrezzato in modo da consentirne l'utilizzazione da parte dei diversi utenti, tenendo conto delle relative esigenze, in condizioni di adeguato benessere, igiene e sicurezza.

In generale l'impianto è caratterizzato dalle seguenti parti funzionali:

- **spazi per l'attività sportiva**, comprendenti: il campo gara, il campo prova e le relative fasce di rispetto;
- **spazi per i servizi di supporto**, comprendenti:
 - spogliatoi per atleti, istruttori/giudici di gara e relativi servizi, primo soccorso, locali antidoping, locali di controllo, ecc.;
 - deposito attrezzi, servizi per il personale, locali tecnici;
 - uffici amministrativi, atri e disimpegni;
- **impianti tecnici**: idrico, sanitario, riscaldamento, refrigerazione, ventilazione, illuminazione, emergenza, segnalazione, depurazione, antincendio, ecc.;
- **spazi per il pubblico**: posti spettatori (tribune) con relativi servizi igienici, posto di primo soccorso, aree a servizio dell'impianto, parcheggi, percorsi, ecc.;
- **spazi aggiuntivi per**:
 - l'organizzazione sportiva, o per la formazione atletica, o per attività sociali, quali ad esempio: sedi di società o Federazioni, aule didattiche, laboratori, locali per la consultazione medica, sale di riunione, uffici vari, ecc.;
 - attività commerciali e varie, non necessari allo svolgimento delle attività o delle manifestazioni sportive ma opportuni per la gestione dell'impianto sportivo, quali ad esempio locali per ristoro, attività ricreative o commerciali con relativi annessi, ecc.;
- **aree sussidiarie**: parcheggi per utenti e addetti, spazi verdi e di arredo, ecc.



9.1.1 SPAZI PER L'ATTIVITA' SPORTIVA

Il campo gara e il campo prova sono conformi alle prescrizioni redatte dalla FISE (Federazione Italiana Sport Equestri) per lo svolgimento delle competizioni di livello internazionale.

Il campo gara di forma ovale con asse maggiore 90 m e asse minore di 50 m consente di contenere al suo interno i campi gara regolamentari per le competizioni nelle discipline equestri a livello internazionale.

Di seguito l'evoluzione della forma del campo, dal classico di forma rettangolare, all'ovale proposto in base agli spazi necessari per lo svolgimento delle competizioni.

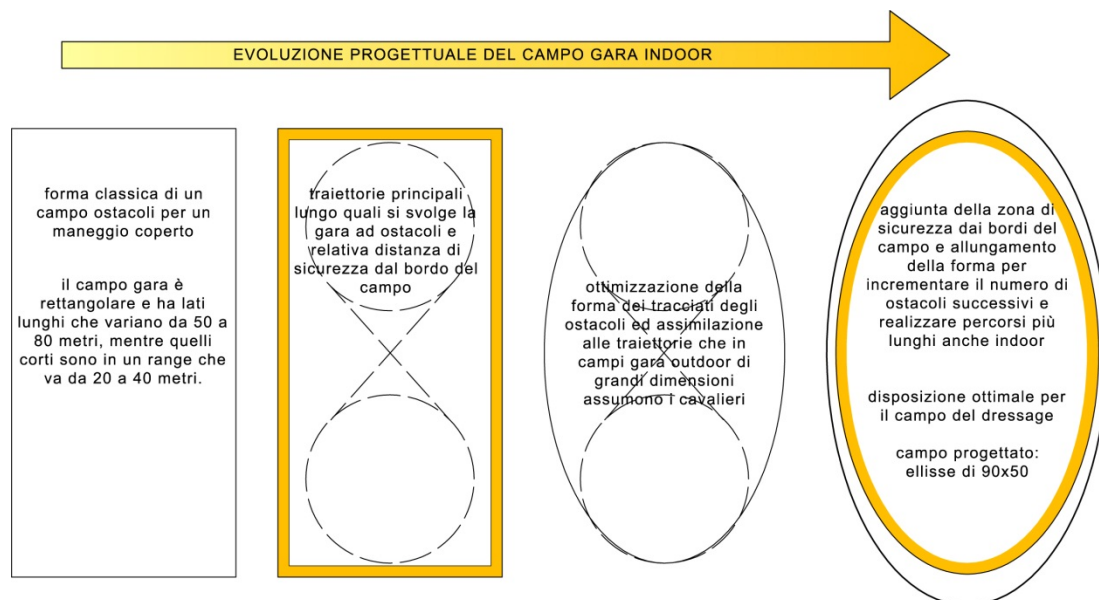


FIGURA 72 - EVOLUZIONE CAMPO GARA

Le gare che si svolgono all'interno del centro sono:

dressage

concorso ippico

concorso completo (con il supporto dei percorsi esterni)

Di seguito una breve descrizione delle tre discipline.

IL DRESSAGE

La disciplina ha lo scopo di sviluppare armoniosamente l'organismo ed i mezzi del cavallo. Di conseguenza rende il cavallo calmo, morbido, sciolto e flessibile ma nello stesso tempo fiducioso, attento e perspicace realizzando così una perfetta intesa col proprio cavaliere. Le dimensioni del campo gara sono normalmente 60 x 20 m. All'esterno del campo a 30 cm dalla recinzione e a 70 cm da terra dovranno essere chiaramente indicate le lettere utili a identificare i movimenti, le riprese, richieste nel concorso.



FIGURA 73 - DRESSAGE

CONCORSO IPPICO

Il Concorso Ippico ha subito molte variazioni negli anni, soprattutto nelle forme degli ostacoli, che sono evolute assumendo dimensioni e forme definite con precisione.

Il loro numero e le combinazioni sono precisate per ogni categoria di gara.

I concorsi ippici nazionali sono classificati in base alle difficoltà in tre categorie dalla formula 1 la più facile alla formula 3 la più difficile.

Durante un concorso ippico i giudici seguono una tabella delle penalità che segue le seguenti regole: con la prima disubbidienza si perdono 3 punti di penalità, con la seconda disubbidienza 6 punti di penalità, con la terza disubbidienza si è eliminati.

L'abbattimento dell'ostacolo costa 4 punti di penalità, una caduta del cavallo o del cavaliere equivale a 8 punti di penalità.

Il superamento del tempo massimo per ogni secondo o frazione di secondo in più equivale a 1/4 di penalità.

Il superamento del tempo limite coincide con l'eliminazione.

L'area di gioco può variare da un minimo di 40 x 20 m e un massimo di 150 x 75 m, deve essere recintata in modo visibile per un'altezza da terra di almeno 50 cm. Il campo deve prevedere un'entrata ed un'uscita anche non distinte che durante la gara devono poter essere chiuse. Tra ostacoli e recinzione deve esserci uno spazio di 2,00-2,50 m. All'interno del campo gli ostacoli devono essere disposti in modo il più possibile variato. Tali ostacoli devono poter essere facilmente abbattuti, senza essere troppo leggeri o tali da cadere al minimo urto, ma neppure troppo pesanti da causare la caduta del cavallo.



FIGURA 74 – CONCORSO IPPICO



CONCORSO COMPLETO

Il concorso completo è il coronamento dell'equitazione. In esso sono rappresentate tutte le discipline. Gli inglesi lo chiamano three day event, cioè il concorso di tre giorni.

Il primo giorno consiste nella prova di addestramento, cioè nel dressage;

il secondo giorno consiste in una prova di fondo, una vera e propria maratona massacrante che si divide a sua volta in quattro fasi:

fase A o prima marcia: percorso di 3000-6000 metri su strade o sentieri da percorrere al trotto o al piccolo galoppo alla velocità minima di 240m/min, oltre la quale subentrano le penalità;

fase B o steeple: percorso di 1500-3450 metri che comprende ostacoli classici da ippodromo in numero di 3 ogni 1000 metri. Gli ostacoli possono essere semplici o combinati. La velocità di esecuzione al galoppo varia a secondo della categoria da 590 a 690 m/min;

fase C o seconda marcia: percorso di 3000-12000 metri, diverso da quello della fase A, ma molto simile;

fase D o cross: è la fase più dura, lungo 2500-7410 metri, con 4 ostacoli ogni 1000 metri che possono essere semplici o combinati. I combinati a loro volta possono essere costituiti da più elementi separati e numerati indipendentemente, o da più elementi combinati formanti un tutt'unico, numerato come un solo ostacolo. Gli ostacoli sono in genere molto vari e possono essere inventati per una determinata gara.

La velocità di esecuzione al galoppo varia a secondo della categoria da 500 a 570 m/min;



FIGURA 75 - CROSS

il terzo giorno vi è la prova di concorso ippico, che offre la dimostrazione della tecnica e delle migliori qualità della coppia cavallo-cavaliere.

Le tre giornate sono la consacrazione del binomio cavallo-cavaliere. Ad oggi questa è la disciplina equestre più dura, che richiede maggiore maestria e che comporta che il fantino si alleni stando sempre a contatto con il proprio cavallo e capisca la sua natura.

9.1.2 SPAZI PER I SERVIZI DI SUPPORTO

L'altezza media dei locali di servizio, spogliatoi atleti, spogliatoi giudici, magazzini, pari a 2,70 è conforme alle normative edilizie locali.

Per i magazzini potranno essere adottate altezze diverse da quelle sopra indicate, in relazione alle necessità connesse al tipo e alle dimensioni delle attrezzature da immagazzinare.

Le pavimentazioni sono di tipo non sdruciolevole nelle condizioni d'uso previste. Le caratteristiche dei materiali impiegati sono tali da consentire la facile pulizia di tutte le superfici evitando l'accumulo della polvere ed i rivestimenti risultano facilmente pulibili e igienizzabili con le sostanze in comune commercio.

I serramenti sono facilmente pulibili, quelli vetrati sono muniti di vetri di sicurezza; l'apertura delle porte dei servizi igienici e degli altri locali di servizio, è nella direzione di uscita.

Le diverse parti degli impianti tecnici e le apparecchiature soggette a periodici interventi di manutenzione e controllo risultano facilmente accessibili ma anche protette da manomissioni.

9.1.3 SPAZI PER IL PUBBLICO

Le zone destinate agli spettatori rispondono alla vigente normativa di sicurezza. Le caratteristiche costruttive e distributive consentono l'agevole movimentazione del pubblico, compresi gli utenti DA, ed una confortevole visione dello spettacolo sportivo. Per ogni posto di tribuna la visibilità risulta verificata con le condizioni che seguono:

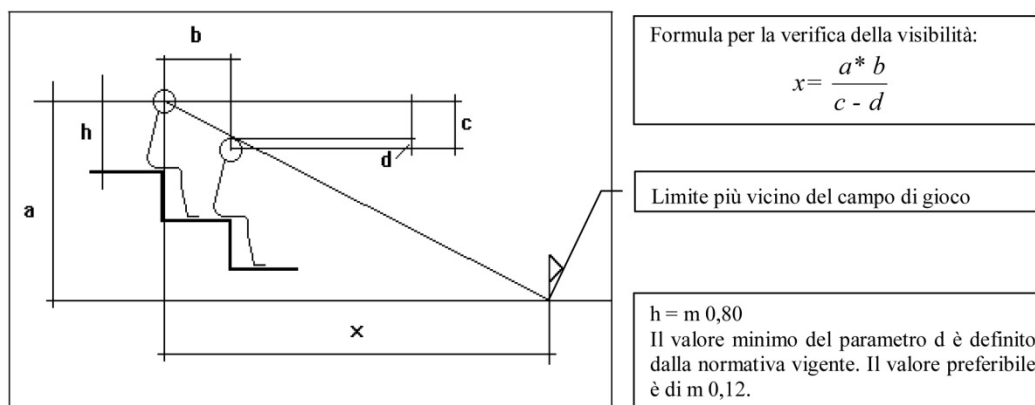


FIGURA 76 - VISIBILITÀ DALLE TRIBUNE

Le zone spettatori sono dotate di vie d'esodo, servizi igienici e posto di primo soccorso conformi alle vigenti norme di igiene e sicurezza. A servizio degli spettatori sono previste idonee aree correlate all'impianto sportivo da destinare a parcheggio per i mezzi di trasporto.



9.2 DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

Il dimensionamento di un elemento di una struttura si basa essenzialmente sulla verifica numerica che

- sia assicurata una sufficiente sicurezza rispetto al collasso della struttura o dell'elemento considerato
- le deformazioni della struttura o dell'elemento considerato siano contenute entro i limiti necessari a garantirne il funzionamento per l'uso previsto.

La prima condizione è tassativa e può essere definita come essenziale: essa garantisce una resistenza sufficiente della struttura, ne evita quindi la rottura per sovraccarico .

La seconda condizione si riferisce piuttosto al buon funzionamento della struttura della costruzione considerata. I valori limite delle deformazioni, quali le frecce o gli spostamenti laterali massimi, sono spesso considerati come fattori estetici o di servizio, che non influenzano direttamente la sicurezza della struttura.

Il dimensionamento della struttura è eseguito in funzione della normativa vigente, ad oggi, per il calcolo e la verifica degli elementi strutturali lignei: Eurocodice 5 e documento Nicole.

Ai fini del calcolo si devono tenere in considerazione:

- il peso proprio e i carichi non removibili durante il normale esercizio della struttura (appartenenti alla classe di durata permanente),
- i carichi permanenti, cioè quelli che possono modificarsi durante il normale esercizio della struttura (appartenenti alla classe di lunga durata);
- i sovraccarichi variabili (in generale appartenenti alla classe di media durata);
- il sovraccarico da neve di riferimento al suolo q_{sk} , calcolato in uno specifico sito ad una certa altitudine (appartenenti ad una classe di durata funzione del sito);

L'azione del vento non viene tenuta in considerazione nelle verifiche successive in quanto l'edificio è quasi completamente interrato e comunque protetto dalla ricca vegetazione che lo circonda.

Per quanto riguarda la presenza dell'azione sismica, in zona 4, non risulta essere rilevante in nessuna verifica.

ANALISI DEI CARICHI

Le azioni che agiscono sulla struttura dell'edificio devono essere cumulate in modo tale da determinare le condizioni di carico più sfavorevoli ai fini delle verifiche, tenendo conto della probabilità molto ridotta del fatto che si possano verificare in contemporanea tutte le condizioni più sfavorevoli.

Carico da neve

Il carico da neve valutato sulle coperture sarà valutato mediamente secondo la seguente espressione:

$$Q_1 = \mu_i + q_{sk} * C_E * C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma del carico della neve

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8 * ((60 - \alpha))/30$	0,0

TABELLA 38 - COEFFICIENTI DI FORMA

per l'edificio in esame si considera α compreso tra 0° e 30° e $\mu_i = 0,8$;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²] per un periodo di ritorno di 200 anni

$$q_{sk} = 1,35 * [1 + (a_s * 602)^2] \frac{kN}{m^2}$$

per la Zona I con a_s , quota del suolo sul quale si trova l'edificio rispetto al livello del mare, maggiore a 200 m.

Nel caso in esame:

$$a_s = 265 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,61 \frac{kN}{m^2}$$

C_E è il coefficiente di esposizione (generalmente ha valore 1);

C_t è il coefficiente termico (generalmente ha valore 1).

Inserendo i valori ottenuti nella formula

$$q_s = 1,29 \frac{kN}{m^2}$$

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.



FIGURA 77 - ZONE CARICO DA NEVE

Carichi variabili

Dipendono dalla destinazione d'uso delle opere, nel caso in oggetto si tratta di una copertura con carico uniformemente distribuito con accessibilità per sola manutenzione, quindi in base alla tabella di seguito riportata si tratta di cat.H1 (coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione)

$$Q_2 = 0,50 \frac{kN}{m^2}$$

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

TABELLA 39 - CARICHI ACCIDENTALI PER DIVERSE CATEGORIE DI EDIFICIO



Carichi permanenti

In base alla stratigrafia della copertura viene effettuata una stima del carico permanente agente sulla copertura:

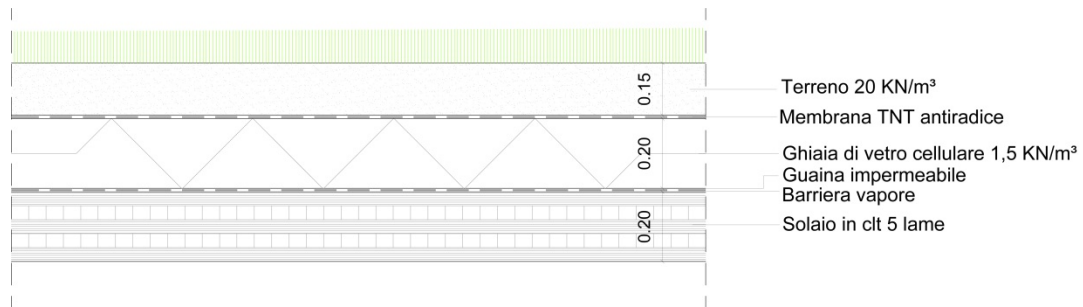


FIGURA 78 - STRATIGRAFIA DELLA COOPERTURA

$$C. terreno = 20 * 0,15 = 3 \frac{kN}{m^2}$$

$$C. ghiaia di vetro = 1,5 * 0,20 = 0,3 \frac{kN}{m^2}$$

9.2.1 DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI CLT DI COPERTURA

Il dimensionamento dei pannelli in CLT è stato eseguito con il supporto del programma CLTdesigner.

Si è scelto di posizionare i pannelli multistrato in modo che appoggino su quattro travi, quindi un sistema a tre campate. La verifica viene effettuata su pannelli larghi un metro in modo da semplificare i calcoli.

Appoggi	x	Larghezza
A	0,0 m	1 m
B	5,0 m	1 m
C	10,0 m	1 m
D	15,0 m	1 m

TABELLA 40 - APOGGI PANNELLI IN CLT

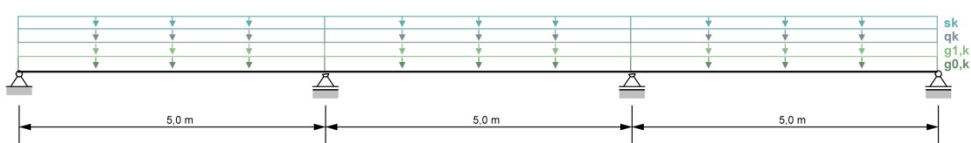


FIGURA 79 - SCHEMA STATICO

Il prodotto scelto per la struttura del solaio è il pannello CLT con omologazione della ditta Derix H-200 mm/5s (LXLXL) a cinque strati incrociati.

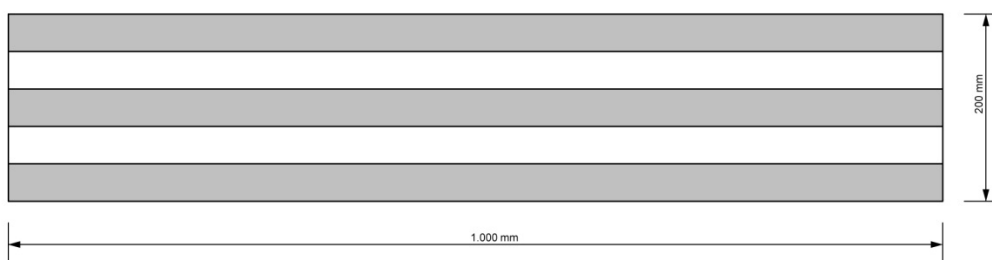


FIGURA 80 - SEZIONE DEL PANNELLO

La struttura è composta da 5 lamelle di legno di 40 mm posizionate con orientamento alternato

Lamella	Altezza	Orientazione	Materiale
# 1	40 mm	0	C24-DERIX
# 2	40 mm	90	C24-DERIX
# 3	40 mm	0	C24-DERIX
# 4	40 mm	90	C24-DERIX
# 5	40 mm	0	C24-DERIX

FIGURA 81 - STRATIGRAFIA PANNELLO CLT

I parametri del materiale sono forniti dal produttore e sono elencati nella seguente tabella



Parametri del materiale per C24-DERIX	
resistenza a flessione	24,0 N/mm ²
resistenza a trazione parallela	16,5 N/mm ²
resistenza a trazione perpendicolare	0,5 N/mm ²
resistenza a compressione parallela	24,0 N/mm ²
resistenza a compressione perpendicolare	2,5 N/mm ²
resistenza a taglio	2,5 N/mm ²
resistenza a taglio trasversale	1,0 N/mm ²
modulo di elasticità parallela	11.600,0 N/mm ²
5%-frattile del modulo di elasticità parallela	7.400,0 N/mm ²
modulo di elasticità perpendicolare	370,0 N/mm ²
modulo di taglio	690,0 N/mm ²
modulo di taglio trasversale	50,0 N/mm ²
densità	350,0 kg/m ³
valore medio densità	450,0 kg/m ³
rigidezza a taglio della lastra	5,0 N/mm ²
rigidezza torsionale	2,5 N/mm ²

TABELLA 41 - PARAMETRI DEL MATERIALE CLT

Per la verifica della struttura sono stati considerati il peso proprio $g_{0,k}$, il carico permanente $g_{1,k}$, il carico variabile g_k , il carico da neve s_k .

Campata	$g_{0,k}$	$g_{1,k}$	q_k	Categoria	s_k	Altitudine/Regione
1	1,1 kN/m	3,3 kN/m ²	0,5 kN/m ²	C	1,29kN/m ²	<1000m
2	1,1 kN/m	3,3 kN/m ²	0,5 kN/m ²	C	1,29kN/m ²	<1000m
3	1,1 kN/m	3,3 kN/m ²	0,5 kN/m ²	C	1,29kN/m ²	<1000m

TABELLA 42 - CARICHI APPLICATI AL SOLAIO

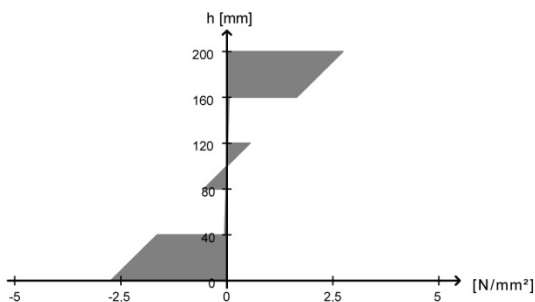
Il coefficiente di sicurezza parziale applicato ai carichi permanenti è pari a $\gamma_m = 1,25$

VERIFICHE ALLO SLU

La verifica delle sezioni è svolta secondo le norme di riferimento: EN 1995-1-1:2009, ON B 1995-1-1/NA:2009-07

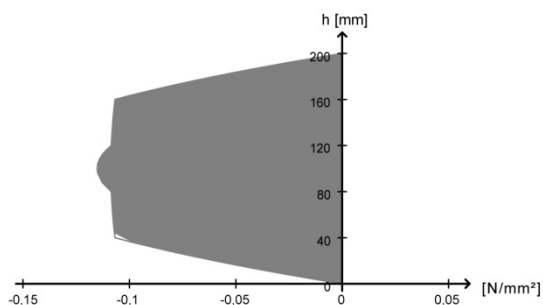
- *Verifica a flessione*

Grado di sfruttamento	21,6 %
k_{mod}	0,6
da x	5,0 m
Combinazione base	$1,35 \cdot g_{0,k} + 1,35 \cdot g_{1,k}$



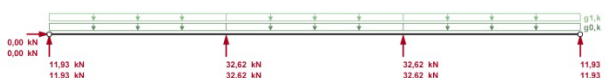
• *Verifica a taglio*

Grado di sfruttamento	22,6 %
k_{mod}	0,6
da x	5,0 m
Combinazione base	$1,35 \cdot g_{0,k} + 1,35 \cdot g_{1,k}$



• *Pressione di contatto*

Grado di sfruttamento	1,6 %
k_{mod}	0,6
da x	5,0 m
Combinazione base	$1,35 \cdot g_{0,k} + 1,35 \cdot g_{1,k}$



VERIFICHE ALLO SLE

• *Verifica freccia*

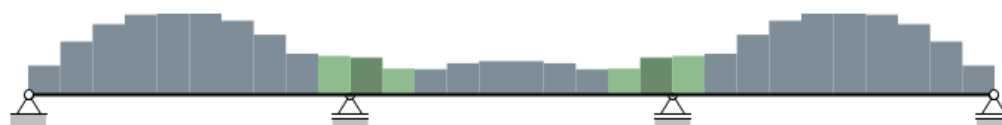
Grado di sfruttamento	47,7 %
w_{max}	9,5 mm
k_{def}	0,85
da x	2,5 m
Deformazione finale $w_{net,fin}^t = inf (l/250)$	



La sezione del pannello risulta essere verificata.

La condizione di maggiore utilizzazione della sezione la si ha in relazione alla freccia.

Percentuale di utilizzazione	SLU			SLE
	Flessione	Taglio	Pressione di contatto	Freccia
	21,6%	22,6%	1,6%	47,7%



→ x

Flessione determinante
Taglio determinante
Freccia determinante



9.2.2 DIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA AD ARCHI



Gli archi in legno lamellare sono ampiamente utilizzati nella progettazione di grandi strutture, palazzetti dello sport sale convegni, hangar poiché coprono una vasta gamma di luci, fino a più di 100 metri.

L'arco è progettato come una struttura a tre cerniere, con cerniere in chiave e agli appoggi di fondazione, ed ha sezione rettangolare costante. Rispetto ad uno schema a due cerniere richiede un utilizzo maggiore di legno, a causa di una distribuzione meno efficace dei momenti interni, ed ha minor rigidità. Questi svantaggi sono però compensati dal fatto che la distribuzione delle azioni interne nella struttura staticamente determinata è indipendente dai possibili spostamenti degli appoggi e dalle deformazioni dovute ai possibili cambiamenti del contenuto di umidità. Inoltre i collegamenti nelle unioni sono più semplici, meno costosi dal momento che non sono soggetti a momento flettente.

Gli archi sono più appropriati, in caso di grandi luci, rispetto ai telai, poiché i momenti interni sono minori questo perché la geometria dell'arco si avvicina maggiormente alla curva delle pressioni. Idealmente la geometria dovrebbe seguire esattamente la curva delle pressioni, per evitare l'insorgere di momenti interni, ma dal momento che le diverse combinazioni di carico producono diverse curve delle pressioni, non è possibile evitare del tutto la loro comparsa. La forma parabolica o circolare, da comunque delle buone approssimazioni. L'altezza dell'arco viene normalmente scelta nell'intervallo tra 0,13 e 0,20 volte la luce.

La procedura di progettazione si svolge per tentativi successivi. La geometria della struttura è decisa in base a considerazioni funzionali ed architettoniche.

Una volta stabilite le dimensioni delle sezioni trasversali, vengono verificate con il metodo degli stati limite.

È possibile adottare una lunghezza di inflessione pari ad 1.25 volte lo sviluppo di metà dell'arco.

La stabilità degli archi nel proprio piano va, di regola, verificata adottando un'analisi del secondo ordine, tenendo conto di imperfezioni iniziali proporzionali alle prime possibili forme d'onda. Può però essere utilizzato un metodo di analisi semplificata, nel quale il calcolo delle tensioni dovuto alle azioni esterne di progetto è basato sulla teoria lineare considerando l'equilibrio del sistema statico indeformato. In questo metodo, le tensioni causate da imperfezioni geometriche e strutturali e dalle inflessioni conseguenti vengono considerate

moltiplicando i valori delle resistenze a compressione e a flessione per dei coefficienti di riduzione quali k_c e k_{crit} . Tali valori sono determinati dai valori di carico critico di compressione e delle tensioni di flessione che danno luogo a fenomeni di instabilità nel piano e laterale.

Le strutture ad arco vanno sempre verificate per la stabilità anche al di fuori del piano della struttura, e quindi devono essere opportunamente controventate.

Per gli archi, così come per tutte le strutture spingenti, i vincoli esterni devono essere in grado di sostenere senza apprezzabili deformazioni le spinte necessarie per l'equilibrio strutturale, oppure è necessario prevedere appositi elementi preposti specificamente all'assorbimento delle spinte.

DATI DI PROGETTO

La copertura del nuovo centro per l'equitazione è portata da una struttura ad archi a tre cerniere, posti ad interasse di 5 metri.

Gli archi presentano un raggio di curvatura costante pari 96,13 m, la luce fra le cerniere alla base degli archi è di 98 m.

Con questo tipo di geometria a carichi simmetrici, l'elemento ad arco risulta compresso nella zona intradossale, che deve quindi essere opportunamente stabilizzata con puntoni posti all'intradosso della copertura, ovvero nella zona tesa estradossale dell'arco.

La stabilizzazione dei lembi compressi intradossali è quindi ottenuta mediante opportune aste di rimando. L'interasse dei puntoni è di 5 metri, così come la distanza tra i ritegni torsionali.

Caratteristiche geometriche			
Luce		98,01	m
Interasse		5	m
Freccia max		13,24	m
Raggio curvatura	medio	97,33	m
	interno	96,13	m
Angolo di imposta		59,77	m
Sviluppo semiarco		50,825	m
Distanza puntoni		5000	mm
Distanza tra ritegni torsionali		5000	mm
Sezione arco b x h	b	280	mm
	h	2800	mm
Caratteristiche del materiale:			
Legno lamellare		GL24h	
Massa volumica	P_k	380	kg/m ³
Classe di servizio		1	
Classe di durata della combinazione di carico per sl:			
Breve durata	$k_{mod} =$	0,9	
Istantanea	$k_{mod} =$	1,1	
Modulo elastico			
$E_{0,mean}$		11600	Mpa
$E_{0,05}$		9400	Mpa
G_{mean}		720	Mpa



Valori di resistenza

Valori caratteristici		Valori di progetto		$k_{mod} = 0,9$	$k_{mod} = 1,1$
$f_{m,k,y}$ (MPa)	24,00	$f_{m,d,y}$ (MPa)		17,28	21,12
$f_{m,k,z}$ (MPa)	24,00	$f_{m,d,z}$ (MPa)		17,28	21,12
$f_{t,0,k}$ (MPa)	16,50	$f_{t,0,d}$ (MPa)		11,88	14,52
$f_{t,90,k}$ (MPa)	0,40	$f_{t,90,d}$ (MPa)		0,29	0,35
$f_{c,0,k}$ (MPa)	24,00	$f_{c,0,d}$ (MPa)		17,28	21,12
$f_{c,90,k}$ (MPa)	2,70	$f_{c,90,d}$ (MPa)		1,94	2,38
$f_{v,k}$ (MPa)	2,70	$f_{v,d}$ (MPa)		1,94	2,38

FIGURA 82 - VALORI DI RESISTENZA LEGNO LAMELLARE GL24H

La lunghezza di libera inflessione nel piano dell'arco si ottiene dalla relazione

$$l_{0,y} = 1,25 * S \text{ m}$$

$$l_{0,y} = 63,53 \text{ m}$$

Le lunghezze di sbandamento fuori piano si ricavano, invece, dalla distanza dei puntoni dei ritegni entrambi disposti ad interasse 5,0 m.

ANALISI DEI CARICHI

Le azioni che agiscono sulla struttura dell'edificio devono essere cumulate in modo tale da determinare le condizioni di carico più sfavorevoli ai fini delle verifiche, tenendo conto della probabilità molto ridotta del fatto che si possano verificare in contemporanea tutte le condizioni più sfavorevoli.

Carichi permanenti

In base alla stratigrafia della copertura viene effettuata una stima del carico permanente agente sulla copertura:

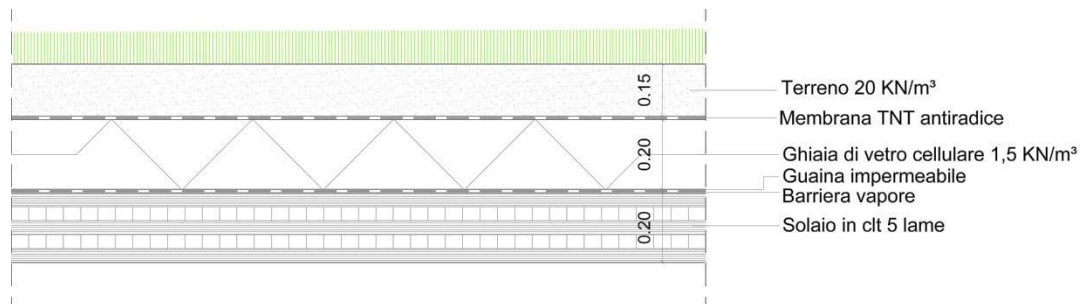


FIGURA 83 - STRATIGRAFIA DELLA COOPERTURA

$$C. \text{ terreno} = 20 * 0,15 = 3 \frac{kN}{m^2}$$

$$C. \text{ ghiaia di vetro} = 1,5 * 0,20 = 0,3 \frac{kN}{m^2}$$

A questo deve essere aggiunto il carico della struttura del solaio determinato precedentemente

$$C. \text{ solaio} = 1,1 \frac{kN}{m^2}$$

Per quanto il carico dei puntoni si tiene conto di utilizzare travi in legno lamellare incollato di sezione 0,16 x 0,36 m

$$C. \text{ puntoni} = \frac{0,16 * 0,32 * 3,8 * 5}{25} = 0,043 \sim 0,05 \frac{kN}{m^2}$$

Carico permanente

$$G_{1k} = 3 + 0,3 + 1,1 + 0,05 = 4,45 \frac{kN}{m^2}$$

Peso proprio

È il peso propri della struttura dell'arco e ipotizzando una sezione pari a 0,28 x 2,4 m

$$G_{2k} = 0,28 * 2,80 * 1,04 * 3,8 = 3,10 \frac{kN}{m^2}$$

Il valore di carico determinante per la verifica della sicurezza agli stati limite ultimi viene determinato dalle combinazioni di azioni seguenti:

$$Q_{SLU} = \gamma_g * G_k + \gamma_q * \left[Q_k + \sum_{i=2}^{i=1} (\Psi_{0i} * Q_{ik}) \right]$$

Il valore di carico per la verifica agli stati limite di esercizio, viene determinato dalla combinazione delle seguenti azioni

$$Q_{SLE} = G_k + Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=1} (\Psi_{0i} * Q_{ik})$$

- dove G_k valore caratteristico delle azioni permanenti
 Q_{1k} valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione
 Q_{ik} valore caratteristico delle azioni variabili fra loro indipendenti
 γ coefficienti parziali di carico
 γ_g 1,35
 γ_q 1,50
 Ψ_{0i} coefficiente di combinazione.

Azioni	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Carichi variabili in edifici abitativi	0.7	0.5	0.2
Uffici e negozi	0.7	0.6	0.3
Autorimesse	0.7	0.7	0.6
Vento e neve	0.7	0.2	0

TABELLA 43 – VALORI DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

allo stato limite di esercizio

$$Q_{SLE} = 33,55 \frac{kN}{m}$$

VERIFICA ALLO SLU

In base alle formule sopra scritte il carico di progetto allo stato limite ultimo assume quindi il valore seguente



$$Q_{SLU} = 47,65 \frac{kN}{m}$$

- *Verifica a taglio all'appoggio*

$$V_d = 158,15 \text{ kN}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,5 * 158,15 * 10^3}{280 * 2800} = \frac{0,30}{1,94} = 0,16 < 1$$

- *Verifica a taglio all'apice*

Per carichi simmetrici il valore dell'azione di taglio all'apice è ovviamente nullo, per la simmetria della geometria e del carico.

- *Verifica a presso flessione*

Agendo a favore di sicurezza considero i valori di massimi di momento flettente e sforzo normale, anche se riferiti a sezioni diverse

$$N_d = 4908,92 \text{ kN}$$

$$M_d = 1049,38 \text{ kNm}$$

Deve essere soddisfatta la relazione

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{k_t * \sigma_{m,d}}{k_r * f_{m,d}} \leq 1$$

Ove, essendo il raggio medio $r_m = 97,33 \text{ m}$

$$k_t = 1 + 0,35 * \left(\frac{r_m}{h} \right) + 0,6 * \left(\frac{r_m}{h} \right)^2 = 1,013$$

$$k_r = 1$$

Essendo $r_{int}/t \geq 240$

r_{int}	raggio interno dell'arco	$r_{int} = 96,13 \text{ m}$
t	spessore delle lamelle	$t = 40 \text{ mm}$

Le tensioni di progetto sono

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{4812,58 * 10^3}{280 * 2400} = 6,261 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{1028,79 * 10^6 * 6}{280 * 2400^2} = 2,868 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{6,261}{17,28} \right)^2 + \frac{1,011 * 2,868}{1 * 17,28} = 0,299 < 1$$

- *Verifica di stabilità*

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{k_l * \sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * k_r * f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} + k_m \frac{k_l * \sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * k_r * f_{m,y,d}} \leq 1$$

k_m coefficiente che tiene conto della redistribuzione degli sforzi e della disomogeneità del materiale, è pari a 0,7 per sezioni rettangolari.

Di seguito le grandezze utilizzate per la determinazione delle curve di instabilità dell'elemento.

Carico critico di colonna		
	Asse y-y	Asse z-z
l_{eff}	63531 mm	5000 mm
i	808 mm	81 mm
σ_{crit}	15,02 MPa	24,24 MPa
λ	79	62
λ_{rel}	1,29	1,02
k	1,4	1,1
k_c	0,53	0,75

i_y raggio giratore d'inerzia nel piano forte di sbandamento dell'asta (asse y)

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

i_z raggio giratore d'inerzia nel piano debole di sbandamento dell'asta (asse z)

$$i_z = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

σ_{crit} sforzo critico nel piano verticale

$$\sigma_{crit} = \frac{N_{crit}}{A} = \frac{\pi^2 * E * J}{A * l_0^2} = \frac{\pi^2 * E * i^2}{l_0^2} = \frac{\pi^2 * E}{\lambda^2}$$

N_{crit} espressione del carico eureliano per l'asta compressa

$$N_{crit} = \frac{\pi^2 * E * J}{l_0^2}$$

λ snellezza dell'asta

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

λ_{rel} snellezza relativa

nel piano forte $\lambda_{rel,y} = 0,057 \frac{l_{0,y}}{h}$

nel piano debole $\lambda_{rel,z} = 0,057 \frac{l_{0,z}}{b}$



parametro k

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - \bar{\lambda}_{rel}) + \lambda_{rel}^2]$$

$\bar{\lambda}_{rel}=0,3$ da EN 19952004

$\beta_c = 0,1$ per legno lamellare con adeguati limiti di rettilineità

parametro k_c tiene conto degli effetti della instabilità

$$k_c = \frac{k - \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}{\lambda_{rel}^2}$$

Carico critico di trave	
l_{eff}	5000 mm
$\sigma_{m,crit}$	45,77 MPa
$\lambda_{rel,m}$	0,72
k_{crit}	1

$\sigma_{m,crit}$ Tensione critica a flessione nel piano orizzontale

$$\sigma_{m,crit} = \frac{6 * M_{crit}}{b * h^2} = \frac{\pi}{l_{eff}} * \frac{b^2}{h} * \sqrt{E * G}$$

$\lambda_{rel,m}$ snellezza relativa a flessione

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$$

k_{crit} coefficiente che considera la riduzione di resistenza dovuta allo sbandamento

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel,m} < 0,75 \\ 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} & \text{per } 0,7 < \lambda_{rel,m} < 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{per } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

Le verifiche di stabilità si possono quindi così scrivere

$$\frac{6,261}{0,53 * 17,28} + \frac{1,013 * 2,868}{1 * 1 * 17,28} = 0,85 \leq 1$$

$$\frac{6,261}{0,53 * 17,28} + 0,7 \frac{1,013 * 2,868}{1 * 1 * 17,28} = 0,80 \leq 1$$

SISTEMA DI COLLEGAMENTO

Nel caso di strutture di grandi dimensioni come quello in oggetto, l'importanza delle forze in gioco richiede l'utilizzo di un vincolo a cerniera.

Per la tipologia ad arco è necessario l'utilizzo di effettive cerniere realizzate in acciaio.

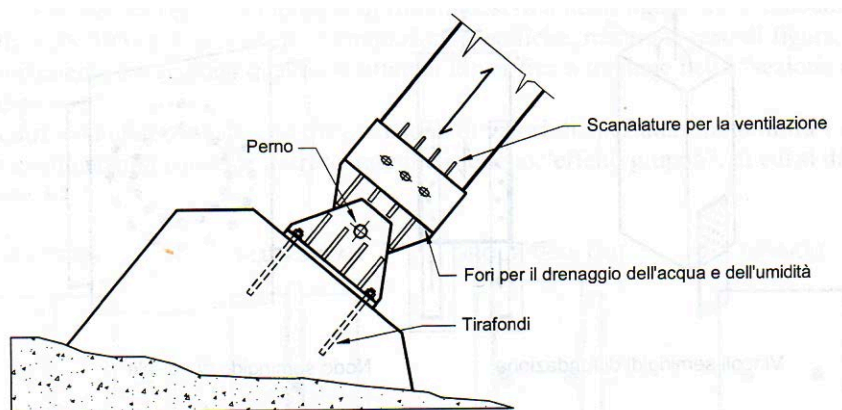


FIGURA 84 - SCHEMA DI COLLEGAMENTO DI CERNIERA ALL'APPOGGIO

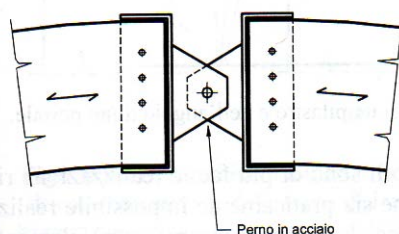


FIGURA 85 - SCHEMA DI COLLEGAMENTO DI CERNIERA ALL'APICE

L'unione prevede l'uso di una sezione a T, ottenuta dalla saldatura di due piastre di acciaio, di cui una alloggiata all'interno di una fresatura nella trave di legno e l'altra saldata alla cerniera in acciaio.

La trasmissione degli sforzi tra l'arco e il profilato a T avviene tramite spinotti, la trasmissione di taglio e azione assiale alla spalla in cemento armato è affidata alla cerniera di acciaio.

Gli spinotti sono pezzi di barre d'acciaio tonde che vengono inseriti a forza in sedi preforate non maggiori del diametro dello spinotto stesso.

Sono preferiti ai bulloni sia per motivi estetici sia per il fatto che l'inserimento dei bulloni richiede che i fori per l'inserimento siano almeno 1 mm più larghi dei bulloni stessi e ciò causa la riduzione delle capacità delle unioni bullonate.

Come specificato nell'EC5 sia le proprietà dell'acciaio che quelle del legno influiscono sulla capacità portante delle unioni spinottate

Classe dello spinotto	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8
$f_{y,k}$ (N/mm ²)	240	320	300	400	480
$f_{u,k}$ (N/mm ²)	400	400	500	500	600

FIGURA 86 - VALORI DI RESISTENZA DELL'ACCIAIO PER SPINOTTI



Solitamente gli spinotti vengono utilizzati in unioni a sezione resistente multipla.

Le proprietà dominanti che influenzano le capacità portanti dei mezzi di unione del tipo a spinotto sono:

la resistenza a rifollamento degli elementi di legno

la geometria del giunto

il momento di snervamento dei mezzi di unione.

A sua volta la resistenza a rifollamento, che non è una proprietà caratteristica del materiale, bensì una proprietà del sistema di unione, dipende da:

la massa volumica del legno;

il diametro del mezzo di unione;

l'angolo fra la forza e la direzione della fibratura;

l'attrito fra mezzo di unione e legno.

DATI DI PROGETTO

Spinotti				
diámetro	10	mm		
classe	4,6			
$f_{u,k}$ (resistenza trazione)	400	MPa		
$f_{y,k}$ (resistenza compressione)	240	MPa		
Sezioni degli elementi metallici				
Acciaio	S 235			
$f_{u,k}$ (resistenza trazione)	360	MPa		
$f_{y,k}$ (resistenza compressione)	235	MPa		
	t	b	h	
Piastra base arco	10	280	2.800	mm
piastra interna fresatura	10	280	2.000	mm
Azioni interne		appoggio		apice
N	4908,92 kN		4320,99 kN	
V	158,17 kN		0,00 kN	

Il valore caratteristico di resistenza a taglio per piastre interne ($t=10$ mm) con spinotti con diametro 8 mm, trattandosi di piastra interna spessa ($t \geq d$) è il minore tra quelli valutati con le seguenti formule:

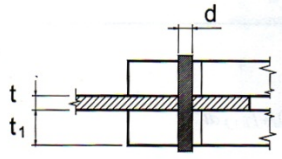
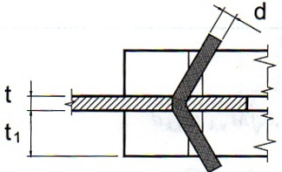
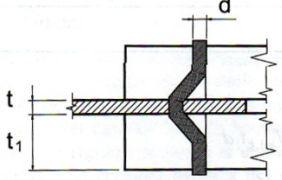
Modi di rottura	Valori caratteristici di resistenza a taglio
Piastre interne	
<p>I_A</p> 	$R_k = f_{h,1,k} t_1 d$
<p>II_A</p> 	$R_k = f_{h,1,k} d t_1 \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right]$
<p>III_A</p> 	$R_k = 2,3 \sqrt{M_{y,k} f_{h,1,k} d}$

FIGURA 87 – VALORI CARATTERISTICI DI RESISTENZA A TAGLIO PER UNIONE LEGNO-ACCIAIO A DUE PIANI DI TAGLIO

Dove

$f_{h,1,k}$ resistenza caratteristica a rifollamento dell'elemento in legno

$$f_{h,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{h,k} = 28,04 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{y,k}$ valore caratteristico del momento di snervamento dello spinotto

$$M_{y,k} = 0,8 * f_{u,k} * \frac{d^3}{6} Nmm$$

$$M_{y,k} = 48000 Nmm$$

I valori di R_k sono dunque:

I_A $R_k = 37,85$ kN

II_A $R_k = 16,18$ kN

III_A $R_k = 8,44$ kN

Il valore di resistenza a taglio per il singolo spinotto che presenta due piani di taglio vale

$$R_d = 2 * \frac{k_{mod} * R_k}{\gamma_m} kN$$

Lo sforzo tagliante che agisce sul singolo spinotto è dato da

$$S_d = \frac{V_d}{n_s} kN$$



n_s numero di spinotti

$$n_s = 14$$

Quindi deve risultare

$$S_d < R_d$$

	R_k (kN)	R_d (kN)		S_d (kN)
Appoggio	30,96	11,69	>	11,30
Apice	30,96	11,69	>	0

Per concludere si verifica che gli sforzi trasmessi alla piastra metallica non provochino la rottura per schiacciamento o taglio della base dell'arco.

Lo sforzo assiale sull'arco deve essere completamente assorbito per compressione parallela alla fibratura dalla piastra alla base dell'arco, che tramite la cerniera trasferirà l'azione assiale alla spalla di fondazione.

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{4908,92 * 1000}{280 * 2800} = 6,26 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 17,28 \text{ MPa}$$

Azione tagliante all'appoggio che viene trasmessa alla spalla di fondazione attraverso la piastra metallica esterna:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_d}{A} = \frac{158,17 * 1000}{280 * 2800} = 0,20 \text{ MPa} \leq f_{c,90,d} = 1,94 \text{ MPa}$$

IL PLINTO DI FONDAZIONE

Per contrastare la rilevante spinta degli archi della struttura su entrambi i fronti, sono state ipotizzate 18 spalle trapezoidali di calcestruzzo armato larghe 1 metro che costituiscono il punto di ancoraggio delle travi ad arco della copertura. Questi grandi denti di fondazione sono collegati tramite una plinto di fondazione che misura 50 x 10 metri e profondo 1,5 m che distribuisce le spinte verticali sul terreno e un muro controterra armato di spessore 1,5 m che distribuisce quelle orizzontali.

Vista la grande spinta proveniente dall'elemento in legno lamellare, si ipotizza l'utilizzo di questa soluzione per sfruttare la resistenza passiva offerta dal terreno.

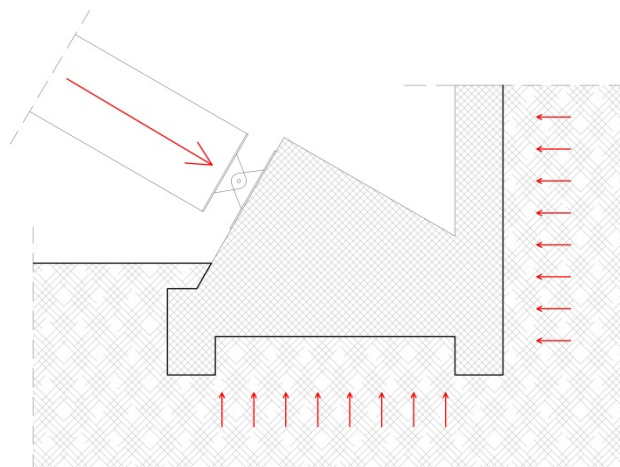


FIGURA 88 - SCHEMA PLINTO DI FONDAZIONE

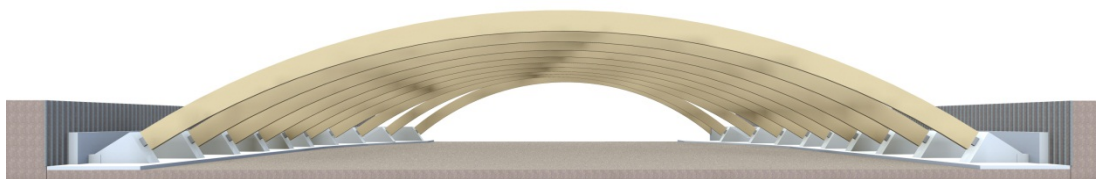


FIGURA 89 – SISTEMA STRUTTURALE AD ARCHI

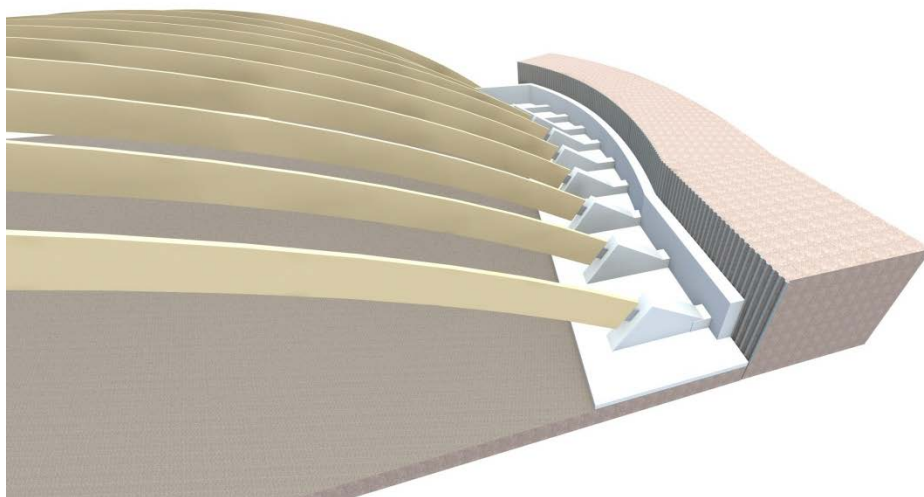


FIGURA 90 – SISTEMA DI FONDAZIONE



9.3 IL CANTIERE

La progettazione del cantiere è un elemento importante per ottimizzare i movimenti interni al cantiere, rendere le attività meno conflittuali le attività e l'accessibilità dall'esterno, con conseguente risparmio in termini di tempi e costi.

La cantierizzazione dell'edificio ipogeo è molto complessa in quanto la presenza di uno scavo molto profondo rende necessario l'attuazione di prescrizioni particolari al fine della sicurezza e della movimentazione di merci e persone.

Si è determinata la sequenza costruttiva del nuovo centro equestre, vincoli e priorità al fine di individuare quali siano gli spazi di cantiere necessari, le aree destinate alla logistica, alla viabilità, allo stoccaggio, l'area adibita alle lavorazioni.

La descrizione non vuole essere un approfondimento esaustivo dell'allestimento e della gestione del cantiere, ma vuole individuare gli aspetti generali che caratterizzano l'edificazione del centro equestre.

9.3.1 LAYOUT DI CANTIERE

Confinamento dell'area di cantiere

Il cantiere occuperà l'area compresa tra i giardini della villa Bocconi a nord, il bosco del parco a sud, il ciglione che da sulla piana ad ovest e via Fratelli Bandiera ad est.

Via fratelli Bandiera è interessata dal traffico veicolare e pedonale, è quindi necessario predisporre la segnaletica atta a segnalare la presenza del cantiere.

La delimitazione del cantiere con le opportune barriere, verrà posizionata solo verso nord in quanto il cantiere si trova all'interno di un'area già delimitata dai cancelli di accesso di via F.lli Bandiera a est, e di Via San Giorgio a nord. A sud e a ovest vi è la delimitazione naturale del bosco.

Il cantiere sarà comunque segnalato tramite l'affissione e il posizionamento della corretta segnaletica e della cartellonistica di cantiere sui cancelli d'ingresso e sui sentieri che si avvicinano all'area di progetto, al fine di garantire la riconoscibilità del cantiere anche a distanza ed evitare pericoli.

Accessi

L'accesso di mezzi e persone al cantiere avverrà da via Fratelli Bandiera, in quanto è la strada di accesso più comoda al passaggio dei mezzi pesanti, oltre che essere quella che consente un ingresso più diretto all'area di esecuzione delle lavorazioni.

Lo stesso accesso sarà utilizzato anche in uscita in quanto all'interno dell'area di cantiere sono soddisfatti gli spazi di manovra degli automezzi.

La predisposizione di un unico accesso all'area di cantiere permette un più agevole controllo del materiale in entrata e in uscita.

La dimensione degli accessi al cantiere è stata definita prevedendo anche un franco garantire il passaggio delle persone unitamente ai mezzi d'opera, per una larghezza minima non inferiore a 3,2 metri. In corrispondenza dei due accessi carrabili si predispongono anche due accessi pedonali, di larghezza minima pari a 1,2 metri.

Viabilità interna

La pavimentazione dei percorsi interni sarà eseguita con ghiaione, che evita il ristagno di acqua.

Per il dimensionamento dei percorsi si tiene conto degli spazi di manovra dei mezzi pesanti.

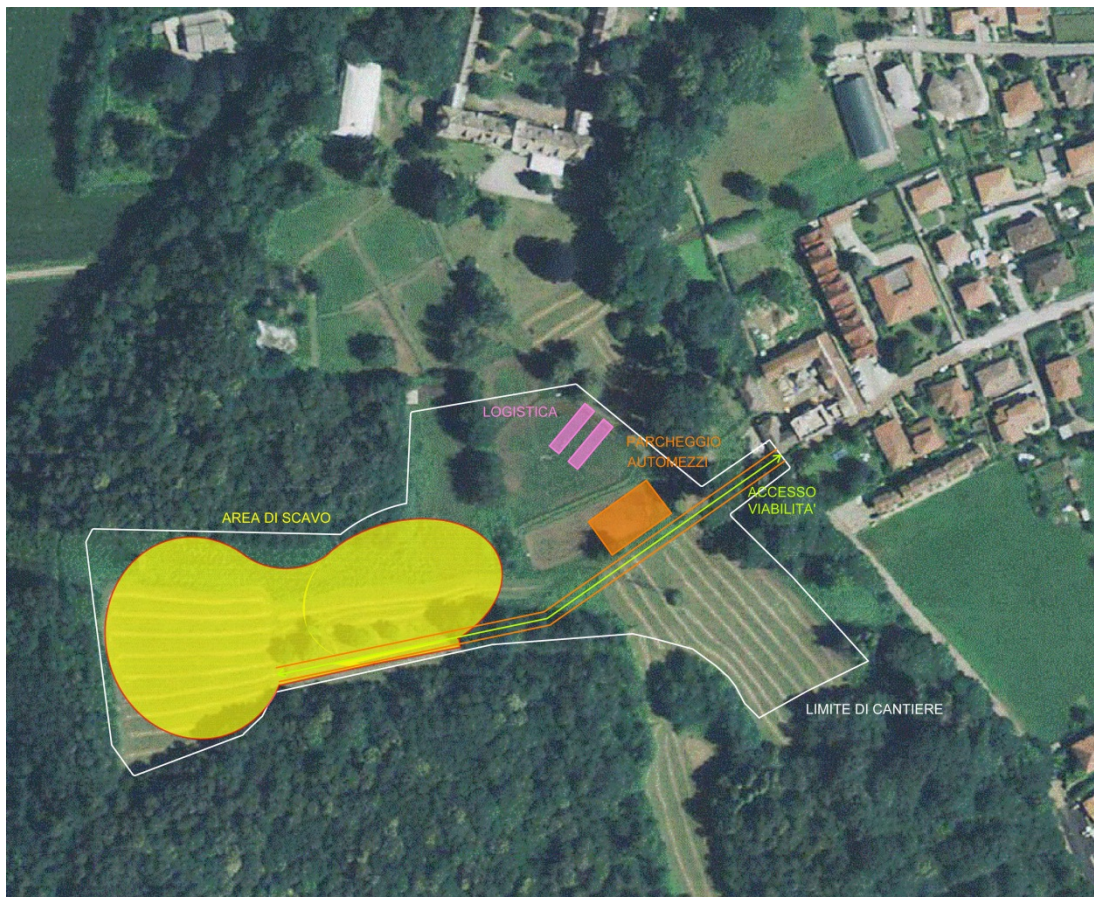


FIGURA 91 - LAYOUT DI CANTIERE

Area di stoccaggio

L'area di stoccaggio del cantiere sarà predisposta sulla platea di fondazione del campo interrato. Sarà quindi indispensabile che prima dell'arrivo dei materiali in cantiere sia stato effettuato lo scavo, sia stato effettuato il getto e siano rispettati i tempi di maturazione del calcestruzzo di fondazione.

Aree di carico e scarico, di sosta e di manovra

L'area di carico-scarico è l'area dove si prevede che sostino i mezzi durante le operazioni di carico e scarico dei materiali. Essa sarà predisposta in prossimità dell'area di stoccaggio che alla base dell'edificio e sarà raggiungibile tramite una rampa che sarà mantenuta anche a fine cantiere per consentire l'accesso di mezzi e cavalli al campo coperto.

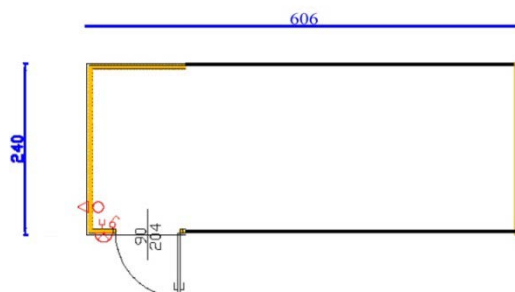
All'interno del cantiere è prevista un'area di sosta vicino all'accesso per consentire la sosta degli automezzi quando le aree di carico e scarico siano già occupate da altri automezzi.



Baracche di cantiere e logistica

Gli spazi destinati alla logistica di cantiere sono situati vicino all'accesso ad est. Sono presenti baracche destinate a servizi igienici, a spogliatoi, a sale per le riunioni-uffici, a mensa in funzione del numero di addetti presenti.

Le dimensioni di quelle installate sono 2,40 x 6,06 m, sono costituite da pannelli modulari autoportanti sandwich, isolati con poliuretano espanso di tipo rigido. I due supporti del sandwich sono in lamiera zincata e preverniciata.



CANTIERE 606 X 240 X H 240

FIGURA 92 - BARACCA DI CANTIERE

Scavo

L'area di scavo comprende buona parte della superficie occupata dell'edificio interrato, dalla quota esterna, presa come quota 0,00 di progetto (265 m s.l.m.), si deve raggiungere quota -7,00 metri. Nella zona del campo esterno, invece, deve essere effettuato uno scavo che raggiunga quota -3,80 m dalla quota 0,00 di progetto. Per il raggiungimento di quota - 3,80 metri e - 7,00 metri è prevista una rampa percorribile dagli escavatori e dai mezzi per il movimento terra. Al fine della determinazione delle fasi costruttive ci si limita ad individuare le dimensioni dello scavo, senza entrare nel merito delle lavorazioni e dei mezzi impiegati.

Dispositivi di movimentazione

Per la movimentazione dei carichi si utilizzano autogrù.

Gli elementi di maggior peso che devono essere movimentati all'interno del cantiere sono le travi il legno. Il peso medio delle travi è di 13000 kg. Esse vengono portate all'interno dell'area di posizionamento tramite l'automezzo di trasporto, qui vengono movimentate tramite autogrù adatte a portare questo tipo di carichi.



FIGURA 93 - MOVIMENTAZIONE E POSIZIONAMENTO TRAVI IN LEGNO

9.3.2 INDIVIDUAZIONE DELLE FASI COSTRUTTIVE

Individuati i vincoli e le priorità, si analizzano le fasi costruttive dell'edificio per il centro di equitazione

Organizzazione del cantiere

Secondo le linee guida indicate nel layout di cantiere.

L'intervento è finalizzato a limitare l'impatto ambientale delle lavorazioni. L'area di cantiere gode degli spazi liberi necessari alla sistemazione delle opere provvisorie e allo stoccaggio dei materiali. La movimentazione dei carichi è organizzata senza l'utilizzo di una gru fissa ma con l'ausilio di autogrù.

Tracciamento

È importante al fine del rispetto del regolamento del parco del Ticino che venga effettuata una misurazione precisa, con l'individuazione esatta dei limiti di scavo.

Scavo

Una volta posizionate la paratia di sostegno, costituita da una berlinese, si è proceduto allo scavo per gradi in maniera costante su tutta la superficie in oggetto. Sarà importante nel contempo creare la rampa per il raggiungimento dei livelli più bassi e consentire ai mezzi pesanti la movimentazione del terreno.

Nell'area delle tribune lo scavo non avrà profondità costante ma seguirà il declivio delle stesse.

Muri di contenimento, platea, tribune e spalle

I muri di contenimento saranno realizzati CA tramite il getto in casseforme preposizionate.

Il dente di fondazione degli archi è realizzato con un ulteriore scavo a sezione ristretta per poter riuscire a gettare il calcestruzzo direttamente a contatto con il terreno non smosso.

Montaggio strutture

Il montaggio delle componenti strutturali, nelle zone non occupate dal campo, che avviene in contemporanea al montaggio degli archi, procede per piani successivi, partendo dal piano -2 a quota - 7,00 metri, realizzando in sequenza strutture di elevazione (pilastri in legno lamellare e pareti in clt) e strutture orizzontali (solai in clt).

Tale modalità costruttiva, con elementi prefabbricati in legno, per i quali non è prevista alcuna ulteriore lavorazione in cantiere, consente di accorciare la durata di questa fase costruttiva.

Montaggio archi

Gli archi principali di legno lamellare sono stati divisi in due porzioni simmetriche, ognuna della lunghezza di circa 50,90 m lineari per un peso di circa 13000 kg. I tronconi delle travi sono trasportati in cantiere da tir a timone allungabile.

La sequenza di montaggio richiede l'ausilio di numerose autogrù. L'assemblaggio dei due tronconi di trave è realizzato montando i due semiarchi contrapposti appoggiati sulla mezzeria del campo sportivo. Gli archi sono incernierati alle spalle in calcestruzzo armato tramite carpenteria metallica (staffe in acciaio zincato e cerniere a perno con diametro 10 cm); il sollevamento degli archi alla quota di 18 metri, avviene con la collaborazione di 2 autogrù a sostegno di ogni trave. La resistenza strutturale dell'arco è garantita attraverso l'inserimento del perno centrale in acciaio (Ø10 cm); data la sezione estremamente snella delle travi, è necessario mantenere in tiro le gru fino al montaggio del secondo arco e degli arcarecci di collegamento; solo in questa fase la struttura ottiene la stabilità strutturale. Successivamente vengono montati i restanti 7 archi (dei 9 totali) con le stesse modalità.



Pacchetto di copertura

La posa della copertura in pannelli di clt (cross laminated timber), è realizzata al di sopra degli elementi strutturali.

Il sollevamento dei pannelli avviene con l'ausilio delle autogru.

Impianti

Si procede, a questo punto, con la predisposizione dell'impianto elettrico e l'impianto di distribuzione di ACS.

L'impianto di condizionamento e quello di ventilazione sono predisposti solo zone spogliatoi, ristorante, uffici, sala stampa, locale giuria, dove sono necessari.

Ogni impianto deve essere eseguito secondo la specifica normativa e secondo la regola d'arte

Pavimentazioni e finiture

L'ultima fase lavorativa consiste nella posa delle pavimentazioni e nell'esecuzione delle finiture interne ed esterne.

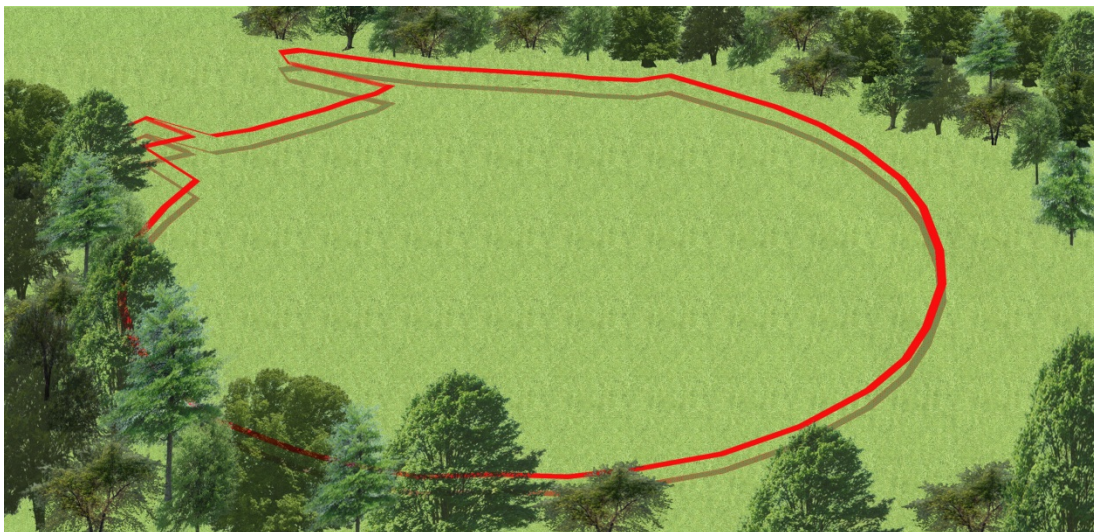


FIGURA 94 - FASE DI CANTIERE – TRACCIAMENTO



FIGURA 95 - FASE DI CANTIERE – SCAVO

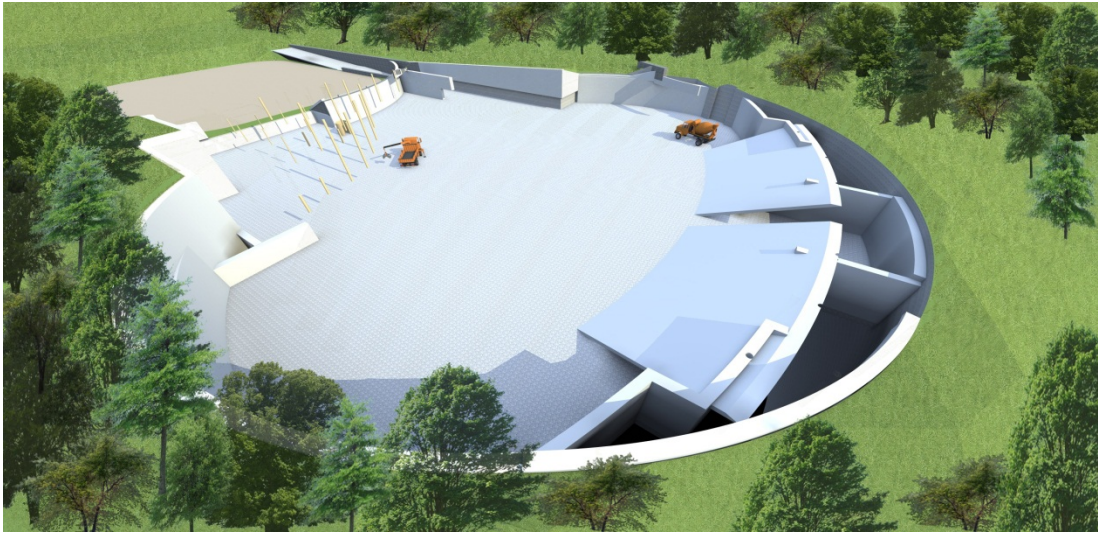


FIGURA 96 - FASE DI CANTIERE – GETTO MURI DI CONTENIMENTO

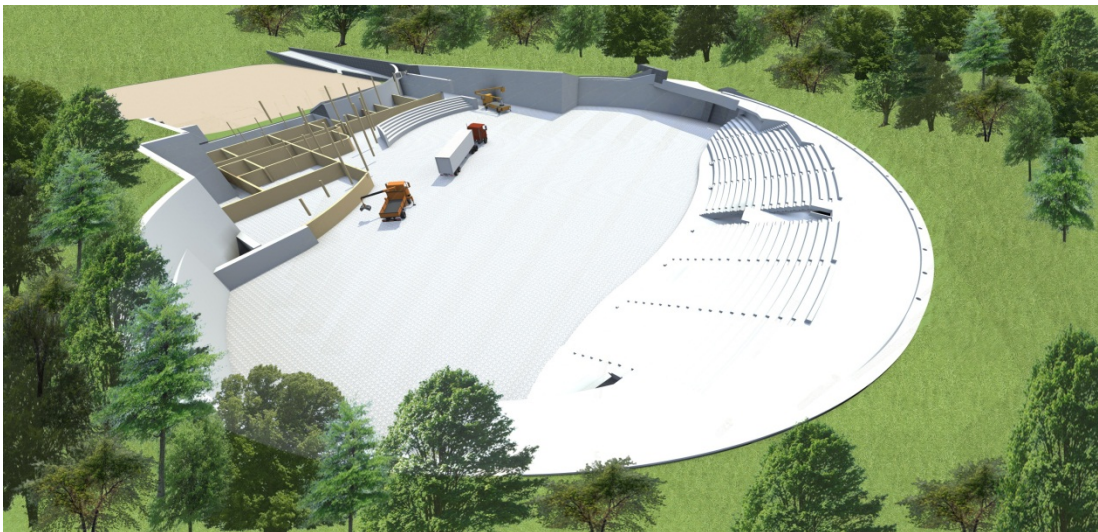


FIGURA 97 - FASE DI CANTIERE - GETTO TRIBUNE

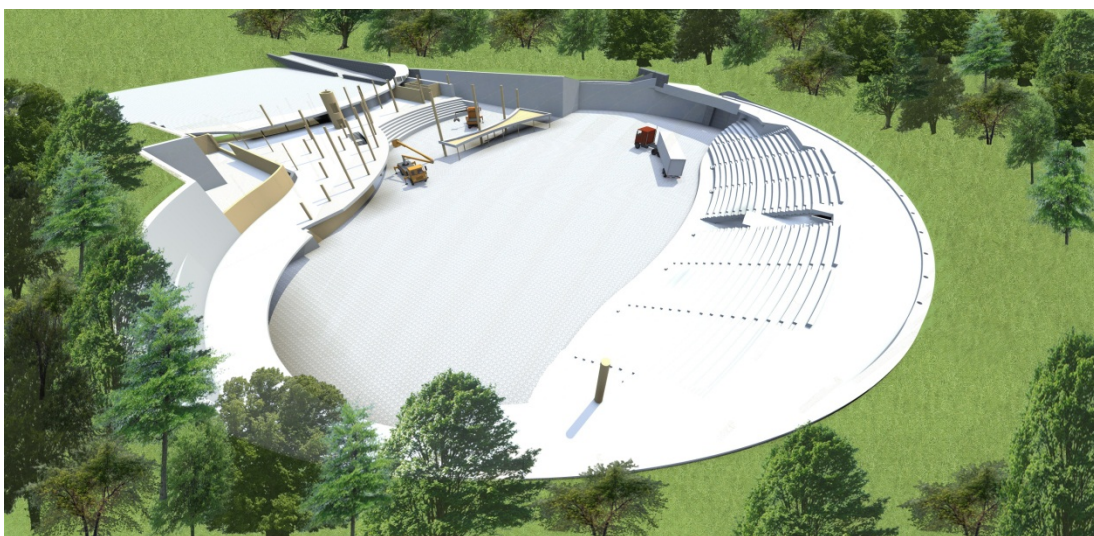


FIGURA 98 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURE

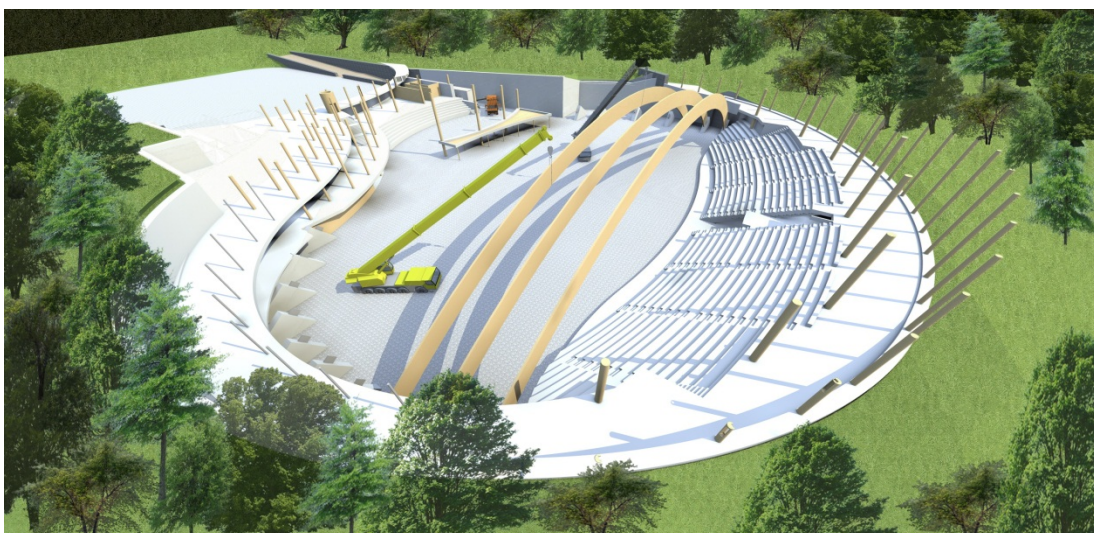


FIGURA 99 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO ARCHI 1

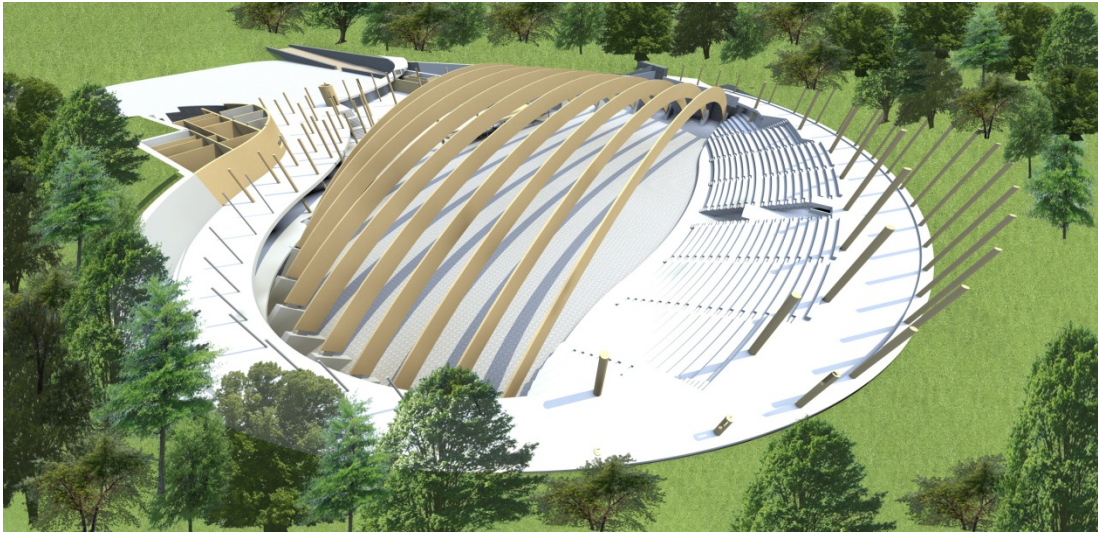


FIGURA 100 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO ARCHI 2

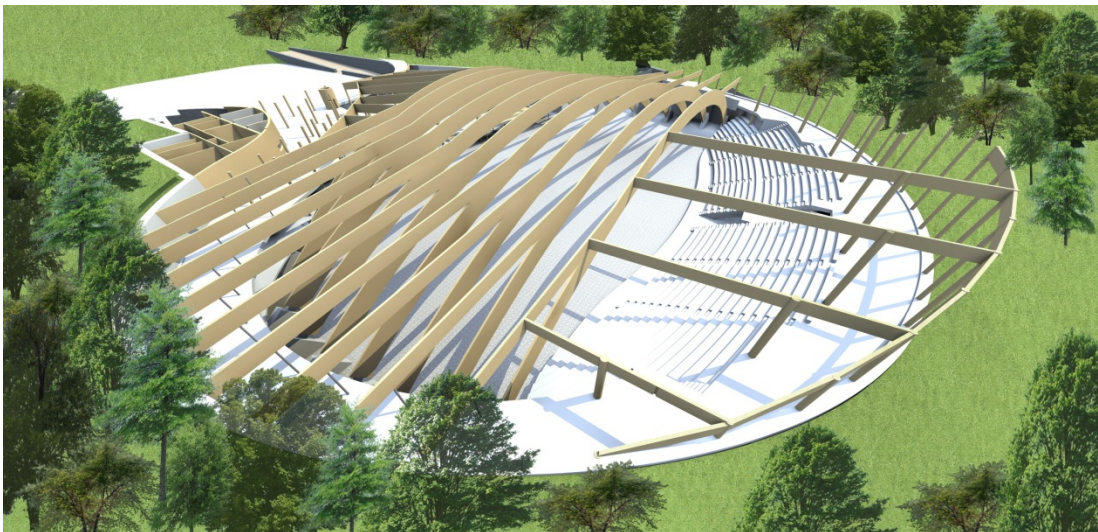


FIGURA 101 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURA DI COPERTURA 1

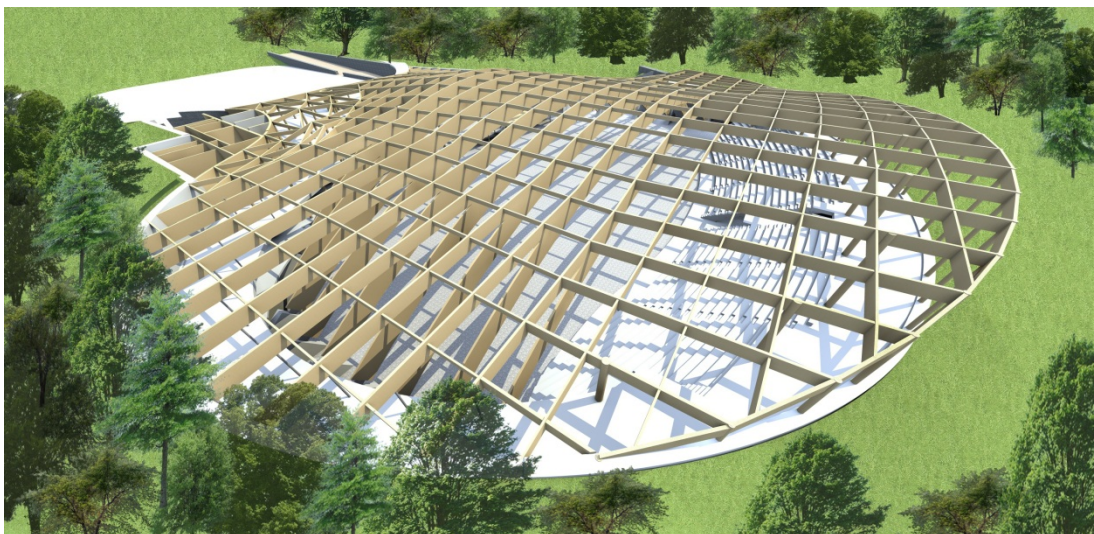


FIGURA 102 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURA DI COPERTURA 2



FIGURA 103 - FASE DI CANTIERE - SCAVO



CAPITOLO 10
I BOX TEMPORANEI

10.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

Come osservato in altri centri per l'equitazione, durante le competizioni che durano diversi giorni, deve essere data la possibilità ai team in gara di posizionare i cavalli all'interno di box temporanei. Questi devono avere le medesime caratteristiche del box fisso, ma avere la peculiarità di essere montati, secondo necessità, in numero e posizione differenti.

A questo scopo, diverse ditte, propongono una gamma di soluzioni prefabbricate, caratterizzate da facilità e rapidità di montaggio.

Nel caso in esame, in fase di progettazione è stata individuata la posizione ottimale da dare ai box temporanei, per garantire la rapidità nello spostamento degli animali dai box ai campi gara.

L'intervento è poi stato rivolto al posizionamento di una struttura di copertura continua, al di sotto della quale saranno posizionate le pareti in legno e acciaio dei box prefabbricati.



FIGURA 104 - IL PARCO FOTOVOLTAICO

I requisiti di ventilazione e illuminazione naturale sono garantiti dal fatto che la struttura rimane aperta al di sopra delle pareti del box, la reperibilità di acqua fresca è assicurata dalla predisposizione dell'impianto di distribuzione con diversi punti di approvvigionamento, la facilità di pulizia è data dal posizionamento di pavimentazioni in gomma. In copertura è posizionato uno strato di coibente in modo da garantire un minimo di isolamento sia nel periodo invernale che in quello estivo.

La sua peculiarità non è dovuta unicamente alla singolare struttura realizzata tramite elementi curvilinei in legno, ma soprattutto alla funzione svolta da questo spazio. L'obiettivo progettuale è quello di ottenere un ambiente costruito nel rispetto dell'aspetto energetico ed ambientale.

L'area in oggetto oltre ad essere luogo di posizionamento dei box temporanei, quando non vi sono manifestazioni sportive, avrà il ruolo di accogliente e confortevole luogo di socializzazione, perfettamente integrato nel parco circostante, e di superficie da utilizzare per attività fieristiche e espositive, tramite il montaggio di apposite pareti prefabbricate.

La perfetta integrazione architettonica dei pannelli fotovoltaici sulla copertura permette di combinare la funzione di "produzione energetica" con quella di protezione e schermatura dalla radiazione solare diretta e, quando necessario, di accumulo termico.



10.2 IL PARCO FOTOVOLTAICO

L'installazione dell'impianto fotovoltaico al di sopra della struttura di copertura dei box temporanei favorisce la riduzione dei costi di gestione dell'intero centro di equitazione.

L'esposizione dei pannelli fotovoltaici è in direzione sud ovest, ciò favorisce un'ottima esposizione alle radiazioni solari e al contempo un buon ombreggiamento della zona dei box.

Un impianto fotovoltaico è un sistema in grado di trasformare l'energia emessa dal sole in energia elettrica.

Il sistema si basa sulla intercettazione della radiazione solare attraverso superfici di captazione e la trasformazione diretta di quest'ultima in energia elettrica. Tale fenomeno, chiamato effetto fotovoltaico, avviene nella cella fotovoltaica, tipicamente costituita da una sottile lamina di un materiale semiconduttore (solitamente silicio).

La cella

L'elemento fondamentale del sistema fotovoltaico è la cella. È costituita da una lamina sottile di materiale semiconduttore, in molti casi silicio mono, policristallino o amorfo di forma generalmente quadrata e di superficie pari a circa 100 cm² all'interno del quale avviene la conversione in energia della radiazione solare.

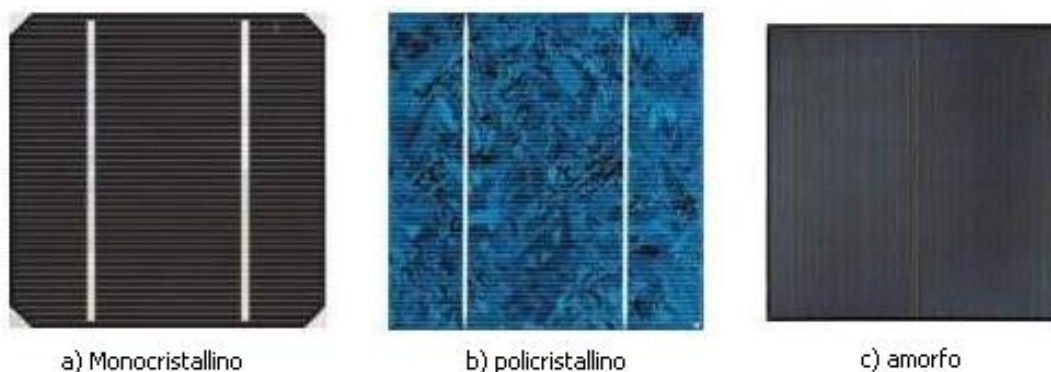


FIGURA 105 - TIPOLOGIE DI CELLE FOTOVOLTAICHE

Nella parte inferiore vi è un supporto metallico, solitamente di alluminio o argento, che costituisce uno degli elettrodi, nella parte centrale due strati del materiale semiconduttore, opportunamente trattato, il termine tecnico è "drogato", vanno a costituire la giunzione, dove avviene effettivamente la trasformazione, superiormente è presente una sottile griglia di raccolta delle cariche elettriche, l'altro elettrodo, deve essere abbastanza fitta, per captare gli elettroni, ma tale da permettere ai fotoni di raggiungere gli strati sottostanti.

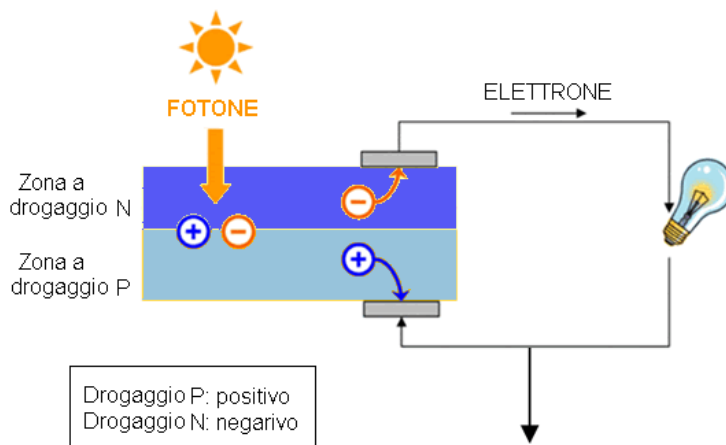


FIGURA 106 - SCHEMA DELL'EFFETTO FOTOVOLTAICO ALL'INTERNO DELLA CELLA

Quando i fotoni, di cui è composta la radiazione solare, sono provvisti di una certa energia vengono assorbiti nel materiale semiconduttore del quale è costituita la cella. Qui, grazie al salto di potenziale esistente tra gli strati, si crea una coppia di cariche elettriche di segno opposto, un elettrone (negativo) ed una "lacuna" (positiva), disponibili per la conduzione di elettricità.

L'efficienza di conversione, intesa come la percentuale di energia luminosa trasformata in energia elettrica, dipende da diversi fattori quali la tecnologia di produzione della cella, dal materiale di cui è composta, e dal fatto che non tutte le radiazioni hanno energia sufficiente per generare una coppia elettroni lacune.

In un'ottica di abbattimento dei costi di produzione e di miglioramento dell'efficienza di conversione, sono stati sviluppati nuovi modelli di celle.

Quelle a film sottili sfruttano la deposizione di un sottilissimo strato di materiale dei semiconduttori. Tale tecnologia punta sulla riduzione del costo della cella, in quanto comporta un consumo di materiale molto limitato, pari a circa 1/200 di quello richiesto per la tecnologia del silicio cristallino, e sulla versatilità d'impiego in quanto con questa tecnologia è possibile ottenere moduli leggeri e flessibili, fabbricare il modulo con un unico processo.

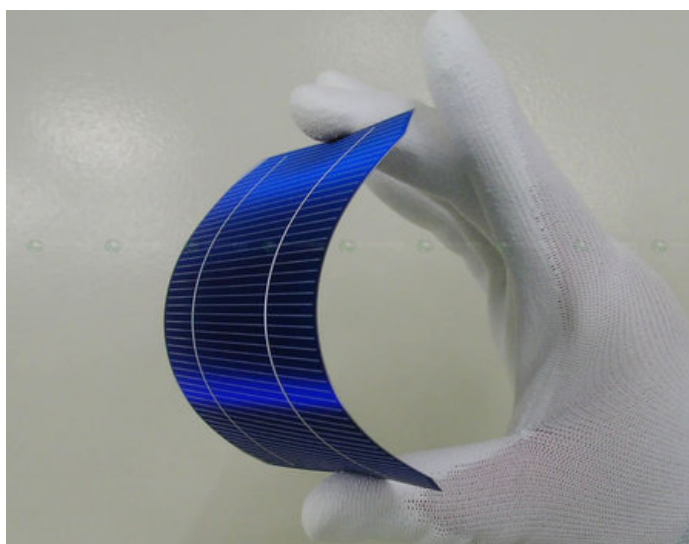


FIGURA 107 - CELLA FOTOVOLTAICA IN FILM SOTTILE



Il modulo fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico rappresenta di fatto il componente elementare del sistema.

Al suo interno le celle solari, prodotto intermedio dell'industria fotovoltaica, hanno connessioni elettriche in serie-parallelo per ottenere i valori di tensione e di corrente desiderati. Le celle sono posizionate tra una lastra di vetro e una di plastica, tramite laminazione a caldo di materiale polimerico.

La struttura, robusta e maneggevole, è in grado di garantire molti anni di funzionamento anche in condizioni ambientali difficili.

Nel caso di celle in film sottili si assiste alla realizzazione di fogli fotovoltaici flessibili, in cui le celle, che possono avere una superficie anche di alcune centinaia di cm², sono abbinate a materiali sintetici e trasparenti. Non esistono quindi processi produttivi standard.

L'ossido di stagno, che costituisce il contatto anteriore viene depositato su un substrato di materiale trasparente, dotato di buone caratteristiche di trasmissione della radiazione solare, che fungerà da copertura, senza l'uso del sigillante, come nel caso dei moduli tradizionali.

Attraverso incisione meccanica o laser lo strato di ossido viene suddiviso in strisce longitudinali da 1-2 cm. Con il silicio amorfo, il telloruro di cadmio (CdTe) o rame-indio-diselegniuro (CIS), in una stratificazione a giunzione multipla, si ricopre lo strato precedente. Una volta create ulteriori incavi longitudinali, viene depositato il contatto metallico posteriore. In questo caso le celle e le interconnessioni vengono realizzate in un unico processo. Il risultato è un modulo fotovoltaico di dimensioni variabili, composto da celle longitudinali, connesse tra loro in serie.

La stringa fotovoltaica

Le stringhe fotovoltaiche sono costituite da diversi moduli fotovoltaici collegati in serie; il numero di moduli dipende dalla tensione del modulo (nota una volta individuato il tipo di prodotto) e da quella dell'intera stringa.

La stringa è caratterizzata da:

- tensione massima pari alla somma delle Voc dei moduli collegati;
- tensione di funzionamento pari alla tensione nel punto di massima potenza (Vm) della caratteristica della stringa.

Il generatore fotovoltaico

Un "campo fotovoltaico" è costituito da un insieme di stringhe di moduli fotovoltaici installati meccanicamente nella sede di funzionamento e connesse elettricamente tra loro, esso costituisce il generatore fotovoltaico.

La potenza nominale del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate alle condizioni standard (STC, Standard Test Conditions).

Per Condizioni Standard (STC) si intendono le condizioni di riferimento per la misurazione dei moduli:

- irraggiamento pari a 1000 W/m²;
- spettro solare riferito ad un Air Mass di 1,5;
- temperatura di cella di 25 °C.

Il generatore fotovoltaico, insieme al sistema di controllo e condizionamento della potenza (inverter) e ad altri dispositivi accessori di interfacciamento alla rete o al sistema di accumulo, costituisce l'impianto fotovoltaico.

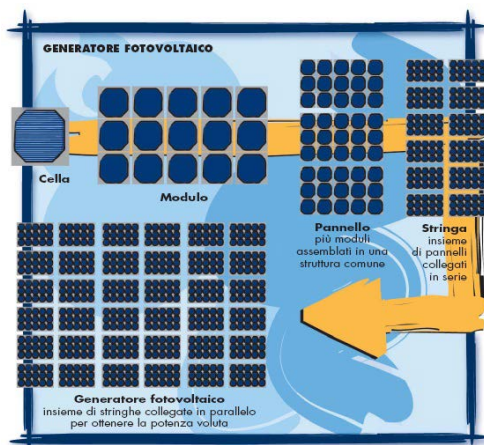


FIGURA 108 - SCHEMA DI GENERATORE FOTOVOLTAICO

Gli impianti possono essere connessi alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected), nei quali l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio, oppure collegati direttamente all'utenza (stand-alone), nei quali l'energia prodotta alimenta direttamente un carico elettrico e, per la parte in eccedenza, viene generalmente accumulata in apposite batterie di accumulatori, che la renderanno disponibile all'utenza nelle ore in cui manca l'insolazione.

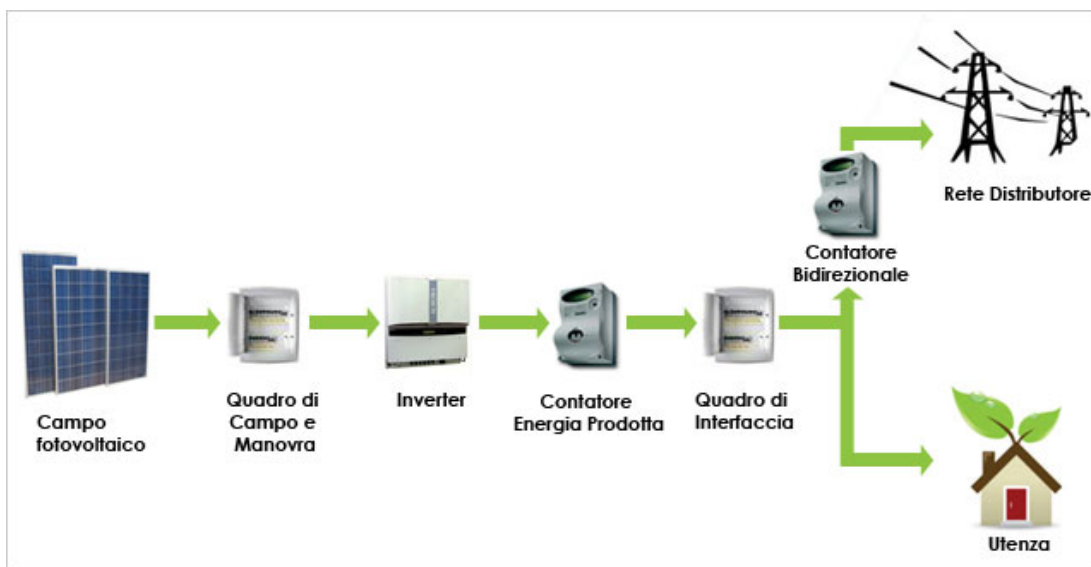


FIGURA 109 - IMPIANTO GRID CONNECTED

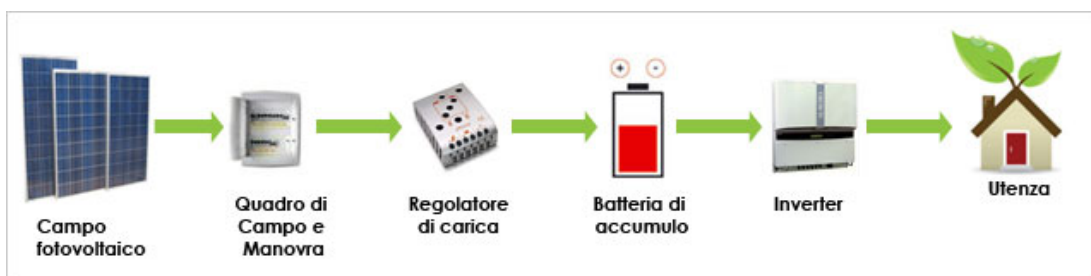


FIGURA 110 - IMPIANTO STAND ALONE



Le strutture di supporto sotto le quali sono posizionati i box temporanei sono costituite da archi, si è scelto, quindi, di adottare la tecnologia delle celle di seconda generazione, quella a film sottili, in telloruro di cadmio, che permettono una notevole flessibilità nella forma.



FIGURA 111 - MODULO FOTOVOLTAICO IN FILM SOTTILE

La determinazione della prestazione energetica dell'impianto di generazione fotovoltaico è eseguita considerando un'inclinazione media dei pannelli di 25°.

Si ricorre alle seguenti formule:

$$E_{el,ges,out} = E_{el,ges,out}^* - (W_{FA,AUX} * t_{fv} * N)$$

Dove

$E_{el,ges,out}^*$ energia elettrica prodotta dal sottosistema di generazione solare fotovoltaico al netto dei consumi elettrici dovuti ad eventuali ausiliari dell'impianto solare fotovoltaico, kWh;

$W_{FA,AUX}$ potenza elettrica degli ausiliari dell'impianto solare fotovoltaico, quali ad esempio i rotatori, ove presenti, kW;

t_{fv} numero medio mensile di ore giornaliere di soleggiamento teorico, h;

N numero dei giorni del mese.

Per determinare $E_{el,ges,out}^*$ si è reso necessario il calcolo dei singoli termini che lo determinano.

$$E_{el,ges,out}^* = (H_{FV} * W_{FV} * F_{FV}) / H_r$$

H_{FV} radiazione solare sull'impianto fotovoltaico [kWh/m²]

W_{FV} potenza di picco, che rappresenta la potenza elettrica di un impianto fotovoltaico di una determinata superficie, con radiazione solare di 1 kW/m² su questa superficie (a 25°C) [kW];

F_{FV} fattore di efficienza dell'impianto;

H_r radiazione solare di riferimento pari a 1 kW/m².

Noti questi valori, è stata calcolata l'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico per ogni mese dell'anno; i valori ottenuti, sommati determinano la quantità di energia elettrica prodotta annualmente dai pannelli.

Mese	H _{FV,G} kWh/m ²	G	H _{FV} kWh/m ²	numero pannelli	kW _p kW	F _{FV}	H _r kWh/m ²	E* _{el,ges,aut} kWh
GENNAIO	1,52	31	47,12	2950	0,085	0,75	1	8861,51
FEBBRAIO	2,36	28	66,08	2950	0,085	0,75	1	12427,17
MARZO	3,79	31	117,49	2950	0,085	0,75	1	22095,46
APRILE	4,85	30	145,50	2950	0,085	0,75	1	27363,09
MAGGIO	5,85	31	181,35	2950	0,085	0,75	1	34105,13
GIUGNO	6,38	30	191,40	2950	0,085	0,75	1	35995,16
LUGLIO	6,36	31	197,16	2950	0,085	0,75	1	37078,40
AGOSTO	5,25	31	162,75	2950	0,085	0,75	1	30607,17
SETTEMBRE	3,93	30	117,90	2950	0,085	0,75	1	22172,57
OTTOBRE	2,53	31	78,43	2950	0,085	0,75	1	14749,74
NOVEMBRE	1,69	30	50,70	2950	0,085	0,75	1	9534,77
DICEMBRE	1,21	31	37,51	2950	0,085	0,75	1	7054,22

Energia annua prodotta **262044,41**

TABELLA 44 - PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si è proceduto, quindi, alla stima del fabbisogno di energia elettrica del sistema villa parco. La richiesta di energia degli apparecchi elettrici utilizzati in relazione al tempo di utilizzo si calcola tramite la relazione

$$E_{EL,A} = \sum_i P_i * \tau_i * G$$

- E_{EL,A} consumo annuo in kWh
P_i potenza elettrica espressa in kW
τ_i tempo di funzionamento giornaliero dell'i-esimo apparecchio espresso in ore, h
G giorni di funzionamento

Il consumo annuo di energia elettrica per l'illuminazione si calcola tramite la reazione

$$E_{ILL,A} = A_i * E_i * \eta_{lum} * \tau_i * G$$

- A_i area locale, m²
E_i valore di illuminamento medio necessario, lux
η_{lum} efficienza luminosa
τ_i tempo di funzionamento giornaliero dell'i-esimo apparecchio espresso in ore, h
G giorni di funzionamento

Al consumo elettrico per illuminazione e per il funzionamento degli apparecchi elettrici vanno sommati quelli per il funzionamento degli impianti di ventilazione e di condizionamento

$$E_{TOT,A} = E_{EL,A} + E_{ILL,A} + E_{COND,A} + E_{VENT,A}$$

- E_{TOT,A} fabbisogno annuo di energia elettrica
E_{EL,A} fabbisogno di energia elettrica annuo per il funzionamento degli apparecchi elettrici
E_{ILL,A} fabbisogno di energia elettrica annuo per illuminazione
E_{COND,A} fabbisogno di energia elettrica annuo per condizionamento estivo ed invernale
E_{VENT,A} fabbisogno di energia elettrica annuo per ventilazione


VILLA BOCCONI

LOCALE		A m ²	E lux	h _{lum} lm/W	t h	E _{EL,G} kWh	G	E _{ILL,A} kWh
PT 01	K	38,00	300	100	7	2,15	365	786,43
	D 1	15,84	100	100	1	0,04	365	15,61
	D 2	8,76	100	100	1	0,02	365	8,63
	B	4,41	150	70	0,5	0,01	365	4,66
	Sp	5,04	150	70	1	0,03	365	10,64
	Co1	6,18	100	70	2	0,05	365	17,40
	Co2	7,28	100	70	2	0,06	365	20,50
	SP	88,33	300	70	7	7,15	365	2611,48
	Co3	4,78	100	70	2	0,04	365	13,46
	Bar	68,48	300	70	4	3,17	365	1156,92
PT 02	I	48,40	300	70	8	4,48	365	1635,37
	R	67,47	300	70	8	6,25	365	2279,71
PT 03	Ls	23,41	100	100	1	0,06	365	23,07
PT 04	CH1	41,34	150	70	4	0,96	365	349,20
	CH2	42,48	300	70	4	1,97	365	717,67
	Ls	10,81	150	70	1	0,06	365	22,83
	U	12,51	500	70	2	0,48	365	176,12
PT 05	B	17,68	150	70	0,3	0,03	365	11,20
	Sp	21,68	150	70	2	0,25	365	91,57
PP 01	C	17,92	200	70	2	0,28	240	66,36
	B	6,65	150	70	1	0,04	240	9,23
PP 02	C 1	25,51	200	70	2	0,39	240	94,46
	C 2	11,97	200	70	2	0,18	240	44,32
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 03	C	19,21	200	70	2	0,30	240	71,13
	B	6,84	150	70	1	0,04	240	9,50
PP 04	C 1	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	C 2	8,66	200	70	2	0,13	240	32,07
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 05	C	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 06	C	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 07	C	24,86	200	70	2	0,38	240	92,05
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 08	C	28,10	200	70	2	0,43	240	104,05
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 09	C	14,27	200	70	2	0,22	240	52,84
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 10	C	16,38	200	70	2	0,25	240	60,65
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86

SAN GIORGIO
INTERNATIONAL EQUESTRIAN CENTER

PP 11	C	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 12	C	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 13	C 1	17,10	200	70	2	0,26	240	63,32
	C 2	8,45	200	70	2	0,13	240	31,29
	B	5,66	150	70	1	0,03	240	7,86
PP 14	C	19,30	200	70	2	0,30	240	71,47
	B	6,69	150	70	1	0,04	240	9,29
PP 15	C	41,74	200	70	2	0,64	240	154,56
	B	6,29	150	70	1	0,04	240	8,73
PP 16	C	19,64	200	70	2	0,30	240	72,72
	B	6,46	150	70	1	0,04	240	8,97
PP 17	Ls	24,94	150	70	1	0,14	365	52,67
PP 18	Co1	63,00	100	70	2	0,49	365	177,39
PP 19	Co2	27,47	100	70	2	0,21	365	77,35
PP 20	Co3	51,45	200	70	8	3,18	365	1158,95
PP 21	Co4	60	100	70	2	0,46	365	168,94
PS 01	C	34,87	200	70	2	0,54	240	129,12
	B	5,91	150	70	1	0,03	240	8,21
PS 02	C	17,20	200	70	2	0,27	240	63,69
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 03	C	16,85	200	70	2	0,26	240	62,39
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 04	C	20,30	200	70	2	0,31	240	75,17
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 05	C	21,28	200	70	2	0,33	240	78,80
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 06	C	17,20	200	70	2	0,27	240	63,69
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 07	C	17,20	200	70	2	0,27	240	63,69
	B	6,23	150	70	1	0,04	240	8,65
PS 08	C	34,87	200	70	2	0,54	240	129,12
	B	5,91	150	70	1	0,03	240	8,21
PS 09	Co1	136,28	100	70	2	1,05	240	252,31
VANI SCALA		84,00	150	70	2	0,97	365	354,78
								14388,90

TABELLA 45 - VILLA BOCCONI, CONSUMI ILLUMINAZIONE



	ATTREZZATURE	P W	t h	E _{EEL,G} kWh	G	E _{EEL,A} kWh	
PT 01	FORNI	3000	2	6,00	365	2190,00	
	CONGELATORE	120	6	0,72	365	262,80	
	CELLA FRIGORIFERA	600	3	1,80	365	657,00	
	CAPPA ASPIRANTE	200	5	1,00	365	365,00	
	AFFETTATRICE	80	0,5	0,04	365	14,60	
	LAVASTOVIGLIE	4000	2,5	10,00	365	3650,00	
	PHON	1000	1	1,00	365	365,00	
	MACCHINA DEL CAFFE'	3000	7	21,00	365	7665,00	
	FRIGORIFERO	300	5	1,50	365	547,50	
	TOSTIERA	800	2	1,60	365	584,00	
	FORNETTO	1000	2	2,00	365	730,00	
	COMPUTER	120	16	1,92	365	700,80	
PT 02	COMPUTER STAMPANTE MULTIFUNZIONE	120	16	1,92	365	700,80	
	ASCENSORE	300	0,5	0,15	365	54,75	
	TELEVISORE 55"	3000	2	6,00	365	2190,00	
	RUTER WI FI	84	16	1,34	365	490,56	
PT 04	TELEVISORE 55"	5	24	0,12	365	43,80	
	TELEVISORE 55"	84	2	0,17	365	61,32	
	COMPUTER	120	1,5	0,18	365	65,70	
	COMPUTER STAMPANTE	120	9	1,08	365	394,20	
PT 05	COMPUTER	100	0,2	0,02	365	7,30	
	PHON	1000	0,5	0,50	365	182,50	
24 C	ASCIUGAMANI	1100	0,2	0,22	365	80,30	
	PHON	24	1000	0,5	12,00	240	2880,00
Co 03	TELEVISORE 22"	24	26	3	1,87	240	449,28
	COMPUTER	2	120	6	1,44	365	525,60
	RUTER WI FI		5	24	0,12	365	43,80
						25901,61	

TABELLA 46 - VILLA BOCCONI, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE

AUDITORIUM							
LOCALI	A m ²	E lux	η lum lm/W	τ h	E _{ILL,G} kWh	G	E _{ILL,A} kWh
FOYER	112,00	200	24	4	10,08	240	2419,20
BAGNI	10,00	150	70	0,5	0,03	240	6,94
DISIMPEGNI	18,00	100	100	4	0,19	240	46,66
SALA CONFERENZE	210,00	200	100	4	4,54	240	1088,64
ZONA ESPOSITIVA	285,00	300	100	4	9,23	240	2216,16
							5777,60

TABELLA 47 - AUDITORIUM, CONSUMI ILLUMINAZIONE

ATTREZZATURE		P W	τ h	E _{EL,G} kWh	G	E _{EL,A} kWh
FOYER	COMPUTER	120	12	1,44	240	345,60
	STAMPANTE MULTIFUNZIONE	478	0,1	0,05	240	11,47
	ASCENSORE	3000	1	3,00	240	720,00
	TELEVISORE 55"	84	12	1,01	240	241,92
	RUTER WI FI	5	24	0,12	240	28,80
S.C.	PROIETTORE	200	1,5	0,30	240	72,00
	COMPUTER	120	12	1,44	240	345,60
Z.E.	PROIETTORE	200	1,5	0,30	240	72,00
	COMPUTER	120	12	1,44	240	345,60
	TELEVISORE 55"	84	12	1,01	240	241,92
						2424,91

TABELLA 48 - AUDITORIUM, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE



SCUDERIE

LOCALI	A m ²	E lux	η_{lum} lm/W	τ h	E _{ILL,G} kWh	G	E _{ILL,A} kWh
CORRIDOIO	487,00	100	100	3	3,94	365	1439,82
CURA DEL CAVALLO	135,00	200	70	4	4,17	365	1520,49
INGRESSO-SCALE	49,00	150	100	3	0,60	200	119,07
AULE DIDATTICHE	116,00	500	100	3	4,70	200	939,60
BAGNI	15,00	150	70	0,5	0,04	200	8,68
							4027,65

TABELLA 49 - SCUDERIE, CONSUMI ILLUMINAZIONE

	ATTREZZATURE	P W	τ h	E _{EL,G} kWh	G	E _{EL,A} kWh
C.C.	LAMPADA ASCIUGATURA	4000	2	8,00	300	2400,00
	IDROMASAGGIO AD OZONO	700	2	1,40	300	420,00
AULE DID.	ASCENSORE	3000	1	3,00	240	720,00
	RUTER WI FI	5	24	0,12	240	28,80
	PROIETTORE	2	200	1,5	240	144,00
	COMPUTER	2	120	6	240	345,60
	TELEVISORE 55"	2	84	2	0,34	240
						4139,04

TABELLA 50 - SCUDERIE, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE

CAMPO COPERTO

LOCALI	A m ²	E lux	η_{lum} lm/W	τ h	E _{ILL,G} kWh	G	E _{ILL,A} kWh
CAMPO	497,00	300	135	4	11,93	365	4353,72
TRIBUNE	110,00	150	135	4	1,32	365	481,80
							4835,52

TABELLA 51 - CAMPO COPERTO, CONSUMI ILLUMINAZIONE

CENTRO IPPICO								
LOCALE	A m ²	E lux	η_{lum} lm/W	τ h	E _{ILL,G} kWh	G	E _{ILL,A} kWh	
PIANO 0	AMMINISTRAZIONE	125,00	150	100	3	1,52	150	227,81
	SEGRETERIA	30,00	200	70	4	0,93	150	138,86
	BIGLIETTERIA	25,00	150	100	4	0,41	150	60,75
	GUARDAROBA	57,00	500	100	4	3,08	150	461,70
	SICUREZZA	25,00	150	70	4	0,58	150	86,79
	SPOGLIATOI	32,00	150	100	8	1,04	150	155,52
	SCALE	52,60	150	70	2	0,61	150	91,30
	SPAZI SERVIZIO	114,00	100	100	1	0,31	150	46,17
	HALL	945,00	200	135	4	15,12	150	2268,00
PIANO -1	SPAZI RISTORO	1240,00	300	100	4	40,18	150	6026,40
	CUCINA	87,00	300	100	7	4,93	150	739,94
	DEPOSITI	51,50	100	100	1	0,14	150	20,86
	BAR	53,50	300	100	7	3,03	150	455,02
	SPOGLIATOI	32,00	150	100	0,5	0,06	150	9,72
	SCALE	52,60	150	70	2	0,61	150	91,30
	BAGNI	166,80	100	70	4	2,57	150	386,02
	SALA BRIEFING	255,00	500	70	4	19,67	150	2950,71
	SPAZI SERVIZIO	152,70	100	100	1	0,41	150	61,84
PIANO -2	SPOGLIATOI	428,35	150	70	8	19,83	150	2973,97
	CONTROLLI SAN.	140,00	200	70	8	8,64	150	1296,00
	SPAZI SERVIZIO	212,20	100	100	1	0,57	150	85,94
	LOCALE IMPIANTI	386,60	100	100	0,2	0,21	150	31,31
	PARTERRE/HALL	372,00	200	70	4	11,48	150	1721,83
	CAMPI GARA	4190,90	300	135	3,5	88,01	150	13201,34
	TRIBUNE	2310,00	150	135	3,5	24,26	150	3638,25
	LOCALI GIURIA	175,00	300	100	3,5	4,96	150	744,19
	MAGAZZINI	496,50	100	100	1	1,34	150	201,08
	SCALE	52,60	150	100	2	0,43	150	63,91
	ACCESSI	810,00	100	135	4	6,48	150	972,00
							39208,52	

TABELLA 52 - CENTRO IPPICO, CONSUMI ILLUMINAZIONE



	ATTREZZATURE	P	τ	$E_{EL,G}$	G	$E_{EL,A}$	
		W	h	kWh		kWh	
PIANO 0	COMPUTER	6	120	12	8,64	150	1296,00
	STAMPANTE	3	100	0,5	0,05	150	7,50
	ASCENSORE	1	5000	2	10,00	150	1500,00
	SCHERMI 55"	6	84	12	1,01	150	151,20
	RUTER WI FI	4	5	12	0,06	150	9,00
	PHON	2	1000	1	1,00	150	150,00
PIANO -1	FORNI		3000	2	6,00	150	900,00
	CONGELATORE		120	6	0,72	150	108,00
	CELLA FRIGORIFERA		600	3	1,80	150	270,00
	CAPPA ASPIRANTE		200	5	1,00	150	150,00
	AFFETTATRICE		80	0,5	0,04	150	6,00
	LAVASTOVIGLIE		4000	2,5	10,00	150	1500,00
	PHON	2	1000	0,5	0,50	150	75,00
	MACCHINA DEL CAFFE'		3500	8	28,00	150	4200,00
	FRIGORIFERO		300	5	1,50	150	225,00
	TOSTIERA		800	2	1,60	150	240,00
	FORNETTO		1000	2	2,00	150	300,00
	COMPUTER	2	120	12	1,44	150	216,00
	PROIETTORE	2	200	1	0,20	150	30,00
	COMPUTER	2	120	12	1,44	150	216,00
	SCHERMI 55"	2	84	12	1,01	150	151,20
P -2	COMPUTER	6	120	12	1,44	150	216,00
	SCHERMI 55"	2	84	12	1,01	150	151,20
	PHON	12	1000	1	1,00	150	150,00
						12218,10	

TABELLA 53 - CENTRO IPPICO, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE

IMPIANTI VILLA BOCCONI									
VENTILAZIONE MECCANICA			P W	P _T W	τ h	E _{VENT,G} W	G	E _{VENT,A} kWh	
VENTILATORI	140	1	65	65	24	1,56	365	569,40	
	540	5	165	825	24	19,80	365	7227,00	
	910	2	225	450	24	10,80	365	2160,00	
	2270	1	450	450	24	10,80	365	2160,00	
DEUMIDIFICATORI	20,1	1	340	272	1596	-	-	434,11	
	87,2	5	1450	5800	1596	-	-	9256,80	
	164	2	2450	3920	1596	-	-	6256,32	
	330	1	4900	3920	1596	-	-	6256,32	
									34319,95
CLIMATIZZAZIONE ACS		Q _t kW	Q _{t,rec} kW	Q _{PDC} kW	C.O.P. E.E.R	P _{PDC} kW	τ h	G	E _{COND,A} kWh
PDC	RISCALDAMENTO	31,93	-	33,60	5,51	5,75	24	182	25116,00
	ACS INVERNO	23,10	-	24,70	5,51	4,19	24	182	18301,92
	RAFFRESCAMENTO	31,93	30%	33,60	5,51	5,75	24	183	25254,00
	ACS ESTATE	23,10	13,52	26,20	5,44	2,49	24	183	10936,08
									79608,00

TABELLA 54 - VILLA BOCCONI, CONSUMO IMPIANTI

IMPIANTI CENTRO IPPICO									
VENTILAZIONE MECCANICA			P _R W	P _P W	τ h	E _{VENT,G} W	G	E _{VENT,A} kWh	
VEN.	2270	1	450	450	24	10,80	150	1620,00	
	2270	1	450	450	24	10,80	150	1620,00	
D.	330	1	4900	3920	650	-	-	2548,00	
									5868,00
CLIMATIZZAZIONE ACS		Q _t kW	Q _{t,rec} kW	Q _{PDC} kW	C.O.P. E.E.R	P _{PDC} kW	τ h	G	E _{COND,A} kWh
PDC	RISCALDAMENTO	28,00	-	33,60	5,51	5,08	24	70	8537,21
	ACS INVERNO	20,00	-	24,70	5,51	3,63	24	70	6098,01
PDC	RAFFRESCAMENTO	28,00	30%	33,60	5,51	5,08	24	71	8659,16
	ACS ESTATE	20,00	11,60	26,20	5,44	2,13	24	71	3629,52
									26923,90

TABELLA 55 - CENTRO IPPICO, CONSUMO IMPIANTI



LOCALI	EILL,A kWh	EEL,A kWh	ECOND,A kWh	EVENT,A kWh	ETOT,A kWh
VILLA BOCCONI	14388,90	25901,61	79608,00	34319,95	154218,46
AUDITORIUM	5777,60	2424,91	-	1404,00	9606,51
SCUDERIE	4027,65	4139,04	-	370,11	8536,80
CAMPO COPERTO	4835,52	-	-	-	4835,52
CENTRO IPPICO	39208,52	12218,10	26923,90	5868,00	84218,52
	68238,20	44683,66	106531,90	41962,06	261415,82

TABELLA 56 - CONSUMO GLOBALE DI ENERGIA ELETTRICA

Dopo tale analisi è possibile stimare il risparmio in termini di consumo di energia elettrica.

Energia elettrica prodotta	Energia elettrica consumata	Percentuale di risparmio
262044,41 kWh	261415,82 kWh	100 %

TABELLA 57 - RISPARMIO DI ENERGIA ELETTRICA

È possibile quindi fare una stima economica sul risparmio e sul rientro dell'investimento.

Nella tabella sotto riportata sono inseriti i dati per la valutazione della spesa economica da sostenere per il consumo dell'energia elettrica.

Nella prima colonna si riportano gli anni, 30, di vita dell'impianto fotovoltaico; nella seconda è inserito il costo della corrente elettrica ipotizzando un aumento annuo del 5%.

La tabella è poi stata divisa in due parti: nella prima si riporta il caso di spesa senza l'installazione dell'impianto fotovoltaico, nella seconda la spesa dell'impianto.

Analizziamo il caso dei consumi con l'impianto fotovoltaico.

Per gli impianti a film sottile in telloruro di cadmio la spesa iniziale per i soli moduli e cablaggi, è indicativamente di 1.738,09 €/kWp. Si suppone un totale di 436.259,52 € (prezzi di listino First Solar), avendo installato 2950 pannelli con 0,085 kWp. Tale spesa viene spalmata in 20 anni.

La manutenzione e l'assicurazione incidono entrambi circa l'1% annuo.

Ne deriva una spesa annua di 43.574,97 €.

Si ipotizza la rateizzazione in 20 anni con tasso agevolato del 2,5% della somma di 436.259,52 €. Ciò comporta una spesa finale di 559.696,60 € composta per 123.436,60 € da interessi. Ne consegue che la rata annua da pagare è di 27.984,83 €.

Alla luce di tali dati, in base alle somme riportate in tabella per la spesa annua di corrente elettrica senza impianto fotovoltaico, il rientro dell'investimento è ipotizzabile in 11 anni e qualche mese (spesa totale energia elettrica in 11 anni pari a 557.081,84 €).

È possibile così calcolare un risparmio economico nei trent'anni, dettato dalla messa a regime dell'impianto.

Rispetto ai 2.605.224,87 € che si dovrebbero spendere per l'energia elettrica durante tale periodo, con la produzione dell'energia alternativa si scende ad una voce di spesa pari a 1.823.370,68 €, valutando un risparmio di 781.854,19 pari al del 30,01%.

	costo kWh di elettricità €/kWh	SENZA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		CON IMPIANTO FOTOVOLTAICO			
		energia consumata kWh	spesa annua elettricità €	energia prodotta kWh	rate mutuo impianto €	manutenzion e impianto €	Spesa annua totale €
1	0,150	261.415,82	39.212,37	262.044,41	27.984,83		27.984,83
2	0,158	261.415,82	41.172,99	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
3	0,165	261.415,82	43.231,64	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
4	0,174	261.415,82	45.393,22	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
5	0,182	261.415,82	47.662,88	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
6	0,191	261.415,82	50.046,03	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
7	0,201	261.415,82	52.548,33	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
8	0,211	261.415,82	55.175,75	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
9	0,222	261.415,82	57.934,53	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
10	0,233	261.415,82	60.831,26	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
11	0,244	261.415,82	63.872,82	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
12	0,257	261.415,82	67.066,46	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
13	0,269	261.415,82	70.419,79	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
14	0,283	261.415,82	73.940,78	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
15	0,297	261.415,82	77.637,82	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
16	0,312	261.415,82	81.519,71	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
17	0,327	261.415,82	85.595,69	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
18	0,344	261.415,82	89.875,48	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
19	0,361	261.415,82	94.369,25	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
20	0,379	261.415,82	99.087,71	262.044,41	27.984,83	43.574,97	71.559,80
21	0,398	261.415,82	104.042,10	262.044,41		43.574,97	43.574,97
22	0,418	261.415,82	109.244,20	262.044,41		43.574,97	43.574,97
23	0,439	261.415,82	114.706,41	262.044,41		43.574,97	43.574,97
24	0,461	261.415,82	120.441,74	262.044,41		43.574,97	43.574,97
25	0,484	261.415,82	126.463,82	262.044,41		43.574,97	43.574,97
26	0,508	261.415,82	132.787,01	262.044,41		43.574,97	43.574,97
27	0,533	261.415,82	139.426,36	262.044,41		43.574,97	43.574,97
28	0,560	261.415,82	146.397,68	262.044,41		43.574,97	43.574,97
29	0,588	261.415,82	153.717,57	262.044,41		43.574,97	43.574,97
30	0,617	261.415,82	161.403,44	262.044,41		43.574,97	43.574,97

Totale spesa 2.605.224,87

Totale spesa 1.823.370,68

TABELLA 58 - SPESE ENERGIA ELETTRICA E FOTOVOLTAICO



L'impatto ambientale

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico sulla struttura dei box temporanei, permette oltre ad un risparmio in termini economici, una riduzione di emissione in atmosfera di gas serra. In base alle emissioni di CO₂ per le differenti tecnologie di generazione elettrica, si possono valutare produzione e conseguente risparmio di emissioni sulla base di energia prodotta e consumata.

Per la produzione di energia con termoelettrico da gas si valutano 0,7 kgCO₂/kWh_{el}; per la tecnologia fotovoltaica 0,01 kgCO₂/kWh_{el}.

Consumi, produzione ed emissioni relative riportati in tabella.

PRELIEVO DALLA RETE senza impianto	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
261.415,82 kWh/anno	262.044,41 kWh/anno
182.991 kgCO ₂	2.620 kgCO ₂

TABELLA 59 - EMISSIONI DI CO₂

L'energia elettrica prodotta dall'impianto riduce di 70 volte l'emissione in atmosfera di anidride carbonica.

Con una riduzione di 5.411 tonnellate di CO₂ durante il suo ciclo di vita.

CAPITOLO 11
SERVIZI DI SUPPORTO



11.1 I PROCESSI DI INTERVENTO

Per quanto concerne i parcheggi per i van dei cavalli è stato realizzato un intervento che è andato a recuperare una zona del parco agricolo totalmente invasa da piante infestanti ed improduttiva. Si sono andati a realizzare 150 posti attrezzati con colonnine per la corrente e l'acqua e servizi igienici per i fruitori dell'area.



FIGURA 112 - AREA SCELTA PER L'ALLESTIMENTO DEL PARCHEGGIO VAN

I materiali

Visti i carichi che il terreno deve sopportare per il transito e la sosta di mezzi pesanti come i van per i cavalli, che assomigliano sempre più a case su ruote, si decise di utilizzare la terra battuta stabilizzata, costituita da ossidi organici e fibre polimeriche inerti, miscelate con gli scarti degli scavi derivati dal cantiere. Tale materiale sfrutta l'umidità del terreno per l'idratazione degli ossidi di cui è costituito, riducendone la porosità attraverso una reazione chimica che aumenta la compattezza e le proprietà meccaniche con un incremento della portanza e della durabilità all'usura.

Tale materiale essendo naturale garantisce la permeabilità del suolo, non altera il microclima dell'ambiente di posa e riduce i trasporti e lo smaltimento del materiale di risulta delle escavazioni.



FIGURA 113 - AREA SCELTA PER L'ALLESTIMENTO DEL PARCHEGGIO VAN

Il recupero ambientale

La formazione dei parcheggi contribuisce alla messa in dimora di nuove alberature autoctone.

Conclusioni

La predisposizione di un'area di sosta attrezzata, di adeguate dimensioni, totalmente isolata dagli spazi pubblici, evita il verificarsi di situazioni caotiche e spesso pericolose sia per gli uomini che per i cavalli, come spesso avviene durante le manifestazioni equestre, dove pubblico, addetti, atleti, animali e mezzi hanno a disposizione gli stessi percorsi.



FIGURA 114 – ESEMPIO DI CATTIVA DISTRIBUZIONE DEI PERCORSI

BIBLIOGRAFIA

Calzini Raffaele; Paolo Vietti Violi; Ed. L'archivio Internazionale; Ginevra 1932.

Piantanida Sandro; La caccia a cavallo nel milanese; Società milanese per la caccia a cavallo; Milano 1957.

Powell Christopher; Stable and stable blocks; Shire Publications Ltd; 1941.

Antonio Checchi; Scuderie: guida per la progettazione e la costruzione; Edagricole, Edizioni Agricole; 1992.

Grecchi Manuela; Dispense de
I Corso di Recupero e Conservazione degli edifici.

Grecchi Manuela, Malighetti Laura Elisabetta; Ripensare il costruito; Maggioli Editore; Rimini; 2008.

Malighetti Laura Elisabetta; Recupero edilizio: strategie per il riuso e tecnologie costruttive; Il sole 24 ore; Milano; 2011.

Pisani Marco Andrea; Consolidamento delle strutture guida ai criteri, ai materiali ed alle tecniche più utilizzati; Ed. Ulrico Hoepli; Milano; 2009

L' edilizia per lo sport e lo spettacolo, quaderni del manuale di progettazione edilizia, Hoepli; Milano 2004.

Giovanni Brandizzi, Enrico Carbone; Edilizia per lo sport : palestre, piscine, palasport, stadi, complessi polisportivi, centri fitness, impianti all'aperto, impianti specialistici; UTET, Torino; 2004.

Aste Niccolò; Il fotovoltaico in architettura : l'integrazione dei sistemi per la generazione di elettricità solare : nuovo conto energia : schede tecniche di componenti e sistemi normativi; ed. Esselibri-Simone; Napoli; 2008.

Piazza Maurizio, Tomasi Roberto, Modena Roberto; Strutture in legno: Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee; Ed. Ulrico Hoepli; Milano; 2009;

Philip Jodidio; Wood Architecture Now! Vol. 1, Taschen; 2011.

Virginia McLeod; Dettagli di architettura in legno; Logos; 2010.

Michel Collin, Arnie Saelen; Atlante di architettura del paesaggi; Logos; 2008.

Federico M. Butera; Architettura e ambiente, manuale per il controllo della qualità termica, luminosità e acustica; Etas Libri; 1995.

Balmori Diana; Tra fiume e città. Paesaggi, progetti, principi; Bollati Boringhieri ; 2009.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 - IMMAGINE AEREA IDENTIFICAZIONE POLI ATTRATTORI	10
FIGURA 2 - AREA PARCO DEL TICINO	11
FIGURA 3 - CLASSIFICAZIONE AREE PARCO	12
FIGURA 4 - AREE DI SORVOLO	13
FIGURA 5 - UBICAZIONE DELLE CENTRALINE DI MONNITORAGGIO ACUSTICO DELL'AEROPORTO	23
FIGURA 6 - TRACCIATI RADAR DI UNA GIORNATA AEROPORTUALE TIPO	24
FIGURA 7 - UBICAZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE	25
FIGURA 8 - EX SCUDERIA FELLI	30
FIGURA 9 - INDIVIDUAZIONE EX PROPRIETA' BOCCONI	31
FIGURA 10 - CONFRONTO CAMPO VISIVO CAVALLO-UOMO	57
FIGURA 11 - ZONE VISIBILI E ZONA CIECHE	57
FIGURA 12 - VISIONE DEL CAVALLO IN FASE DI AVVICINAMENTO ALL'OSTACOLO	57
FIGURA 13 - POSIZIONE INCAPPUCCIATA E POSIZIONE NORMALE	58
FIGURA 14 - CONFRONTO SPETTRO VISIVO CAVALLO-UOMO	58
FIGURA 15 - TABELLA INDICATIVA PER LA VALUTAZIONE SULLO STATO DI NUTRIZIONE DEL CAVALLO	61
FIGURA 16 - IMMAGINE AEREA PRATONI DEL VIVARO, ROMA	64
FIGURA 17 - CAMPI ALL'APERTO CENTRO EQUESTRE PRATONI DEL VIVARO	64
FIGURA 18 - AREZZO EQUESTRIAN CENTRE, VEDUTE AEREE	65
FIGURA 19 - CENTRO EQUESTRE RIVIERA HORSES, VEDUTA AEREA	66
FIGURA 20 - CAMPO COPERTO CENTRO EQUESTRE RIVIERA HORSES	66
FIGURA 21 - CENTRO DI EQUITAZIONE AL.CLE MANERBIO	67
FIGURA 22 - CAMPO COPERTO CENTRO DI EQUITAZIONE AL.CLE MANERBIO	67
FIGURA 23 - LOS ANGELES EQUESTRIAN CENTER	68
FIGURA 24 - PIANTA ARENA COPERTA ED IMPIANTI SCOPERTI	68
FIGURA 25 - INDIVIDUAZIONE DEI MAGGIORI CENTRI EQUESTRI IN PROVINCIA DI VARESE	71
FIGURA 26 - MUSTONATE EQUESTRIAN CENTR, CAMPI DI ALLENAMENTO	72
FIGURA 27 - MUSTONATE EQUESTRIAN CENTRE, SCUDERIE	72
FIGURA 28 - PARCO SAN GIORGIO ZONA FILTRO	80
FIGURA 29 - RELAZIONE TRA RECUPERO E NUOVA EDIFICAZIONE	81
FIGURA 30 - RAPPORTO VISIVO VILLA - PARCO	81
FIGURA 31 - VILLA BOCCONI, SCUDERIE	85
FIGURA 32 - PETTING FARM, 70F ARCHITECTURE	86
FIGURA 33 - CAMPO COPERTO VILLA BOCCONI, RENDER	87
FIGURA 34 - SHEEPSTABLE, 70F ARCHITECTURE	87
FIGURA 35 - CANTINE ANTINORI, RENDER	89
FIGURA 36 - CANTINE ANTINORI, RENDER INSERIMENTO AMBIENTALE	89
FIGURA 37 - INTERNATIONAL EQUESTRIAN CENTRE SAN GIORGIO, RENDER INTERNO	90
FIGURA 38 - CALIFORNIA ACCADEMY OF SCIECES, RENZO PIANO	90
FIGURA 39 - STADE EQUESTRE DU GRAND PARQUET, FONTAINEBLEAU, TRIBUNE ESTERNE	91
FIGURA 40 - STADE EQUESTRE DU GRAND PARQUET, FONTAINEBLEAU, INGRESSO AL CAMPO	91
FIGURA 41 - PARCO SAN GIORGIO, STRUTTURA FOTOVOLTAICO	91
FIGURA 42 - PUTRELLA IN VISTA	96
FIGURA 43 - RUGGINE IN AFFIORAMENTO	96
FIGURA 44 - RINFORZO SOLAIO CON RETE FRP	106
FIGURA 45 - RINFORZO MURATURA CON RETE GFRP	109
FIGURA 46 - AEROGEL INGRANDIMENTO	111
FIGURA 47 - MATERAZZINO TERMOISOLANTE IN AEROGEL	112
FIGURA 48 - ISOLAMENTO TERMICO	112
FIGURA 49 - GHIAIA IN VETRO CELLULARE	113
FIGURA 50 - ISOLAMENTO ACUSTICO	114
FIGURA 51 - SUPERFICI PER CALCOLO AEROILLUMINANTE, CAMERA TIPO	118
FIGURA 52 - TIPOLOGIA DI SOLAI E PARETI PER CAMERA TIPO	128
FIGURA 53 - BILANCIO TERMICO	138
FIGURA 54 - CURVE DI BENESSERE TERMICO PER VARIE TIPOLOGIE DI IMPIANTO	150
FIGURA 55 - DIREZIONE DELLA CESSIONE DI CALORE PER IRRAGGIAMENTO	151
FIGURA 56 - TIPOLOGIA DI PAVIMENTO	152
FIGURA 57 - RELAZIONE TRA TEMPERATURA DI MANDATA E TEMPERATURA MEDIA LOGARITMICA	153
FIGURA 58 - SCHEMA PER LA PRODUZIONE DI ACS CON ACCUMULO	156
FIGURA 59 - VOLUME DEL BOLLITORE IN RAPPORTO AL CONSUMO DI ACS IN FUNZIONE DI TPU/TPR	158
FIGURA 60 - POTENZA DELLO SCAMBIATORE IN RAPPORTO AL VOLUME DEL BOLLITORE IN FUNZIONE DI TPR	158
FIGURA 61 - SISTEMA DI VENTILAZIONE A DOPPIO FLUSSO	161
FIGURA 62 - BOCCHETTE DI MANDATA E RIPRESA ARIA INTERNA	166
FIGURA 63 - BOCCHETTE DI APPROVIGIONAMENTO E ESPULSIONE ARIA ESTERNA	167
FIGURA 64 - SCHEMA DI IMPIANTO A POMPA DI CALORE	168
FIGURA 65 - FUNZIONAMENTO IMPIANTO IN FASE DI RISCALDAMENTO	169
FIGURA 66 - FUNZIONAMENTO IMPIANTO IN FASE DI RAFFRESCAMENTO	169
FIGURA 67 - SCHEDA TECNICA POMPA DI CALORE PER LA CLIMATIZZAZIONE	171
FIGURA 68 - SCHEDA TECNICA POMPA DI CALORE PER LA PRODUZIONE DI ACS	172
FIGURA 69 - SONDA CON TUBO A U PER LO SCAMBIO DI ENERGIA TERMICA CON IL TERRENO	173

FIGURA 70 - CONNETTORE DELLA SONDA GEOTERMICA ALL'IMPIANTO A POMPA DI CALORE	174
FIGURA 71 - SISTEMA DI COLLEGAMENTO CON COLLETTORE	174
FIGURA 72 - EVOLUZIONE CAMPO GARA	187
FIGURA 73 - DRESSAGE	188
FIGURA 74 – CONCORSO IPPICO	188
FIGURA 75 - CROSS	189
FIGURA 76 - VISIBILITÀ DALLE TRIBUNE	190
FIGURA 77 - ZONE CARICO DA NEVE	193
FIGURA 78 - STRATIGRAFIA DELLA COOPERTURA	195
FIGURA 79 - SCHEMA STATICO	196
FIGURA 80 - SEZIONE DEL PANNELLO	196
FIGURA 81 - STRATIGRAFIA PANNELLO CLT	196
FIGURA 82 - VALORI DI RESISTENZA LEGNO LAMELLARE GL24H	201
FIGURA 83 - STRATIGRAFIA DELLA COOPERTURA	201
FIGURA 84 - SCHEMA DI COLLEGAMENTO DI CERNIERA ALL'APPOGGIO	206
FIGURA 85 - SCHEMA DI COLLEGAMENTO DI CERNIERA ALL'APICE	206
FIGURA 86 – VALORI DI RESISTENZA DELL'ACCIAIO PER SPINOTTI	206
FIGURA 87 – VALORI CARATTERISTICI DI RESISTENZA A TAGLIO PER UNIONE LEGNO-ACCIAIO A DUE PIANI DI TAGLIO	208
FIGURA 88 - SCHEMA PLINTO DI FONDAZIONE	209
FIGURA 89 – SISTEMA STRUTTURALE AD ARCHI	210
FIGURA 90 – SISTEMA DI FONDAZIONE	210
FIGURA 91 - LAYOUT DI CANTIERE	212
FIGURA 92 - BARACCA DI CANTIERE	213
FIGURA 93 - MOVIMENTAZIONE E POSIZIONAMENTO TRAVI IN LEGNO	213
FIGURA 94 - FASE DI CANTIERE – TRACCIAMENTO	216
FIGURA 95 - FASE DI CANTIERE – SCAVO	216
FIGURA 96 - FASE DI CANTIERE – GETTO MURI DI CONTENIMENTO	217
FIGURA 97 - FASE DI CANTIERE - GETTO TRIBUNE	217
FIGURA 98 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURE	218
FIGURA 99 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO ARCHI 1	218
FIGURA 100 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO ARCHI 2	219
FIGURA 101 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURA DI COPERTURA 1	219
FIGURA 102 - FASE DI CANTIERE – MONTAGGIO STRUTTURA DI COPERTURA 2	220
FIGURA 103 - FASE DI CANTIERE - SCAVO	220
FIGURA 104 - IL PARCO FOTOVOLTAICO	222
FIGURA 105 - TIPOLOGIE DI CELLE FOTOVOLTAICHE	223
FIGURA 106 - SCHEMA DELL'EFFETTO FOTOVOLTAICO ALL'INTERNO DELLA CELLA	224
FIGURA 107 - CELLA FOTOVOLTAICA IN FILM SOTTILE	224
FIGURA 108 - SCHEMA DI GENERATORE FOTOVOLTAICO	226
FIGURA 109 - IMPIANTO GRID CONNECTED	226
FIGURA 110 - IMPIANTO STAND ALONE	226
FIGURA 111 - MODULO FOTOVOLTAICO IN FILM SOTTILE	227
FIGURA 112 - AREA SCELTA PER L'ALLESTIMENTO DEL PARCHEGGIO VAN	241
FIGURA 113 - AREA SCELTA PER L'ALLESTIMENTO DEL PARCHEGGIO VAN	241
FIGURA 114 – ESEMPIO DI CATTIVA DISTRIBUZIONE DEI PERCORSI	242

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - UTILIZZO SUOLO COMUNALE	14
TABELLA 2 - DOTAZIONI DELLE SCUDERIE DI CASORATE SEMPIONE	17
TABELLA 3 - BILANCIO DEMOGRAFICO	20
TABELLA 4 - LIVELLO INQUINAMENTO ACUSTICO	22
TABELLA 5 - LIMITI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE	22
TABELLA 6 - DESTINAZIONI D'USO AMMESSE PER LE AREE INTORNO AGLI AEROPORTI	23
TABELLA 7 - COEFFICIENTI LIMINARI	48
TABELLA 8 - CENTRI IPPOTERAPICI ASSOCIATI ANIRE IN LOMBARDIA	74
TABELLA 9 - CENTRI IPPOTERAPICI PER POPOLAZIONE IN LOMBARDIA	75
TABELLA 10 - VALORI MASSIMI DI TRASMITTANZA AMMESSI DALLA NORMATIVA	122
TABELLA 11 - COEFFICIENTI LIMINARI DA NORMATIVA	122
TABELLA 12 - CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI IN BASE ALLA DESTINAZIONE D'USO	127
TABELLA 13 - VALORI MINIMI DI ISOLAMENTO ACUSTICO	127
TABELLA 14 - VALORI DI ISOLAMENTO ACUSTICO CALCOLATI	129
TABELLA 15 - FATTORI DI RISCIO INCENDIO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE DEL COMPARTO	130
TABELLA 16 - FATTORI DI RISCIO INCENDIO IN FUNZIONE DEL TIPO DI ATTIVITÀ	130
TABELLA 17 - FATTORI DI RISCIO INCENDIO IN FUNZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE	131
TABELLA 18 - CARICO D'INCENDIO PER ATTIVITÀ	131
TABELLA 19 - CLASSI DI RESISTENZA PER IL LIVELLO III	132
TABELLA 20 - CLASSI DI RESISTENZA PER COMPARTIMENTO	132
TABELLA 21 - VELOCITÀ DI CARBONIZZAZIONE	132
TABELLA 22 - MINIMI INDEROGABILI DI CLASSE	133
TABELLA 23 - VERIFICA VIE DI FUGA	134
TABELLA 24 - GIORNI DI RISCALDAMENTO	140
TABELLA 25 - SUDDIVISIONE IN ZONE TERMICHE	140
TABELLA 26 - VOLUMI D'ARIA PER VENTILAZIONE	142
TABELLA 27 - MACCHINE VCM CON SCAMBIATORE DI CALORE E RENDIMENTI	142
TABELLA 28 - RECUPERATORI DI CALORE INSTALLATI	143
TABELLA 29 - APPORTI INTERNI	144
TABELLA 30 - CONSUMO DI ACS NEL PERIODO DI PUNTA	157
TABELLA 31- DATI TEORICI DI PROGETTO	163
TABELLA 32- VERIFICA CONDIZIONI ARIA DI VENTILAZIONE	163
TABELLA 33- DATI TEORICI DI PROGETTO	164
TABELLA 34- VERIFICA CONDIZIONI ARIA DI VENTILAZIONE	164
TABELLA 35 - DEUMIDIFICATORI PER ARIA DI VENTILAZIONE	165
TABELLA 36 - VALORI DI TEMPERATURA E UMIDITÀ ARIA DI IMMISSIONE	166
TABELLA 37 - RESA DELLE SONDE GEOTERMICHE A DOPPIA U	175
TABELLA 38 - COEFFICIENTI DI FORMA	192
TABELLA 39 - CARICHI ACCIDENTALI PER DIVERSE CATEGORIE DI EDIFICIO	194
TABELLA 40 - APPOGGI PANNELLI IN CLT	196
TABELLA 41 - PARAMETRI DEL MATERIALE CLT	197
TABELLA 42 - CARICHI APPLICATI AL SOLAIO	197
TABELLA 43 - VALORI DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE	202
TABELLA 44 - PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	228
TABELLA 45 - VILLA BOCCONI, CONSUMI ILLUMINAZIONE	230
TABELLA 46 - VILLA BOCCONI, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE	231
TABELLA 47 - AUDITORIUM, CONSUMI ILLUMINAZIONE	232
TABELLA 48 - AUDITORIUM, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE	232
TABELLA 49 - SCUDERIE, CONSUMI ILLUMINAZIONE	233
TABELLA 50 - SCUDERIE, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE	233
TABELLA 51 - CAMPO COPERTO, CONSUMI ILLUMINAZIONE	233
TABELLA 52 - CENTRO IPPICO, CONSUMI ILLUMINAZIONE	234
TABELLA 53 - CENTRO IPPICO, CONSUMI ATTREZZATURE ELETTRICHE	235
TABELLA 54 - VILLA BOCCONI, CONSUMO IMPIANTI	236
TABELLA 55 - CENTRO IPPICO, CONSUMO IMPIANTI	236
TABELLA 56 - CONSUMO GLOBALE DI ENERGIA ELETTRICA	237
TABELLA 57 - RISPARMIO DI ENERGIA ELETTRICA	237
TABELLA 58 - SPESE ENERGIA ELETTRICA E FOTOVOLTAICO	238
TABELLA 59 - EMISSIONI DI CO ₂	239

ELENCO DELLE TAVOLE

TAVOLE DI ANALISI TERRITORIALE

TAV. 01- INQUADRAMENTO GENERALE
TAV. 02- ANALISI DEL VERDE
TAV. 03- DESTINAZIONI URBANISTICHE
TAV. 04- VERDE PER LO SPORT
TAV. 05- VIABILITA'
TAV. 06- FDOM TERRITORIALI

TAVOLE DI ANALISI STORICA

TAV. 07- EVOLUZIONE STORICA
TAV. 08- BENI ARCHITETTONICI

TAVOLE DI RILIEVO DELLO STATO DI FATTO

TAV. 09- PROSPETTI
TAV. 10- PROSPETTI
TAV. 11- PROSPETTI
TAV. 12- PIANTA PIANO TERRA
TAV. 13- PIANTA PIANO PRIMO
TAV. 14- PIANTA PIANO SOTTOTETTO
TAV. 15- PIANTA COPERTURE
TAV. 16- SEZIONE
TAV. 17- RILIEVO MATERICO
TAV. 18- RILIEVO DEL VERDE
TAV. 19- RILIEVO DEL DEGRADO
TAV. 20- RILIEVO DEL DEGRADO
TAV. 21- RILIEVO DEL DEGRADO
TAV. 22- FDOM DI RILIEVO

TAVOLE DI PROGETTO

TAV. 23- OBIETTIVI E FUNZIONI
TAV. 24- ANALISI DELLE FUNZIONI
TAV. 25- ANALISI DELLE FUNZIONI
TAV. 26- ANALISI DELL'AREA DI PROGETTO
TAV. 27- MASTERPLAN DI PROGETTO
TAV. 28- SDF-SDP CONFRONTO
TAV. 29- INSERIMENTO D'INSIEME PIANO TERRA
TAV. 30- INSERIMENTO D'INSIEME PIANO PRIMO

RECUPERO DI VILLA BOCCONI

TAV. 31- INQUADRAMENTO
TAV. 32- PIANTA PIANO TERRA
TAV. 33- PIANTA PIANO PRIMO
TAV. 34- PIANTA PIANO SOTTOTETTO
TAV. 34 BIS- RAFFRONTO (GIALLI E ROSSI)
TAV. 35- SEZIONE
TAV. 36- PIANTA STRUTTURALE
TAV. 37- PIANTA STRUTTURALE
TAV. 38- NODO
TAV. 39- NODO
TAV. 40- NODO
TAV. 41- NODO
TAV. 42- NODO
TAV. 43- FUNZIONI PIANO TERRA E PRIMO
TAV. 44- FUNZIONI PIANO SOTTOTETTO
TAV. 45- ANTINCENDIO PIANTE PIANO TERRA
TAV. 46- ANTINCENDIO PIANTE PIANO PRIMO E SOTTOTETTO
TAV. 47- ANTINCENDIO PIANTE COMPARTIMENTO TIPO
TAV. 48- BARRIERE ARCHITETTONICHE PIANO TERRA
TAV. 49- BARRIERE ARCHITETTONICHE PIANO PRIMO E SOTTOTETTO
TAV. 50- STRATIGRAFIE

LE SCUDERIE

TAV. 51- INQUADRAMENTO
TAV. 52- PIANTE PIANO TERRA
TAV. 53- PIANTE PIANO PRIMO
TAV. 54- PROSPETTO E SEZIONE

TAV. 55- PROSPETTO E SEZIONE
TAV. 56- RENDER
TAV. 57- RENDER
TAV. 58- RENDER
TAV. 59- RENDER

IL MANEGGIO COPERTO

TAV. 60- INQUADRAMENTO
TAV. 61- PIANTA E SEZIONE
TAV. 62- RENDER
TAV. 63- RENDER
TAV. 64- RENDER

AUDITORIUM E ZONA ESPOSITIVA

TAV. 65- INQUADRAMENTO
TAV. 66- PIANTA E PROSPETTI
TAV. 67- SEZIONE
TAV. 68- RENDER

NUOVO CENTRO PER L'EQUITAZIONE INTERNAZIONALE

TAV. 69- INQUADRAMENTO
TAV. 70- PIANTA PIANO 0
TAV. 71- PIANTA PIANO -1
TAV. 72- PIANTA PIANO -2
TAV. 73- PROSPETTO EST
TAV. 74- PROSPETTO EST CAMPO GARA
TAV. 75- PROSPETTO OVEST
TAV. 76- SEZIONE AA
TAV. 77- SEZIONE BB - SEZIONE CC
TAV. 78- NODO
TAV. 79- NODO
TAV. 80- RENDER
TAV. 81- RENDER
TAV. 82- RENDER
TAV. 83- RENDER
TAV. 84- CONFIGURAZIONE CAMPO OSTACOLI
TAV. 85- CONFIGURAZIONE CAMPO DRESSAGE

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento al nostro Relatore Prof. Ing. Arturo Montanelli, per averci consigliato e spronato nella redazione di questa tesi mettendo a nostra disposizione la propria esperienza e fornendoci spunti di riflessione importanti.

Un grazie particolare al nostro correlatore Ing. Amalia Vivian per la grande disponibilità e per i tanti utili suggerimenti.

*Sara Bartesaghi
Claudio Sinigaglia*

Desidero prima di tutto ringraziare la mia famiglia, i miei genitori, Pierangelo e Grazia, e mio fratello, Andrea, che con il loro incrollabile sostegno, morale ed economico, mi hanno permesso di raggiungere questo importante traguardo.

Ringrazio, il mio ragazzo, Claudio, nonché compagno di tesi, per avermi supportato e sopportato durante la stesura della tesi.

Infine ringrazio tutti i compagni di avventura di questi ultimi anni con cui ho condiviso tanti momenti di ansia, di preoccupazione, di gioia e divertimento.

Sara Bartesaghi

Il mio particolare ringraziamento va ai miei genitori che hanno creduto in me e mi hanno sempre spinto con entusiasmo verso la realizzazione dei miei sogni, con sostegno morale ed economico in questi anni.

Grazie alla mia sorellina Giulia per la gioia che mi ha sempre donato in questi anni, anche quando i nervi erano tesi per via delle giornate "no".

Un grazie di cuore alla mia ragazza Sara che mi accompagna con amore nella quotidianità e che mi ha accompagnato nella redazione di questa tesi, importante traguardo per le mie aspirazioni fin da bambino.

Grazie a Massimo per gli anni trascorsi insieme lontano da casa, vissuti con allegria e divertimento, condividendo questo duro percorso universitario "su a Lecco".

Grazie a Piero e Grazia per avermi accolto tante volte e avermi fatto sentire sempre a casa.

Grazie infine a tutti i compagni di corso che ho incontrato in questo lungo cammino e agli amici "a casa" che hanno saputo aspettarmi tante volte.

Claudio Sinigaglia