



# POLITECNICO DI TORINO

## COLLEGIO DI ARCHITETTURA

Corso di Laurea Magistrale in Architettura  
per il Progetto Sostenibile

A.A. 2021/2022

### CRITERI E PROGETTO PER LO SPAZIO PUBBLICO URBANO

#### LINEE GUIDA PER LA RIQUALIFICAZIONE DELLA ZONA INDUSTRIALE DI CALAMANDRANA

Relatrice  
**Prof.ssa Rossella Maspoli**

Candidato  
**Christian Patti**



*Alla mia famiglia*



## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>8</b>
<b>1. INQUADRAMENTO DEL COMUNE DI CALAMANDRANA</b>	<b>10</b>
1.1 Inquadramento storico	10
1.2 Inquadramento generale del contesto urbano	11
<b>2. INQUADRAMENTO DELLA ZONA INDUSTRIALE</b>	<b>14</b>
2.1 Inquadramento generale del sito	14
2.1.1 Analisi swot	19
2.2 Analisi dell'impatto paesaggistico	21
2.3 Studio solare	23
<b>3. INDIRIZZI PER LA QUALITÀ PAESAGGISTICA</b>	<b>27</b>
3.1 Linee guida Unesco in Piemonte	27
3.2 Strumenti urbanistici	31
3.3 Variante al P.R.G.C. di Calamandrana	33
3.4 Gestione del verde urbano	38
3.4.1 Carpino bianco ( <i>Carpinus betulus</i> )	42
3.4.2 Acero campestre ( <i>Acer campestre</i> )	43
3.4.3 Tiglio selvatico ( <i>Tilia cordata</i> )	44
3.4.4 Farnia ( <i>Quercus robur</i> )	45
3.4.5 Noce bianco ( <i>Juglans regia</i> )	46
3.4.6 Olmo campestre ( <i>Ulmus minor</i> )	47
3.4.7 Salice Rosso ( <i>Salix purpurea</i> )	48
3.4.8 Corniolo Sanguinello ( <i>Cornus sanguinea</i> )	49
3.4.9 Cornetta dondolina ( <i>Hippocrepis emerus</i> )	50
3.4.10 Biancospino ( <i>Crataegus monogyna</i> )	51
3.4.11 Prugnolo ( <i>Prunus spinosa</i> )	52
3.4.12 Pervinca minore ( <i>Vinca minor</i> )	53
3.4.13 Anemone dei boschi ( <i>Anemone nemorosa</i> )	54
<b>4. ESEMPI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE</b>	<b>55</b>
4.1 Cascina Val del Prete (CN)	56
4.2 Azienda Gioj Manifattura (AL)	57
4.3 Cantina Renato Ratti (CN)	58
4.4 Cantina Salcheto (SI)	59
4.5 Cantina la Raia (AL)	60
4.6 Cantina Michele Chiarlo (AT)	61
4.7 Complesso industriale a Campodarsego (PD)	62
4.8 Zona industriale di Mancasale (RE)	63
4.9 Complesso commerciale a San Bonifacio (VR)	64
4.10 Centrale termoelettrica a Trieste (TS)	65

<b>5.</b>	<b>LINEE GUIDA PER IL PROGETTO PAESAGGISTICO</b>	<b>67</b>
5.1	Stato di fatto	68
5.2	Modalità e criteri di intervento	77
5.3	Proposta di progetto	84
5.3.1	Zona 1	84
5.3.2	Zona 2	86
5.3.3	Zona 3	88
5.3.4	Zona 4	90
5.3.5	Zona 5	92
5.3.6	Zona 6	94
<b>6.</b>	<b>CASO STUDIO: LINEE GUIDA PER LA RIQUALIFICAZIONE E MITIGAZIONE PAESAGGISTICA DI UN FABBRICATO INDUSTRIALE</b>	<b>98</b>
6.1	Stato di fatto	99
6.2	Linee guida di intervento	103
6.3	Aree per sosta e parcheggio	104
6.3.1	Stato di fatto	104
6.3.2	Pavimentazioni permeabili	105
6.3.3	Componente verde	106
6.3.4	Proposta di progetto	108
6.4	Recinzione	113
6.4.1	Stato di fatto	113
6.4.2	Recinzioni a verde	114
6.4.3	Proposta di progetto	115
6.5	Pareti esterne	118
6.5.1	Stato di fatto	118
6.5.2	Indagine termometrica	120
6.5.3	Pareti verdi	137
6.5.4	Proposta di progetto	139
6.6	Copertura	155
6.6.1	Stato di fatto	155
6.6.2	Coperture verdi	159
6.6.3	Decreti attuativi	161
6.6.4	Proposta di progetto	164
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>179</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>181</b>
<b>9.</b>	<b>RINGRAZIAMENTI</b>	<b>185</b>



## INTRODUZIONE

La riqualificazione di uno spazio urbano presuppone un lavoro suddiviso in diversi momenti, che coniugano competenze e tecniche diverse. Dalla ricerca dei dati in una fase iniziale alla loro elaborazione, dalla progettazione fino all'effettiva realizzazione dell'opera, ogni passo deve essere affrontato con i giusti strumenti e competenze, con il fine di garantire una buona riuscita della prestazione che siamo tenuti a compiere.

Questo, e molto altro, è uno dei fondamenti appresi nel corso del mio percorso di studi, in particolare nell'ultimo periodo in cui ho intrapreso un ramo dell'architettura incentrato sulla sostenibilità, il quale mi ha consentito di acquisire e affrontare aspetti gestionali e progettuali in rapporto con il benessere ambientale, nonché con l'ambito economico e sociale.

Grazie all'apprendimento maturato in questi anni accademici, articolato tra atelier, workshop e i diversi corsi mono disciplinari, ho avuto la possibilità di sviluppare attraverso questa tesi di laurea una serie di linee guida e un progetto per un'area

produttiva situata all'interno dei confini di Calamandrana, una piccola cittadina della provincia di Asti, con lo scopo di promuovere una proposta per la riqualificazione di una zona all'interno del Comune in cui ho vissuto gran parte dei miei anni, fino all'inizio dell'esperienza universitaria. L'area interessata al progetto, come anticipato, è la zona industriale di Calamandrana, la quale risulta altamente impattante nel contesto territoriale in cui è collocata, ossia tra i paesaggi vitivinicoli del Piemonte facenti parte del Patrimonio dell'Umanità Unesco e che quest'ultimo descrive come *“Una eccezionale testimonianza vivente della tradizione storica della coltivazione della vite, dei processi di vinificazione, di un contesto sociale, rurale e di un tessuto economico basati sulla cultura del vino”*.

Per tale motivo, grazie alle conoscenze apprese in questi anni, ho deciso di intraprendere questo percorso con il fine di rendermi utile per il paese in cui sono cresciuto.



## 1. INQUADRAMENTO DEL COMUNE DI CALAMANDRANA

### 1.1 INQUADRAMENTO STORICO

Il territorio che oggi costituisce il Comune di Calamandrana fu abitato in passato da popolazioni di origine Celtica, sconfitti verso il 200 a.C. dai Romani; in seguito, dopo la caduta dell'Impero, il territorio passò a far parte dei possedimenti del Marchesato del Monferrato, per un limitato periodo di tempo (inizio XII secolo).

Si presume che il nome "Calamandrana" derivi da una quercia nana che in Piemonte viene chiamata *calamandrina*, poiché un tempo le colline erano coperte di boscaglie di olmi e querce. Infatti, in alcuni atlanti del Settecento il paese appare con il nome "Calamandrina".

Il territorio di Calamandrana fu un possesso di Bonifacio del Vasto, il quale lo destinò, in seguito, ai San Marzano di Canelli, sottomessosi poi ad Alessandria agli inizi del XIII secolo. Il dominio passò nel 1232 ad Asti per opera di Federico II e nel 1305 passò agli Asinari.

Nell'anno 1657 il paese venne concesso dal Duca di Mantova al Marchese Giovanni

Maria Piccolomini, mentre nel 1672 passò al conte mantovano Matteo Quinciani. Nel 1682 Francesco Maria Cordara divenne conte di Calamandrana e grazie a lui iniziarono i lavori per la costruzione del Castello che comprendeva l'antica Torre, visibile tutt'oggi.

Mentre il dominio della Casa Ducale di Mantova volgeva al declino, Casa Savoia si affermava su tutto il territorio piemontese.

Successivamente all'8 settembre 1943, data dello scioglimento dell'esercito italiano, a Calamandrana si rifugiarono parecchi soldati scappati dalle caserme. La popolazione e il



Figura 1. Fotografia storica del Castello di Calamandrana Alta e della sua antica Torre, simbolo del paese.

parroco, don Emilio Carozzi, diedero loro alloggio e li aiutarono.

Nel novembre dello stesso anno, a Calamandrana Alta venne a crearsi una formazione partigiana composta da oltre cento giovani che, a causa di rastrellamenti e perquisizioni, lasciarono il paese poco tempo dopo, spostandosi più in alto.

Verso la fine del 1945 i partigiani ritornarono, dato che dalla collina di Calamandrana Alta era possibile controllare in modo migliore sia Canelli che la strada per Nizza Monferrato. Ci si preparava così all'azione finale. In questa drammatica situazione venne anche incendiato il Municipio.

## 1.2 INQUADRAMENTO GENERALE DEL CONTESTO URBANO

Calamandrana è un piccolo paese della provincia di Asti, situato tra il Comune di Nizza Monferrato e quello di Canelli. Si suddivide in due aree: Calamandrana Alta e Calamandrana Bassa. La zona a nord, solcata dal torrente Belbo, è pressoché pianeggiante, mentre la zona a sud si presenta collinare e simile nell'aspetto ad alcune zone delle Langhe. Il Comune è composto da più centri abitati: il Quartino (Municipio), la Valle S.

Giovanni, la Chiesa Vecchia e i Bruciati. Il paese si estende su una superficie di 12,80 km<sup>2</sup> e conta una popolazione di circa 1800 abitanti.

Dal punto di vista dell'economia, il settore maggiormente presente è quello agricolo, con numerose aziende vivaistiche e vitivinicole, seppure, all'interno del territorio

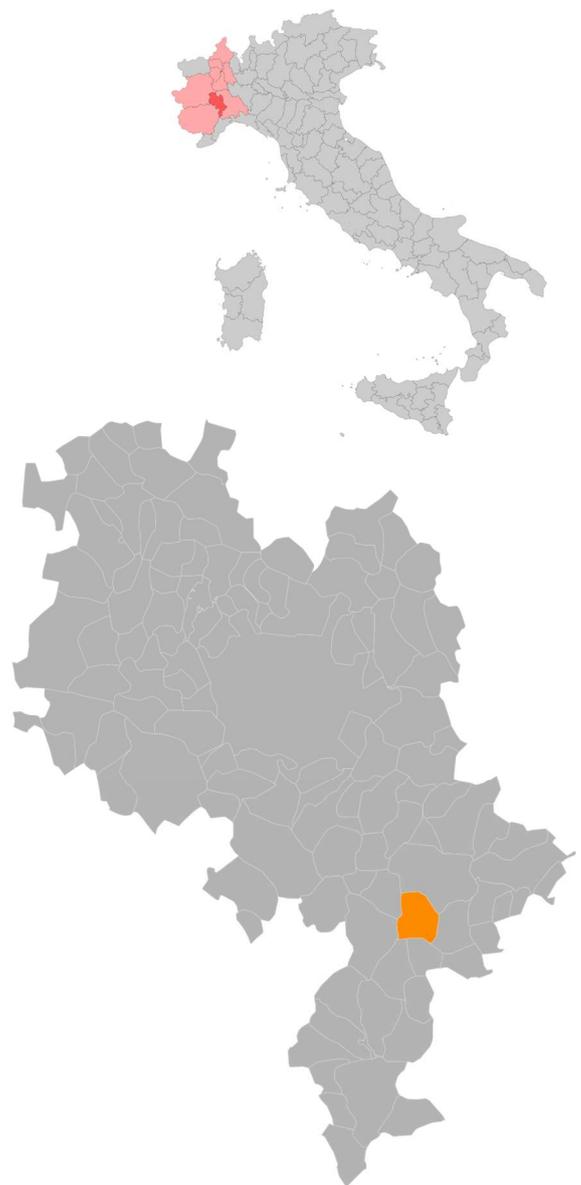


Figura 2. Individuazione del Comune di Calamandrana all'interno del territorio italiano.

comunale, siano insediate alcune fabbriche di rilevante importanza.

Calamandrana presenta una serie di architetture storiche: la Chiesa di San Giovanni alle Conche di epoca romanica, la quale, nel corso del tempo, ha subito diverse trasformazioni; la chiesa parrocchiale barocca della Concezione di Maria Vergine, eretta nell'area dell'antico borgo; il Castello, distrutto nel 1225 e ricostruito nel XIII secolo, unico rimasto dei sei esistenti sulle colline circostanti. Oggi, quest'ultimo, di proprietà privata, funge da abitazione. Per concludere con la serie di architetture, si

desidera citare, anche se di più recente costruzione rispetto alle altre (1954), un'altra chiesa parrocchiale, collocata nella parte bassa del paese e intitolata al Sacro Cuore, che si distingue per l'interessante tessitura muraria in mattoni e pietra.

Calamandrana può essere considerata un avamposto tra i territori delle Langhe e quelli del Monferrato. Con i suoi insediamenti produttivi, la pianura è il punto di forza di questo piccolo paese. Ma è addentrandosi nella zona collinare che, tra i boschi e i vigneti, l'escursionista può cogliere e osservare punti panoramici caratteristici,



Figura 3. Individuazione del Comune di Calamandrana all'interno del territorio.

oltre che a una fauna selvatica e ampi lembi boschivi caratterizzati principalmente da pioppi e carpini.

Il riconoscimento UNESCO avvenuto, come vedremo successivamente, nel giugno del 2014 per i territori di Langhe-Roero e Monferrato, di cui Calamandrana fa parte, è stato una straordinaria spinta per la crescita della domanda e dell'offerta turistica all'interno del paese, con l'aumento delle prenotazioni di posti letto in alberghi e agriturismi in modo particolare nei periodi primaverili ed estivi.

La vita nel paese è caratterizzata da diverse feste, fiere e festival durante l'intero arco dell'anno, anche se la maggior parte degli eventi si concentra soprattutto nella stagione estiva. Tra questi possiamo sicuramente citare la Festa patronale del Quartino e la Fiera del bestiame ad agosto, piuttosto che il Festival "Teatro e Colline" a luglio o il Raduno dei "Trifolau" a gennaio. Infine, tutti i sabati mattina presso la piazza della stazione ferroviaria è presente il "Mercato della Terra Amica", dove artigiani e agricoltori del territorio vendono i loro prodotti a km zero.



Figura 4. Collina di Calamandrana Alta.



Figura 5. Sede comunale di Calamandrana.



Figura 6. Piazza Garibaldi a Calamandra (parte bassa).

## 2. INQUADRAMENTO DELLA ZONA INDUSTRIALE

### 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

La zona industriale di Calamandrana è collocata tra il centro cittadino e il Comune di Canelli, ai piedi della collina alla cui sommità è situato il centro storico del paese (Calamandrana Alta).

Originariamente, questa porzione di territorio era destinata ad un uso prevalentemente agricolo, con terreni coltivati per la maggior

parte a frumento, oltre alla presenza di diverse aree destinate a prato per la produzione di fieno per il foraggiamento degli animali. Con lo sviluppo industriale avvenuto a partire dal secondo dopoguerra, il paesaggio ha subito notevoli trasformazioni, causate in prevalenza da una forte antropizzazione del territorio per effetto degli



Figura 7. Individuazione della zona industriale di Calamandrana all'interno del territorio.

insediamenti produttivi realizzati, provocando successivamente la riduzione della vegetazione originaria e generando un impatto negativo sull'ambiente, nella prospettiva di interventi attuati per il soddisfacimento delle esigenze sociali ed economiche. Con l'avvento di questi nuovi

complessi e con la progressiva scomparsa degli spazi vuoti, il confine tra quest'ultimi e l'antropizzato si materializzò attraverso recinzioni e nuovi corpi di fabbrica concepiti per una categoria esclusivamente produttiva, arrivando ad un nuovo modo di vivere e di percepire lo spazio urbano.

 Insediamenti produttivi operanti all'interno della zona industriale



Figura 8. Planimetria della zona industriale di Calamandrana con individuazione delle aziende operative.

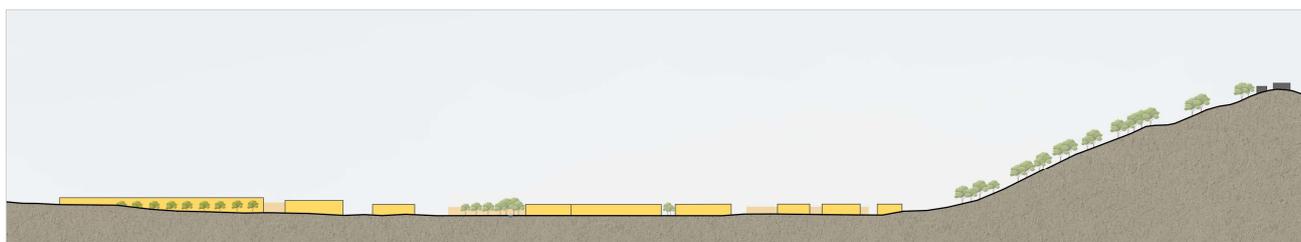


Figura 9. Sezione territoriale della zona industriale di Calamandrana con individuazione delle aziende operative.

Lo spazio pubblico, ovvero l'insieme dei luoghi frequentabili da tutti, è notevolmente ridotto, conseguentemente, di fatto, all'assenza di edifici a destinazione residenziale e di servizio agli addetti all'interno dell'area; questo, infatti, si limita alle strade, alle piste ciclabili e ad alcuni parcheggi, utilizzati principalmente dai dipendenti e dai clienti delle diverse aziende.

Da ormai diversi anni questo luogo è tema di discussione per l'ipotesi di una possibile riqualificazione sia paesaggistica che architettonica, in particolare da quando la zona di Langhe-Roero e Monferrato è entrata a far parte dei siti dichiarati Patrimonio dell'Umanità dall'Unesco. La superficie è percorsa dal Rio Molinello, un piccolo corso d'acqua che ha come funzione quella di raccogliere le acque di scolo della vallata, oltre a quella di presentarsi come corridoio verde ed attraversare buona parte della zona industriale, creando un collegamento vegetativo tra i vari punti della zona, fino ad affluire nel torrente Belbo.

Le aziende si presentano al momento tutte operative, con tipologie di produzioni che spaziano tra diversi ambiti, da lavorazioni meccaniche di precisione a produzione di macchine per lavorazioni di componenti



Figura 10. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 14/03/2021.



Figura 11. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 14/03/2021.



Figura 12. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 14/03/2021.

elettronici, dalla produzione di vini a servizi di copisteria e produzione grafica.

In particolare, l'azienda Siragusa S.r.l. si è dimostrata interessata al tema della riqualificazione di questa zona, rendendosi disponibile, nella successiva fase di realizzazione, di un progetto pilota per il complesso produttivo.

Attualmente, la zona industriale si sviluppa intorno ad una grande rotonda dalla quale si diramano tre strade molto trafficate nel quotidiano, essendo queste utilizzate come

rete di spostamento principale tra i Comuni limitrofi: quella in arancione (*Figura 13*), la SP592, collega i Comuni di Nizza Monferrato e Calamandrana con quelli di Canelli e Santo Stefano Belbo; quella in giallo, la SP43, collega quest'ultimi con i Comuni di Rocchetta Palafea e Bistagno. Nonostante il traffico sia molto intenso nelle ore di punta, questa rotatoria consente la fluidità e la sicurezza del traffico nel passaggio da una strada all'altra. Attualmente è in corso la realizzazione di una

SP 592    
  SP 43    
  Pista ciclabile    
  Linea ferroviaria dismessa



Figura 13. Individuazione della viabilità principale all'interno dell'area industriale di Calamandrana.

nuova pista ciclabile, passante per la zona industriale lungo l'intera lunghezza della SP592 (*Figura 13*), la quale, attraversando tale area, creerà una connessione tra i Comuni di Nizza Monferrato, Calamandrana e Canelli. Inoltre, è già presente un tratto di pista ciclabile, la quale, partendo dalla rotonda, percorre la SP43 fino ai confini comunali del paese.

Ai margini dell'area è situata una linea ferroviaria (tracciata in marrone sulla planimetria), la quale risulta in disuso da ormai diversi anni a causa di una dismissione dovuta al basso sfruttamento da parte dei cittadini, ma che, nel suo periodo di operatività, connetteva la stazione di Calamandrana con quelle di Nizza Monferrato e Canelli.

All'interno della zona, più precisamente in corrispondenza del primo fabbricato industriale (sulla sinistra) che si incontra arrivando dal centro cittadino sulla SP592, è locata l'Azienda Vitivinicola Michele Chiarlo (*Figura 14*), la quale, nel 2018, ha attuato un distintivo intervento di mitigazione attraverso l'utilizzo di un sistema di verde verticale in facciata che, attraverso l'inserimento di diverse tipologie vegetative integrate a elementi inseriti nella

struttura modulare esterna alla parete, consente all'edificio di inserirsi in maniera migliore all'interno del paesaggio circostante; tuttavia, il camouflage avviene solo su un lato dell'edificio (quello in corrispondenza della zona ingresso e del lato strada), limitandone l'impatto al solo fronte principale. Tuttavia, com'è stato possibile osservare e valutare nel corso dei sopralluoghi, la soluzione a verde utilizzata presenta una serie di problematiche, legate principalmente alla mancanza di svariati blocchi all'interno del sistema modulare e alla presenza di piante secche o non del tutto sviluppate in alcuni di quelli presenti. Nonostante ciò, l'idea di mitigazione proposta potrebbe rappresentare un possibile spunto per le altre realtà industriali all'interno del complesso produttivo.



*Figura 14. Cantina Michele Chiarlo. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 14/03/2021.*

### 2.1.1 ANALISI SWOT

Attraverso la raccolta dei dati seguita alle analisi e alle osservazioni scaturite dai sopralluoghi effettuati, è stato possibile ottenere un quadro generale della situazione da cui partire per il raggiungimento di un livello di dettaglio maggiore, con la valutazione degli aspetti ritenuti positivi e quelli reputati più svantaggiosi all'interno del sito. Per il raggiungimento di tale proposito, si è deciso di condurre un'analisi *swot*, attraverso la quale è possibile porre attenzione alle considerazioni che vengono a scaturirsi in seguito ai risultati ottenuti in funzione della fase decisionale.

L'incisività e l'efficacia di questa metodologia d'indagine dipendono dalla capacità di compiere una lettura completa di tutti i fattori individuati. È importante, quindi, appoggiarsi sui punti di forza smussando quelli che possono considerarsi difetti e allo stesso tempo massimizzare le opportunità riducendo quelli che possono essere i rischi e i pericoli.

È giusto ricordare che i punti di forza/debolezza sono riferiti a fattori interni al sito di studio, mentre le opportunità / minacce sono connesse al contesto esterno.

#### *PUNTI DI FORZA*

Il complesso industriale offre lavoro a un gran numero di abitanti, sia ai residenti del Comune di Calamandra che a persone provenienti dai paesi limitrofi, attraverso tipologie di lavoro abbastanza diversificate.

Si presenta come un nodo importante di collegamento tra i Comuni limitrofi e, essendo attraversata quotidianamente da un gran numero di vetture, diventa una parte di territorio praticata da un considerevole flusso veicolare giornaliero.

Sul confine del complesso è previsto il passaggio della nuova pista ciclabile, la quale conetterà i Comuni di Nizza Monferrato, Calamandrana e Canelli.

L'area non si trova a stretto contatto con il centro abitato del paese e non è visibile da quest'ultimo.

Si presenta, nel suo insieme, in un discreto stato conservativo.

## *DEBOLEZZE*

Si presenta come una zona di notevole impatto visivo, sia alla vista di coloro che la attraversano sia per coloro che la osservano dai declivi nel suo intorno. Risulta molto limitata la presenza di soluzioni riguardanti l'efficienza energetica, la diminuzione dell'impatto sull'ambiente e di altre strategie legate alla sostenibilità.

Sono presenti diversi edifici residenziali sui confini dell'area e di conseguenza uno stretto rapporto di prossimità con questo complesso industriale, privo di servizi dedicati e di opere di mitigazione.

## *MINACCE*

La crisi economica che ha colpito diversi settori industriali tende a privilegiare piccoli interventi di manutenzione, anche se meno efficaci, rispetto a interventi di maggiore rilevanza economica. Capita spesso che solo di fronte ad un'urgenza immediata si riescano ad avviare questi particolari interventi.

## *OPPORTUNITÀ*

Sviluppo di linee guida di intervento e adozione di tecniche di bioedilizia e bioarchitettura con l'attuazione di un progetto pilota relativo alla riqualificazione/mitigazione di una porzione dell'area con particolare attenzione ai singoli fabbricati industriali. Dal punto di vista sociale, la realizzazione di questi particolari interventi sul complesso produttivo potrebbe portare a valorizzare Calamandrana e la zona industriale, diventando un punto di riferimento per altri insediamenti simili e con problemi analoghi.

Sono da prospettare aiuti pubblici orientati su interventi mirati alla riqualificazione e mitigazione di queste classi di edifici, senza i quali, nella maggior parte dei casi, non verrebbero realizzati.

## 2.2 ANALISI DELL'IMPATTO PAESAGGISTICO

Durante la fase di studio del sito si è ritenuto necessario predisporre un'indagine più accurata in merito al rapporto che nel corso degli ultimi decenni si è venuto a creare tra la zona industriale e il paesaggio circostante; ragion per cui, attraverso dei sopralluoghi diretti, si è sviluppata l'analisi fotografica e percettiva considerando punti di vista diversi, sia all'interno del complesso sia da zone limitrofe a quest'area, perlopiù collinari, con l'intento di interpretare in maniera più accurata le particolarità dell'area e soprattutto del tipo di fabbricati che la caratterizzano. Pertanto, il sopralluogo ha dato la possibilità di individuare alcuni aspetti mirati, soprattutto fattori che, se non si fosse presenti sul posto, non si potrebbero percepire attraverso ricerche via web.

È possibile evincere come questo complesso di fabbricati abbia cambiato radicalmente l'identità del luogo, con l'inserimento di capannoni lungo le strade di collegamento, i quali vengono a formarsi intorno alla grande rotonda in centro al complesso, facendo quasi apparire che la zona industriale si sia venuta a creare attorno a questo elemento. Tuttavia, a differenza di altre zone industriali presenti



Figura 15. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 01/05/2021.



Figura 16. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 01/05/2021.



Figura 17. Zona industriale di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 01/05/2021.

nel territorio astigiano e alessandrino, l'area industriale di Calamandrana si presenta in discrete condizioni di conservazione, con la presenza di tentate manovre, seppur minime, di inserimento di verde lungo il perimetro dei diversi lotti.

Come anticipato precedentemente, oltre a delle viste più interne all'area di progetto, sono state realizzate fotografie da punti più lontani (*Figure 19 e 20*) e da piccoli sentieri lungo la parte bassa della collina (*Figura 18*), in modo tale da comprendere come questa zona produttiva si immerga all'interno del paesaggio limitrofo.

Com'è possibile osservare dalle immagini che seguono, l'impatto che questo complesso ha sul paesaggio circostante è prominente, forse ancor maggiore rispetto a quello che è possibile notare attraversandolo al suo interno, in particolare nei confronti delle estese coperture dei diversi edifici.

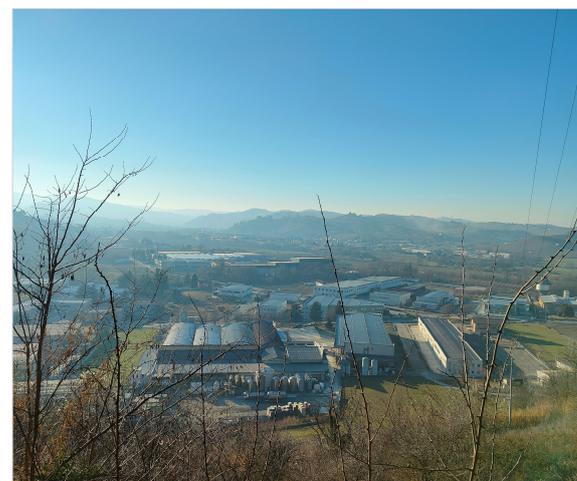
Il complesso produttivo di Calamandrana non è l'unico impianto in questa fascia di territorio; infatti, a un paio di chilometri di distanza, è presente la zona industriale del Comune di Canelli. Quest'ultima, a differenza del nostro caso di studio, presenta un ulteriore punto a suo sfavore, ossia quello di essere stata realizzata a pochi passi dagli insediamenti abitativi del paese.



*Figura 18. Zona industriale di Calamandrana vista ai piedi della collina di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 31/12/2021.*



*Figura 19. Zona industriale di Calamandrana vista dalla collina di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 01/05/2021.*



*Figura 20. Zona industriale di Calamandrana vista dalla collina di Calamandrana. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 15/05/2021.*

È possibile notare dalle fotografie come il paesaggio sia segnato da trasformazioni avvenute per mano dell'uomo e come questo abbia perso la sua identità: non conta quanto si vede, ma cosa si vede e da dove.

È proprio questo tipo di relazione che determina la percezione di alterazione di un sito, nel quale sono inclusi elementi estranei che ne abbassano la qualità paesaggistica. Oltre a ciò, è importante considerare che la frammentazione del paesaggio, caratterizzato da forti contrasti come nel nostro caso, diventa portavoce di un lungo processo di degrado, influenzando in maniera negativa sui comportamenti e sulla salute dell'uomo.

La Convenzione Europea del Paesaggio considera il paesaggio come una *“determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”* e la *“componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale, nonché fondamento della loro identità”*; ragion per cui, quest'ultimo, non è definito solo dall'ambiente, ma anche dalle trasformazioni che si riservano sui territori.

## 2.3 STUDIO SOLARE

La radiazione solare influisce in modo considerevole sul tema della progettazione in quanto, a seconda dei casi, si può rivelare una componente favorevole o indesiderata, sia nel progetto di uno spazio urbano che in quella di un edificio. Per questo motivo, il contributo energetico fornito dal sole non può essere trascurato e deve essere considerato come uno strumento importante nella fase preliminare di progettazione.

Di seguito sono riportate alcune viste 3D a volo d'uccello realizzate con il software Lumion, nelle quali è possibile osservare le zone d'ombra e quelle di luce durante i diversi periodi della giornata. Inoltre, in accompagnamento a quest'ultime, sono stati riportati dei diagrammi solari, in modo tale da tracciare in maniera più dettagliata il percorso del sole all'interno del sito nelle diverse ore del giorno, attraverso la proiezione della volta celeste su una mappa riportante la zona industriale.

Sono stati considerati due giorni dell'anno in particolare: il 21 giugno, corrispondente al solstizio d'estate, e il 21 dicembre, ossia il solstizio d'inverno. Successivamente, per ciascuno di loro si sono scelti quattro orari significativi della giornata.

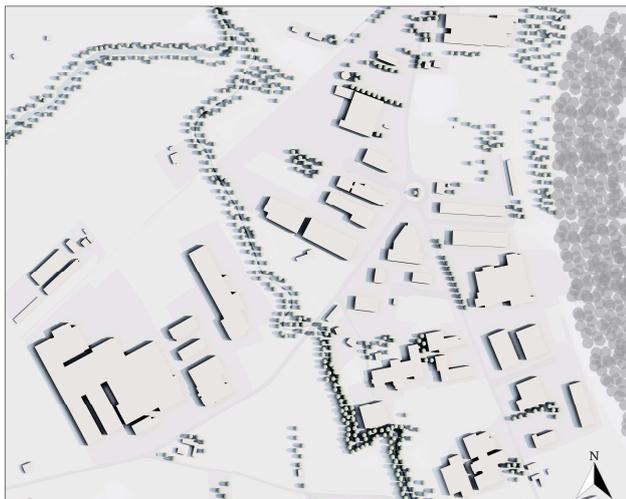


Figura 21. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 giugno 2021 alle ore 9:00.

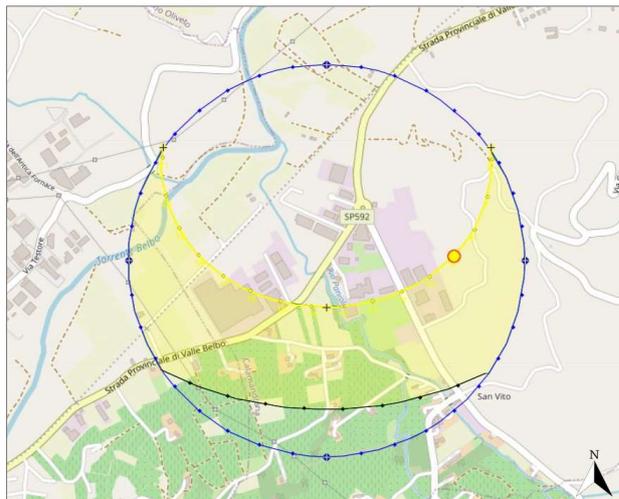


Figura 21.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 giugno 2021 alle ore 9:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 22. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 giugno 2021 alle ore 12:00.

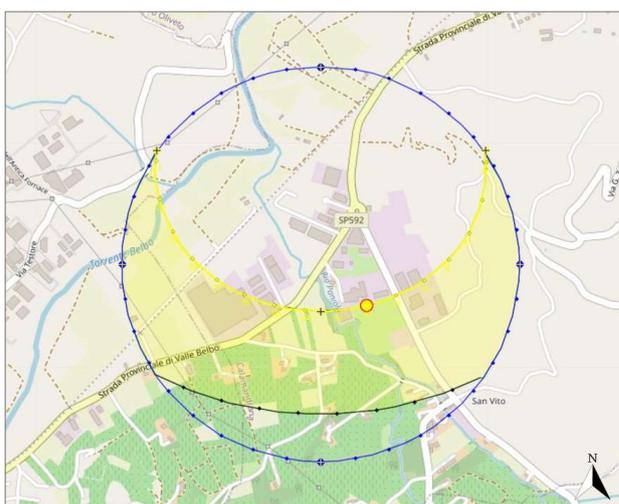


Figura 22.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 giugno 2021 alle ore 12:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 23. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 giugno 2021 alle ore 15:00.



Figura 23.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 giugno 2021 alle ore 15:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 24. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 giugno 2021 alle ore 18:00.

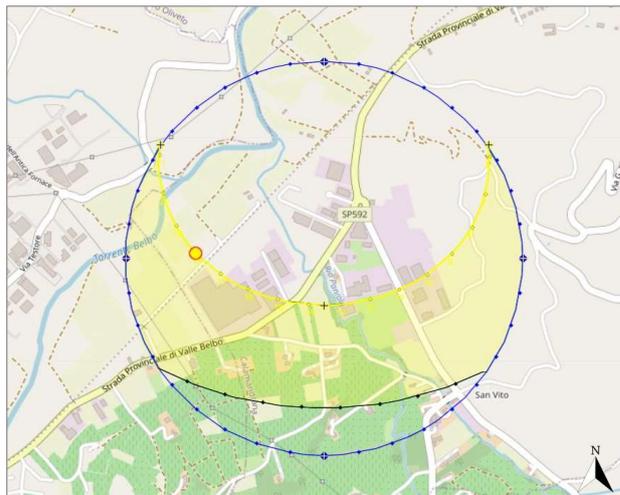


Figura 24.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 giugno 2021 alle ore 18:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)

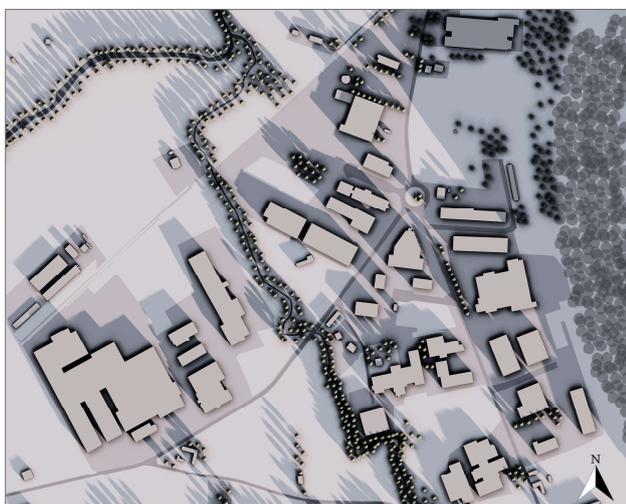


Figura 25. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 dicembre 2021 alle ore 9:00.

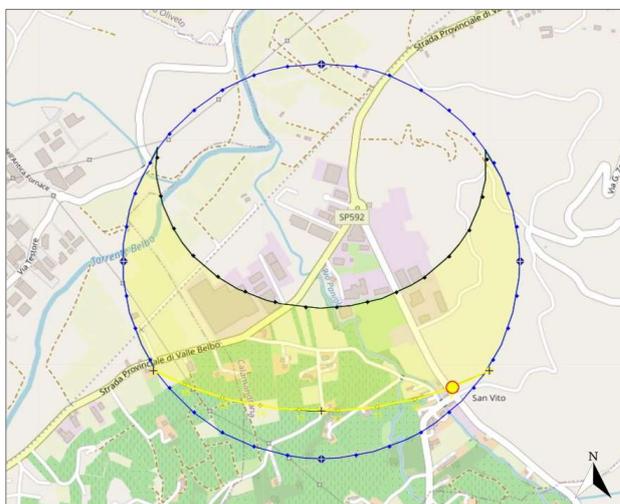


Figura 25.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 dicembre 2021 alle ore 9:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 26. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 dicembre 2021 alle ore 12:00.

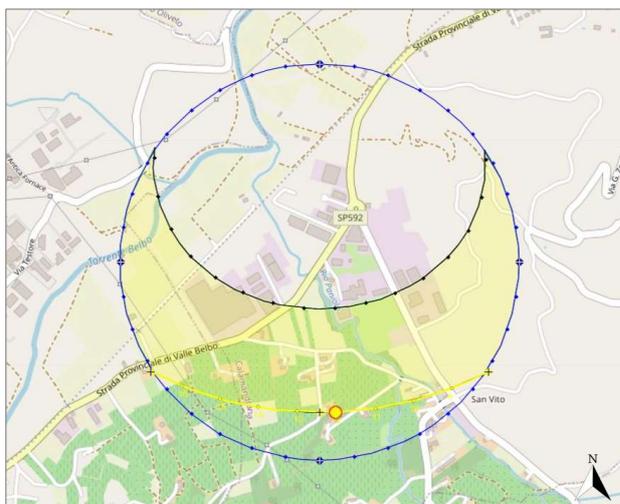


Figura 26.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 dicembre 2021 alle ore 12:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 27. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 dicembre 2021 alle ore 15:00.

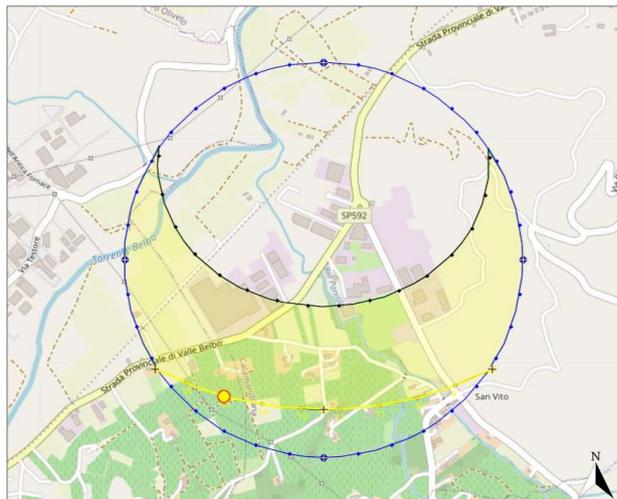


Figura 27.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 dicembre 2021 alle ore 15:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)



Figura 28. Vista 3D a volo d'uccello realizzata con Lumion con evidenziate le zone di luci e ombra in data 21 dicembre 2021 alle ore 18:00.

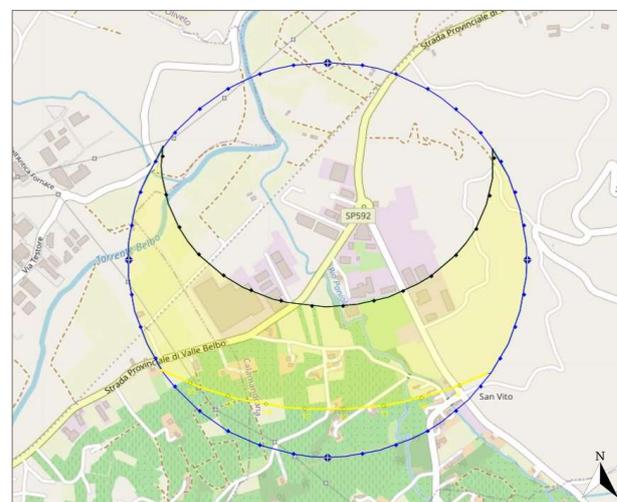


Figura 28.1. Diagramma solare sulla zona industriale di Calamandrana in data 21 dicembre 2021 alle ore 18:00. [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com)

Attraverso l'analisi svolta sarà possibile individuare le scelte progettuali adeguate al fine di soddisfare le esigenze richieste sia a livello urbano che a livello del singolo edificio. Pertanto, in base alla posizione del sole e a seguito di una serie di valutazioni nel corso della progettazione, sarà possibile determinare, ad esempio, le migliori linee per la messa a dimora del verde all'interno del sito, piuttosto che l'identificazione delle

migliori strategie per la collocazione di componenti volti alla mitigazione e al risparmio energetico dei fabbricati industriali presenti, in modo tale da non renderli inefficaci allo scopo per i quali vengono impiegati. In generale, l'articolata morfologia dell'edificato non determina significative e ampie zone di ombreggiamento estivo e permette aree aperte di soleggiamento invernale.

### 3. INDIRIZZI PER LA QUALITÀ PAESAGGISTICA

#### 3.1 LINEE GUIDA UNESCO IN PIEMONTE

A seguito della riunione del Comitato del Patrimonio Mondiale tenutasi a Doha, in Qatar, nel 2014, i Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato sono stati riconosciuti come Patrimonio dell'Umanità dall'Unesco: un riconoscimento di grande importanza che afferma il valore paesaggistico e culturale di questo territorio, iniziato a ricercarsi nel 2006 con l'iscrizione del sito nella Lista Propositiva Italiana, presentando ufficialmente nel 2011 (e successivamente nel 2013 con alcune modifiche) il dossier al Centro del Patrimonio Mondiale Unesco.

Il riconoscimento del sito, compiutosi il 22 giugno del 2014, è avvenuto sulla base di due peculiarità che il territorio presenta:

-*“la constatazione della presenza dei valori di integrità e autenticità”;*

-i Criteri Unesco III e V, sulla base dei quali il sito è stato candidato. Infatti, sulla linea dei tali, esso deve *“essere testimonianza unica*

*o eccezionale di una tradizione culturale o di una civiltà vivente o scomparsa”* (Criterio III) e, allo stesso tempo, *“essere un esempio eccezionale di un insediamento umano tradizionale, dell'utilizzo di risorse territoriali o marine, rappresentativo di una cultura (o più culture), o dell'interazione dell'uomo con l'ambiente, soprattutto quando lo stesso è divenuto vulnerabile per effetto di trasformazioni irreversibile”* (Criterio V).

L'integrità, l'autenticità e i punti dei Criteri rappresentano i fondamenti della formulazione della Dichiarazione di Eccezionale Valore Universale del sito, la quale, presentata in accompagnamento all'iscrizione del sito nella Lista, recita: *“I paesaggi vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato in Piemonte comprendono una selezione di cinque distinte aree vitivinicole e un castello, i cui nomi evocano una profonda e antica esperienza basata sull'interazione*

*tra l'uomo e il suo ambiente. In questi luoghi si riflette la relazione che si è sviluppata nel tempo tra i diversi tipi di terreno, la varietà di vitigni spesso di origine locale e i processi di vinificazione, che ad essi si sono progressivamente adeguati. Essi offrono un panorama di colline coltivate con cura nel rispetto delle antiche disposizioni dei lotti, punteggiate di edifici che strutturano lo spazio visivo: borghi, castelli, chiese romaniche, cascine, ciabot, cantine, magazzini per l'invecchiamento e la distribuzione commerciale del vino, piccoli centri e grandi città ai margini dei vigneti. Il sito seriale si distingue per l'armonia e l'equilibrio estetico dei suoi paesaggi, per la varietà architettonica e storica degli elementi costruiti associati alle attività di produzione del vino e per la presenza di un'autentica e antica arte di vinificazione".*

Il sito è costituito da sei componenti (*core zone*) ed è protetto da un'estesa area tampone (*buffer zone*). Le sei zone che costituiscono il sito, in modo parziale o totale, comprendono i territori di 29 Comuni, mentre le zone tampone interessano il territorio di 100 località. Nel complesso, tra la *core zone* e la *buffer zone*, sono coinvolti un totale di 101 Comuni.

Per garantire, nel tempo, la conservazione dei valori eccezionali su cui si basa l'iscrizione del sito, dal 2002 il Comitato del Patrimonio Mondiale ha invitato tutti i partner a indicare una serie di obiettivi atti alla conservazione e allo sviluppo dell'area interessata; ragion per cui, con la richiesta di iscrizione nella Lista del Patrimonio Mondiale da parte della comunità di Langhe-Roero e Monferrato, si è visto necessario l'accompagnamento di un Piano di Gestione, ossia di uno strumento operativo di riferimento per la gestione integrata del sito con indicati gli obiettivi con cui esso dovrà essere tutelato, tenendo in considerazione le sue caratteristiche, le



Figura 29. Piano di Gestione Unesco. Criteri e obiettivi per la tutela, la protezione e la valorizzazione del sito.

necessità e il contesto culturale in cui si colloca, garantendo la gestione delle diverse componenti dell'area da conservare.

Nel dettaglio, il Piano di Gestione del sito è da considerarsi un punto di riferimento centrale per quanto riguarda:

- l'analisi swot;
- gli obiettivi gestionali;
- il coinvolgimento della popolazione;
- la comunicazione;
- i progetti con il piano di monitoraggio.

Per la definizione degli obiettivi da perseguire, si sono mossi i primi passi dalla consapevolezza che un sito iscritto all'interno del Patrimonio Mondiale rappresenta un bene di valore universale inestimabile e insostituibile per l'intera umanità; per questo motivo, risulta necessario mantenere immutate l'autenticità e l'integrità identificate dalla Dichiarazione, contrastando gli elementi di rischio che nel tempo potrebbero portare all'abbattimento dei valori e alla conseguente soppressione del sito stesso dalla Lista del Patrimonio Mondiale. Le analisi e i contenuti inderogabili per l'adeguamento dei Piani regolatori e dei Regolamenti edilizi sono articolati in quattro Sezioni:

-Sezione I, riguardante il territorio del sito

(*core zone*);

-Sezione II, riguardante il territorio dell'area tampone di protezione (*buffer zone*);

-Sezione III, la quale riassume in una tabella i contenuti degli studi paesaggistici da sviluppare a sostegno della variante urbanistica di adeguamento;

-Sezione IV, la quale fornisce informazioni sull'adeguamento del Regolamento Edilizio.

Queste quattro Sezioni rappresentano la parte tecnica di maggior importanza all'interno delle linee guida, in quanto contengono al loro interno le indicazioni e i suggerimenti essenziali per la stesura e la predisposizione delle varianti.

Con riferimento agli edifici industriali e

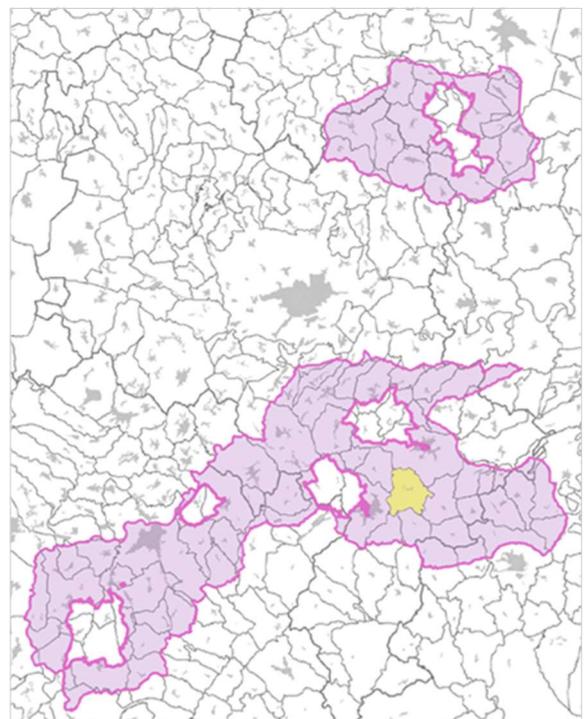


Figura 30. Individuazione del Comune di Calamandrana all'interno delle aree della *buffer zone*.

commerciali, invece, risulta possibile relazionarsi alle linee guida fornite dallo studio “Valorizzazione del paesaggio di Langa”, attuate dall’Unione dei Comuni di Langa e del Barolo nell’ambito del progetto sovvenzionato dalla Regione Piemonte con la L.r. 14/2008 “Norme per la valorizzazione del paesaggio”. Tali linee forniscono specifiche indicazioni nei confronti della mitigazione dell’impatto dei capannoni industriali esistenti, intervenendo esclusivamente sugli involucri esterni e sulle aree limitrofe. Inoltre, a seguito della candidatura UNESCO, sono state imposte dalla Regione Piemonte una serie di indicazioni a tutti i Comuni interessati, quest’ultime relative all’attività di mitigazione nei confronti delle criticità paesaggistiche, in particolare verso le zone produttive, e che avrebbero dovuto essere presenti all’interno dei vari Piani Regolatori entro la data del 30 settembre 2012, come vedremo anche per quello di Calamandrana nei paragrafi a seguire.

Dal momento che il Comune di Calamandrana si trova all’interno della zona tampone a protezione del sito Unesco, ci si è soffermati sugli obiettivi e criteri specifici per la valorizzazione e la tutela di questa

particolare tipologia di area, in particolare legati alla presenza del complesso industriale che genera un impatto negativo all’interno del paesaggio collinare.

Come anticipato, le *buffer zone* sono intese come aree di protezione dei territori d’eccellenza selezionati, quest’ultimi collocati all’interno della *core zone*. La protezione può avvenire nei confronti di possibili azioni e minacce che possono alterare, rovinare e/o distruggere i valori inestimabili e insostituibili del bene iscritto nella Lista del Patrimonio Mondiale, le quali potrebbero determinare la cancellazione del sito dalla Lista.

Tra i potenziali rischi e pericoli a cui un sito culturale potrebbe incorrere, vanno sicuramente indicati:

- i rischi accertati, ossia quelli relativi al deterioramento della coerenza architettonica e urbanistica e al danneggiamento dello spazio urbano, rurale e dell’ambiente naturale, con una perdita significativa della sua autenticità storica;
- i rischi potenziali, ossia quelli inerenti alla mancanza di una linea politica di tutela e conservazione, piuttosto che quelli relativi a cambiamenti imminenti dovuti a fattori geologici, climatici e ambientali.

### 3.2 STRUMENTI URBANISTICI

Le linee guida Unesco, come descritto precedentemente, forniscono tutte le informazioni per la stesura del dossier, all'interno del quale sono presenti gli strumenti di protezione e di tutela del sito. Questi, oltre alle linee guida Unesco precedentemente citate, sono:

- il Piano Territoriale Regionale (PTR), il quale definisce le strategie e gli obiettivi a livello regionale;
- il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), il quale mette il paesaggio al centro delle politiche regionali, con lo scopo di conoscere, tutelare e promuovere gli scenari del territorio;
- i Piani Territoriali Provinciali, i quali hanno lo scopo di governare e interpretare in modo migliore i singoli territori provinciali, attraverso azioni di governo del territorio sulla base di determinate scelte di sviluppo;
- i Piani Regolatori Generali (PRG), i quali permettono la regolamentazione dell'attività edificatoria all'interno dei singoli territori comunali;
- i Regolamenti Edilizi, i quali normano a livello comunale le modalità costruttive dell'edificazione, garantendo il rispetto delle

normative vigenti.

In sintesi, l'insieme delle indicazioni citate permettono, partendo dai valori presenti in queste zone, di definire un percorso progettuale fondato su un'analisi paesaggistica, con l'obiettivo di portare ad una riqualificazione in armonia con l'intorno dell'area. In particolar modo, il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), accompagnato alle linee guida emanate dalla Convenzione Unesco, offre un contributo particolare agli indirizzi per le buone pratiche riguardanti la pianificazione locale, con lo scopo di indirizzare le trasformazioni del territorio piemontese secondo criteri di qualità paesaggistica. Questa tipologia di strumento si pone come un mezzo a servizio della pianificazione di tipo orientativo e mirato a supportare la progettazione sia a piccola che a grande scala. Le buone pratiche all'interno del PPR si basano su configurazioni relative a realizzazioni di nuovo impianto, ma anche a progetti di trasformazione e riqualificazione nei confronti dell'esistente.

La prima si incentra sul fatto che ogni singola trasformazione che avviene sul territorio, indipendentemente dalla sua natura,

comporta una serie di ricadute, non soltanto alla scala puntuale del luogo oggetto di alterazione, ma anche all'intera scala paesaggistica nel suo contorno.

Il secondo aspetto è mirato sull'importanza di fornire informazioni riguardanti il carattere del costruito, in modo tale da basarsi su solide linee comportamentali per i vari progetti di trasformazione, considerando sia costruzioni ex-novo che complessi insediativi già presenti sul territorio. Questi indirizzi, però, non devono essere considerati imprescindibili, in quanto andranno intesi come una reinterpretazione più

contemporanea, in linea con gli aspetti innovativi presenti e utilizzati al tempo attuale.

La terza si concentra, a differenza delle due precedenti, solamente sul carattere del costruito per quanto concerne le nuove realizzazioni, in cui la storia e le caratteristiche delle costruzioni di un determinato luogo possano intrecciarsi con l'innovazione. Bisogna comunque tenere in considerazione che questi indirizzi hanno unicamente uno scopo orientativo e che l'unicità di ciascun progetto e le peculiarità del luogo su cui esso sorgerà avranno

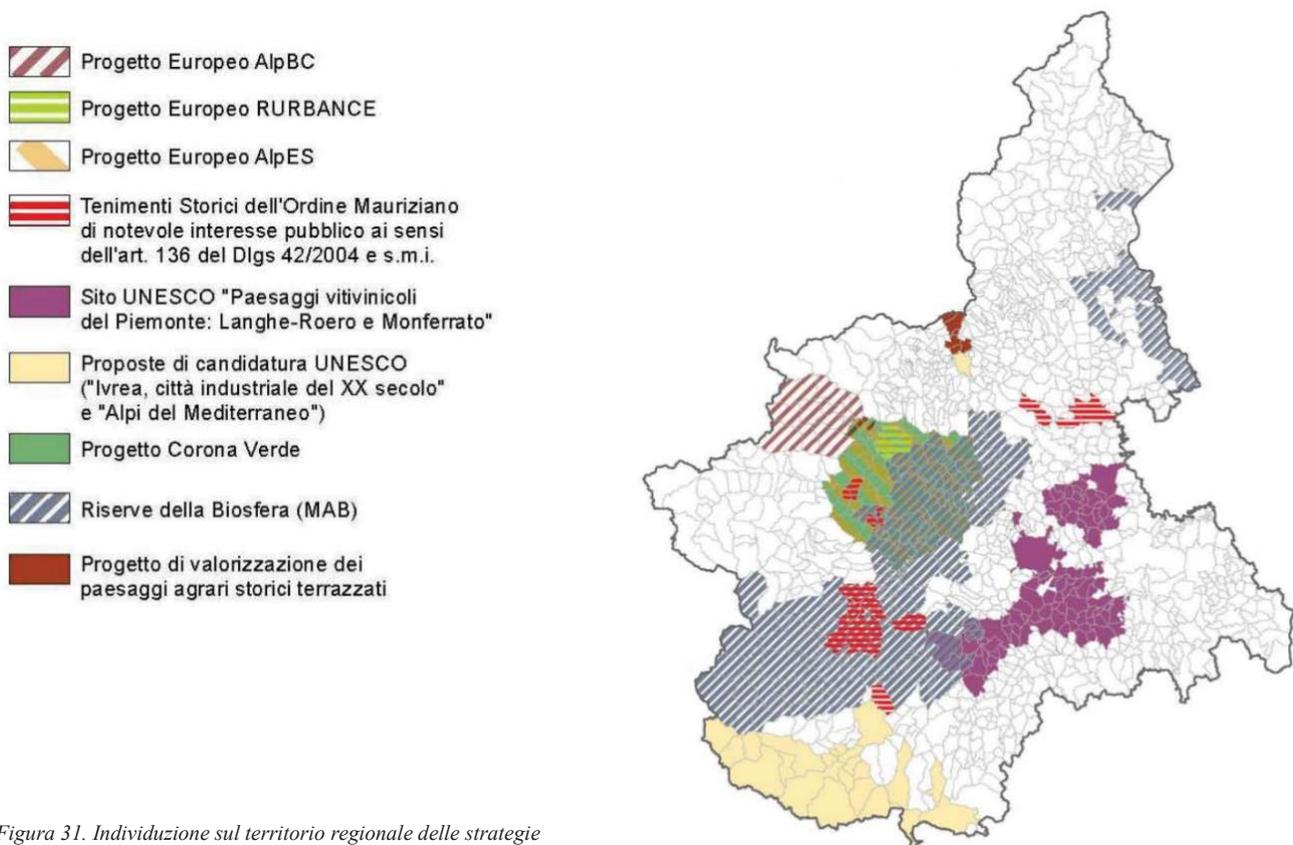


Figura 31. Individuazione sul territorio regionale delle strategie e politiche di attuazione per il paesaggio piemontese. [www.regione.piemonte.it](http://www.regione.piemonte.it)

conseguenze sull'impiego o l'inutilizzo di queste particolari scelte di fusione tra storia e innovazione.

Il Piano Paesaggistico Regionale offre inoltre una serie di strumenti di promozione e attuazione, all'interno dei

quali assumono un particolare risalto programmi strategici in parte già compiuti.

Infatti, come è possibile osservare in *Figura 31*, oltre alle linee guida rivolte alla tutela dei

“Paesaggi Vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato”, sono presenti

strategie e politiche di attuazione per l'intero paesaggio regionale. Tra le più rilevanti possiamo osservare:

-la valorizzazione e la tutela dei Tenimenti storici dell'Ordine Mauriziano, in quanto luoghi di tradizione regionale ed esempi di paesaggio storico, rurale e con particolare valenza paesaggistica e culturale;

-il progetto “Corona Verde”, con lo scopo di collegare la *Corona di Delitie* con la cintura verde, quest'ultima rappresentata dal patrimonio naturale torinese dei parchi metropolitan, dei fiumi e delle zone rurali ancora poco alterate;

-la salvaguardia dei paesaggi attraverso il contenimento dell'uso del suolo, in connessione con le politiche del Piano

Territoriale Regionale (PTR);

-l'implementazione della rete di connessione paesaggista.

### **3.3 VARIANTE AL P.R.G.C. DI CALAMANDRANA**

Come illustrato in precedenza, la rete di tutela del sito UNESCO è composta sia da strumenti facenti parte della pianificazione territoriale e paesaggistica a scala regionale e provinciale che dalla pianificazione urbanistica su scala comunale.

Le prime indicazioni per la creazione di una rete di tutela a scala comunale sono state accolte dalla Giunta Regionale con Deliberazione n. 87-13582 del 16 marzo 2010, la quale è stata portata avanti da un documento tecnico esplicativo, assunto con Determinazione Dirigenziale n. 460 del 20 luglio 2010, che ha concesso agli uffici regionali e provinciali le linee guida per l'istruttoria delle Varianti ai Piani Regolatori dei Comuni coinvolti nella candidatura. Negli anni a seguire, in base a tali indicazioni, tutti i Comuni che sono ricaduti all'interno del sito hanno adottato una variante urbanistica di adeguamento che, di fatto, ha definito una serie di limitazioni alle

nuove edificazioni e alla realizzazione degli interventi che potevano mettere a rischio l'esito della candidatura.

A tal fine, il Comune di Calamandrana, così come gli altri Comuni ricadenti all'interno del territorio del sito Unesco, ha redatto nel 2012 la Variante strutturale al Piano Regolatore Comunale, in cui vengono messe in evidenza le parti riferite al Progetto di Candidatura Unesco, in aggiunta ad altre modifiche introdotte a seguito del parere Regionale e Provinciale e dei contenuti del verbale della seconda Riunione della seconda Conferenza di Pianificazione, tenutasi il 24 febbraio dello stesso anno.

Gli obiettivi che sono stati perseguiti all'interno della variante sono essenzialmente:

- la conservazione dell'uso agrario e vitivinicolo del territorio in continuità locale in equilibrio con i fattori naturali;
- la tutela dei luoghi del vino, con le sue forme di coltivazione tradizionale, così come i luoghi e gli spazi legati alla produzione e alla commercializzazione vinicola;
- la valorizzazione e la conservazione del patrimonio edilizio storico e delle trame insediative;
- la tutela dei contesti e delle visuali, con

particolare cura ai rapporti visivi tra la *core zone* e la *buffer zone*;

-la conservazione dell'immagine del paesaggio vitivinicolo piemontese, quale forza ed espressione delle culture locali.

-un alto livello degli interventi edilizi e un particolare controllo del consumo del suolo;

-la mitigazione di strutture impattanti e la riqualificazione dei manufatti, delle aree e dei vari assi di accesso al sito Unesco.

La finalità della variante al P.R.G.C. per le aree contenenti gli insediamenti produttivi è legata alla rifunzionalizzazione di queste tipologie di zone per consentire la migliore insediabilità delle attività all'interno di esse, con una particolare attenzione alla tutela e alla qualità architettonica e paesaggistica. Com'è possibile osservare dalla *Figura 32*, l'area presa in esame è suddivisa a seconda delle caratteristiche e degli obiettivi contenuti all'interno del P.R.G.C. Le suddivisioni sono:

- aree artigianali di nuovo impianto (Da);
- aree artigianali di riordino (Db);
- aree industriali di nuovo impianto (Dc);
- aree industriali confermate (Dd).

All'interno del Piano sono presenti gli interventi e gli elementi connessi a tali aree. Interessante è sottolineare le prescrizioni che

vengono riportate in alcuni articoli in riferimento al sito considerato.

Per ciò che riguarda gli interventi consentiti nel sito produttivo (art. 12, punto 7), salvo

prescrizioni più specifiche all'interno delle schede di zona, sono di norma i seguenti:

- interventi di conservazione dello stato di fatto degli immobili, con operazioni di:
- manutenzione ordinaria e straordinaria;

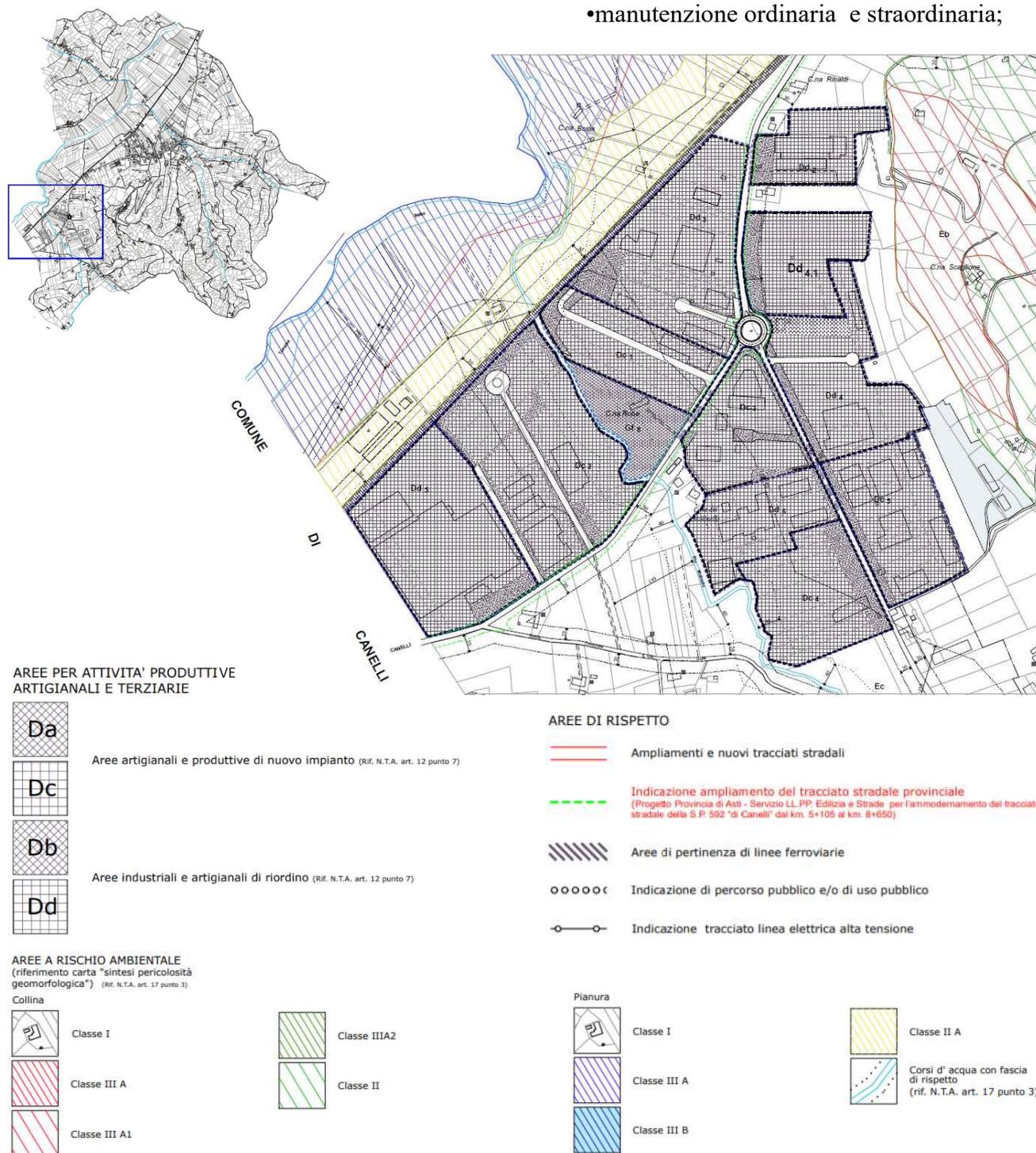


Figura 32. Estratto della Tavola P4 allegata alla Variante del P.R.G.C. di Calamandrana, con individuazione della zona industriale.

- risanamento e restauro conservativo;
- ristrutturazione edilizia;
- interventi di ampliamento e sopraelevazione di fabbricati esistenti;
- interventi di demolizione e ricostruzione di fabbricati esistenti;
- interventi di nuova edificazione in lotti liberi.
- interventi di demolizione e di demolizione-ricostruzione;
- interventi di nuova edificazione nei lotti liberi individuati nella mappa P.R.G. (P2, P3);
- interventi di ampliamento e sopraelevazione di edifici residenziali esistenti alla data di adozione del progetto definitivo del seguente P.R.G.

Gli interventi citati, in ogni caso, devono garantire l'assolvimento dello standard dei servizi di legge relativo alle specifiche destinazioni d'uso previste, produttiva nel caso di tale area. Ove non siano regolati dal disegno di P.R.G. le aree a servizi, è consentita la monetizzazione degli spazi non reperibili, previa accettazione dell'Amministrazione Comunale.

Per quanto concerne la realizzazione di modificazioni, ampliamenti e nuove formazioni di attrezzature, queste sono

ammesse all'interno dell'area; tali interventi, inoltre, sono subordinati alla stipula di apposita convenzione che prevede la realizzazione di aree a servizi (parcheggi, verde, ecc.), secondo quanto previsto per gli insediamenti produttivi dall'art. 21 L.R. 56/77 della variante. Pertanto, relativamente a quest'ultimo aspetto e alla progettazione delle aree verdi all'interno della zona industriale, risulta interessante e utile sottolineare le prescrizioni di massima che vengono riportate all'interno di tale sezione, ossia che:

- le sistemazioni delle aree verdi all'interno del complesso produttivo devono essere precisate per mezzo di un progetto allegato alla richiesta di concessione edilizia, per quanto concerne le specie di piante che si decide di impiantare, la loro posizione e il trattamento delle superfici (parzialmente pavimentate, a prato, attrezzate, ecc.). L'esecuzione di questa particolare pratica è un requisito inderogabile per il rilascio del certificato di abitabilità;
- le recinzioni delle aree relative agli impianti del complesso industriale, nel caso siano antistanti a strade comunali o provinciali, dovranno essere arretrate di almeno 10 metri dal ciglio stradale, con la parte libera

risultante che dovrà essere attrezzata a parcheggio e a verde.

In riferimento, invece, agli elementi di tutela della qualità architettonica e paesaggistica, si sono individuati all'interno della cartografia due specifici ambiti, ossia la *“viabilità di interesse panoramico e paesaggistico”* e gli *“edifici e complessi speciali in area agricola sottoposti a specifica normativa di intervento”*, i quali dovranno essere evidenziati e documentati con studio di dettaglio all'atto degli interventi di trasformazione di edifici o di aree, tutelandone la visuale panoramica da spazio pubblico. In un intorno significativo gli interventi devono essere orientati al mantenimento e/o al recupero di caratteri paesaggistico-ambientali, conservando, se presenti, gli elementi tipici del paesaggio agrario quali alberature isolate o a filare e siepi di impianto storico, vegetazione arborea e arbustiva ripariale, terrazzamenti e murature a secco, sentieri di antico impianto, sorgenti e specchi d'acqua di origine naturale, ecc.

A fronte delle suddette esigenze, in ogni caso, l'Amministrazione Comunale può richiedere, all'atto delle proposte di intervento, soluzioni localizzative

tipologiche o morfologiche particolari finalizzate alla migliore fruizione degli elementi di carattere paesaggistico-ambientale con particolare riferimento alle visuali panoramiche.

All'interno della nostra area, com'è stato possibile osservare dalla Tavola P4, non è presente né *“viabilità di interesse panoramico e paesaggistico”* né *“edifici e complessi speciali in area agricola sottoposti a specifica normativa di intervento”* ma, come è stato precisato, l'Amministrazione Comunale può richiedere interventi con soluzioni finalizzate alla tutela della visuale panoramica. Infatti, in seguito ad un incontro con il Sindaco di Calamandrana, si è deciso di proporre delle linee guida di intervento sulla zona industriale volte a mitigare, almeno in parte, i fabbricati posti ai piedi della collina di Calamandrana Alta e dalla quale questo complesso si rivela impattante.

### **3.4 GESTIONE DEL VERDE URBANO**

Le aree verdi non sono solo luoghi di quiete e riposo all'interno di uno spazio urbano, ma la loro presenza assicura una serie di conseguenze e di risultati positivi, dal miglioramento del microclima locale e della qualità dell'aria alla maggiore regolazione

del bilancio idrico grazie alla naturale infiltrazione delle acque meteoriche all'interno del suolo. Considerato che la proposta progettuale ha come obiettivo la mitigazione di un complesso produttivo, è risultato necessario approfondire e studiare il tema del verde e più precisamente la tipologia di vegetazione già presente in questa zona, in modo tale da privilegiare l'utilizzo di specie autoctone all'interno dell'area, escludendo quindi tutte le entità vegetali esotiche, con le quali si andrebbe a minacciare la conservazione della biodiversità.

Per venire a conoscenza delle specie che

vivono in quest'area e nel suo intorno, oltre al sopralluogo che ha permesso di avere un'idea iniziale di quelle presenti, è stata impiegata la Carta Forestale del Piemonte, la quale è possibile reperire sul sito della Regione. L'ultimo aggiornamento della Carta risale al 2016, grazie al lavoro realizzato dall'IPLA su mandato del Settore Forestale della Regione Piemonte.

Attraverso l'analisi della Carta Forestale (Figura 33) è stato possibile rilevare all'interno del complesso industriale e nel suo immediato intorno la prevalenza di tre categorie di vegetazione:

-Arbusteti planiziali, collinari, montani. In

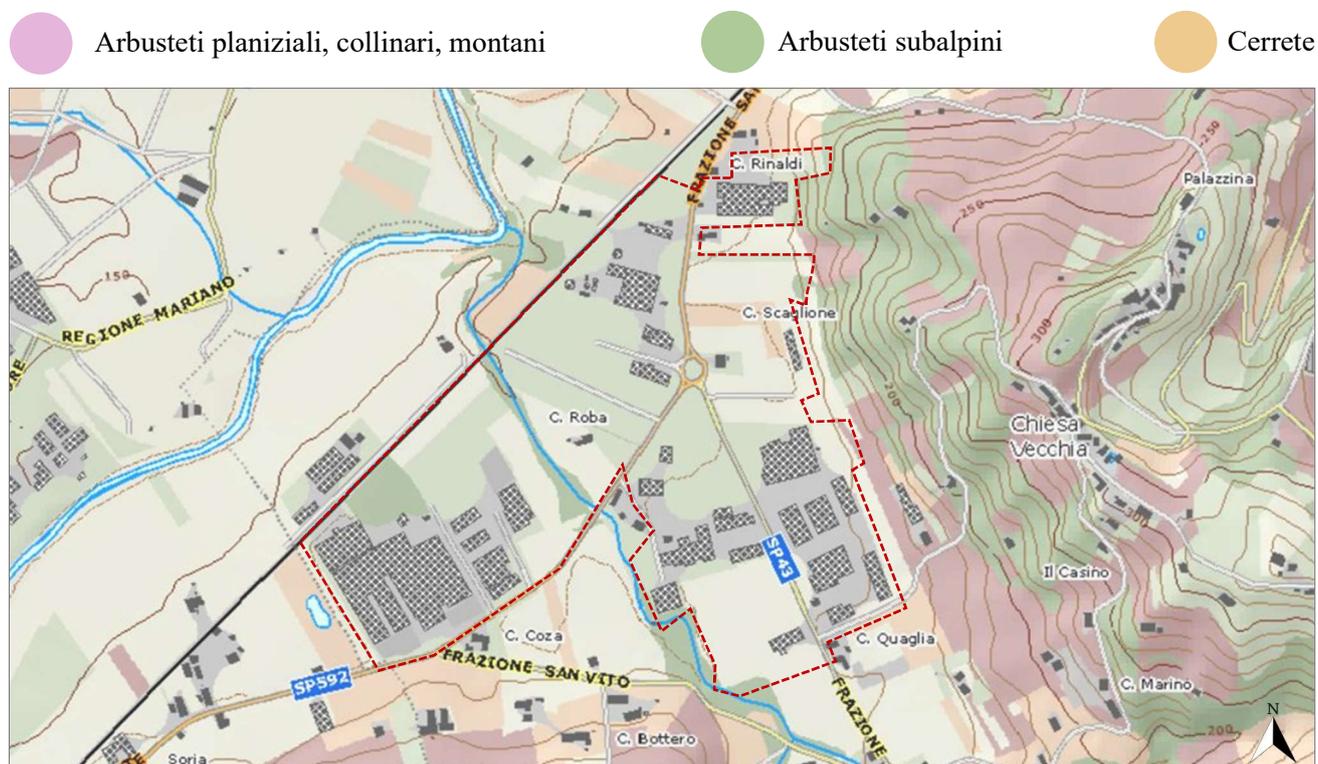


Figura 33. Carta Forestale del Piemonte con individuazione della zona industriale di Calamandrana e del suo intorno. [www.sistemapiemonte.it](http://www.sistemapiemonte.it)

questo insieme rientrano le cenosi, composte in prevalenza da specie arbustive con altezza non superiore ai tre metri. Le specie arboree più frequenti sono quelle quercine e in particolare farnia e rovere.

-Arbusteti subalpini. In questo insieme sono inserite formazioni a seconda delle caratteristiche della zona presa in considerazione e in particolare l'ontano, il larice, il faggio, l'abete rosso, la betulla e il sorbo. Nella zona di nostra competenza e in quella limitrofa è presente prevalentemente l'ontano.

-Cerrete. In questo insieme sono considerate quelle formazioni in cui è presente in prevalenza il cerro (*Quercus cerris*);

Lo studio della Carta, in accompagnamento ai sopralluoghi effettuati all'interno del sito, facilita notevolmente il lavoro di analisi, accertando con sicurezza l'esatta tipologia di vegetazione arborea e arbustiva presente nella zona interessata. Nonostante ciò, attraverso i sopralluoghi si sono potuti riscontrare altre tipologie di vegetazione sia all'interno che nell'immediato intorno dell'area, in quanto la Carta Forestale tiene in considerazione solo le entità vegetative presenti in maniera prevalente all'interno di un determinato sito.

L'impiego della vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea all'interno del progetto ha come finalità sia quella di formare nuovi spazi verdi all'interno del complesso produttivo che quella di creare fasce tampone con quinte alberate in grado di mitigare l'impatto visivo dei fabbricati all'interno del paesaggio, con particolare attenzione alle visuali dagli ambiti collinari circostanti.

Data la mancata redazione di un Piano del Verde e di un Regolamento del Verde (resi non obbligatori con la legge 10/2013 per i Comuni sotto i 15'000 abitanti) per il Comune di Calamandrana, è risultato necessario individuare in maniera più dettagliata le principali categorie di verde all'interno dello spazio territoriale interessato, indicandole successivamente all'interno di una planimetria della zona (*Figura 34*). Si è optato per l'individuazione delle principali tipologie di formazione della vegetazione all'interno dell'area, le quali si identificano sia come sistemi cresciuti spontaneamente all'interno del contesto che come elementi verdi inseriti in seguito per mano dell'uomo, ognuna avente aspetti e funzioni specifiche. Questa ricerca potrebbe risultare di appoggio per la fase successiva (di progettazione), al fine di inserire elementi

integranti alla rete vegetazionale esistente e, al contempo, di garantire una qualità funzionale ed estetica al paesaggio.

In relazione alle principali formazioni all'interno dell'area, si sono allegate alcune fotografie scattate durante un sopralluogo, in cui sono riportati esempi di vegetazione inserita all'interno della planimetria e corrispondenti, ognuno, a una tipologia di verde differente:

-corridoio ecologico (*Figura 35*): elemento del paesaggio che connette due o più macchie di habitat naturale, fungendo da habitat e da canale per lo spostamento di animali e spore;  
 -area boschiva (*Figura 36*): terreno coperto da vegetazione arborea, eventualmente associata a quella arbustiva, avente un'estensione superiore a 10.000 m<sup>2</sup>;  
 -verde di mitigazione (*Figura 37*): elemento del paesaggio avente la funzione di

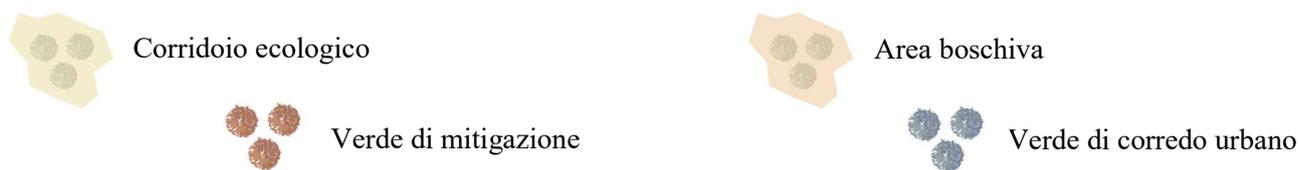


Figura 34. Mappa del verde della zona industriale di Calamandrana.



Figura 35. Corridoio ecologico. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 18/09/2021.



Figura 36. Area boschiva. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 18/09/2021.



Figura 37. Verde di mitigazione. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 18/09/2021.



Figura 38. Verde di corredo urbano. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 18/09/2021.

ottimizzare un determinato progetto attraverso la riduzione degli impatti e/o della compensazione ambientale;

-verde di corredo urbano (*Figura 38*): parte di verde presente nelle città, il quale deve assolvere prioritariamente ad una funzione igienico-sanitaria, sociale e ricreativa, estetica, culturale, ecc.

Nelle schede che seguono, invece, sulla base di quanto ricavato attraverso l'analisi della Carta Forestale e dai sopralluoghi effettuati, si sono selezionate le principali tipologie di vegetazione integrabili con il contesto paesaggistico dell'area e utilizzabili successivamente nella fase progettuale.

### 3.4.1 CARPINO BIANCO

	<p><b>Carpino bianco, Carpino comune</b> <i>Carpinus betulus</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il carpino è un'essenza già presente nelle antiche foreste della Pianura Padana. Forma popolamenti puri o misti con il cerro e il faggio. Resiste ai freddi più intensi (fino a -20°C), alla siccità e all'inquinamento. Viene principalmente utilizzato per viali e parchi.</p> <p>I frutti sono raggruppati in infruttescenze pendule e formate da una piccola noce verde (achenio).</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 15 - 20 m ( III Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Piramidale - Colonnare</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 12 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>10% foglie, 20% sabbia, 70% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Ottobre - Novembre / Interasse piante <math>\geq</math> 4 m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Marzo</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole</p>

Tabella 1. Scheda riassuntiva della specie *Carpinus betulus*.

### 3.4.2 ACERO CAMPESTRE

	<p><b>Acero campestre</b> <i>Acer campestre</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>L'acero campestre è un'essenza presente, in genere, nelle macchie spontanee e nei boschi mesofili, sia in pianura che nelle aree collinari, ma anche nelle zone montane fino a 1200 metri. È una pianta che cresce molto lentamente e viene utilizzata principalmente come essenza da siepe, mista o pura. Presenta una chioma fitta e di forma arrotondata con i rami che, raggiunta la maturità, tendono a crescere verso l'alto.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 15 - 20 m ( III Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Espansa</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 6 - 8 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>20% pomice, 80% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Fine inverno / Interasse piante <math>\geq</math> 4 m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Marzo</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 2. Scheda riassuntiva della specie *Acer campestre*.

### 3.4.3 TIGLIO SELVATICO

	<p><b>Tiglio selvatico</b> <i>Tilia cordata</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il tiglio è una specie riscontrabile in gran parte del continente europeo e si presenta come un albero di medie o grandi dimensioni, il quale può raggiungere dimensioni fino ai 25-30 metri di altezza. Presenta un portamento maestoso, un bel fogliame e la sua fioritura, durante i primi periodi estivi, emana un profumo intenso. È un'essenza molto utilizzata negli spazi verdi urbani, in modo particolare nei parchi, ma anche nei giardini di medie o grandi dimensioni.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 20 - 25 m ( Il Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Globosa</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 10 - 12 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>20% sabbia, 80% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Da ottobre a marzo / Interasse piante <math>\geq</math> 8 m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Da ottobre a marzo</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 3. Scheda riassuntiva della specie *Tilia cordata*.

### 3.4.4 FARNIA

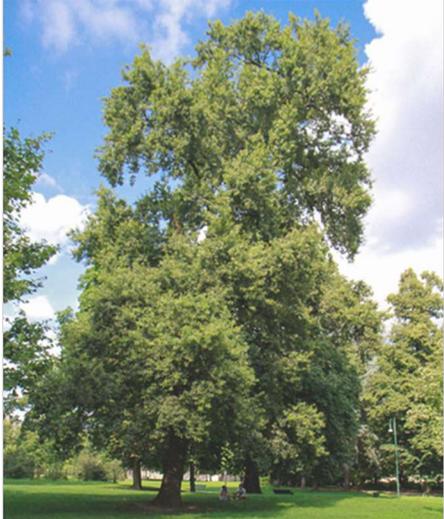
	<p><b>Farnia</b> <i>Quercus robur</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>La farnia è una tipica quercia da pianura, una volta maggiormente diffusa in Italia. In genere è associata al pioppo nero, all'ontano nero, all'acero campestre e al frassino. Resiste bene agli inverni freddi e alle temperature elevate in estate. Le foglie sono semplici e con un cortissimo picciolo (1-5 mm). La lamina è varia, generalmente obovata con circa 4-7 lobi arrotondati per lato. Essendo una pianta monoica, ogni esemplare porta i fiori di entrambi i sessi. I frutti della farnia sono le ghiande.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 25 - 40 m ( I Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Espansa - Globosa</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 10 - 20 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>30% torba, 30% sabbia, 40% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Ottobre - Novembre / Interasse piante <math>\geq</math> 12 m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Febbraio</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole</p>

Tabella 4. Scheda riassuntiva della specie *Quercus robur*.

### 3.4.5 NOCE BIANCO

	<p><b>Noce bianco</b> <i>Juglans regia</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il noce bianco, chiamato anche con il termine “noce comune”, è una pianta presente in quasi tutte le regioni temperate e viene utilizzata per la produzione sia del frutto che del legno. L’essenza cresce nei boschi a quote fino ai 1200 metri e si presenta come un albero vigoroso, alto e dritto, con un’altezza che può raggiungere anche i 30 metri. Il periodo di fioritura avviene ad aprile mentre la maturazione nei mesi di settembre e ottobre.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 20 - 30 m ( II Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Espansa - Globosa</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 10 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>10% sabbia, 20% foglie 70% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Settembre - Ottobre / Interasse piante <math>\geq</math> 10 m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Da giugno a novembre</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole</p>

Tabella 5. Scheda riassuntiva della specie *Juglans regia*.

## 3.4.6 OLMO CAMPESTRE

	<p><b>Olmo campestre</b> <i>Ulmus minor</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>L'olmo è una specie di origine europea abbastanza longeva e presente in tutte le regioni d'Italia, in particolare nelle aree pianeggianti. Difficilmente l'essenza forma boschi puri, poiché cresce in nuclei sporadici insieme alla vegetazione tipica del piano mediterraneo. Può raggiungere i 30-40 metri di altezza e si presenta con un tronco dritto, rami ascendenti, quasi verticali verso il tronco, e una folta chioma.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 20 - 30 m ( II Grandezza )</p>
<p><b>Portamento chioma</b></p>	<p>Globosa</p>
<p><b>Ampiezza chioma</b></p>	<p>Fino a 7 - 9 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>30% argilla, 20% sabbia, 50% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Inizio autunno o fine inverno / Int. piante <math>\geq</math> 10m</p>
<p><b>Potatura</b></p>	<p>Marzo</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole</p>

Tabella 6. Scheda riassuntiva della specie *Ulmus minor*.

### 3.4.7 SALICE ROSSO

	<p><b>Salice rosso</b> <i>Salix purpurea</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il salice rosso è un arbusto presente in tutta la penisola italiana fino ai 1800 metri di quota. L'essenza ha un veloce periodo di crescita e può raggiungere i 5 metri di altezza. Si presenta con rami ricurvi e rossi nella prima fase di crescita, per poi diventare di un colore grigio-verdastro con il passare del tempo. Viene di solito utilizzato per il rinverdimento lungo i corsi d'acqua e scarpate e il rimboschimento di aree umide.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 5 - 6 m</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>Fino a 5 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>Grasso, gessoso, sabbioso e/o argilloso</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Da ottobre ad aprile / Interasse piante <math>\geq</math> 2 m</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Marzo / Aprile</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole, mezz'ombra o ombra</p>

Tabella 7. Scheda riassuntiva della specie *Salix purpurea*.

### 3.4.8 CORNIOLO SANGUINELLO

	<p><b>Corniolo sanguinello</b> <i>Cornus sanguinea</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il corniolo sanguinello è una specie arbustiva presente in tutta Italia e che in condizioni ambientali favorevoli può raggiungere anche i 5-6 metri di altezza. La corteccia del tronco si presenta lucida, con rami e foglie che diventano di un colore rosso cupo nel periodo autunnale. I fiori sono raggruppati in piccole inflorescenze rotonde mentre i frutti, non commestibili, sono piccole bacche di colore scuro raccolte in mazzetti.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 6 - 7 m</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>Fino a 5 - 6 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>Grasso, gessoso, sabbioso e/o argilloso</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Autunno / Interasse piante <math>\geq 2</math> m</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Maggio / Giugno</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 8. Scheda riassuntiva della specie *Cornus sanguinea*.

### 3.4.9 CORNETTA DONDOLINA

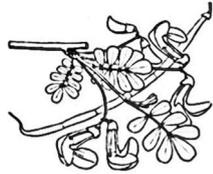
	<p><b>Cornetta dondolina</b> <i>Hippocrepis emerus</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>La cornetta dondolina è una pianta arbustiva sempreverde presente in gran parte dei boschi del territorio italiano, a quote da 0 a 1600 metri s.l.m. Si presenta come una pianta molto ramosa, con dimensioni comprese tra i 50 e i 250 cm di altezza e fiori inodori di un intenso colore giallo. La pianta è ritenuta importante per il miglioramento del contenuto di azoto nel terreno, in quanto è in grado di trasformarlo in forma gassosa grazie ad un batterio al suo interno.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Perenne</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 3 m</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>Fino a 3 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>Calcareao</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Autunno / Interasse piante <math>\geq 1,5</math> m</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Gennaio / Ottobre</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 9. Scheda riassuntiva della specie *Hippocrepis emerus*.

## 3.4.10 BIANCOSPINO

	<p><b>Biancospino comune</b> <i>Crataegus monogyna</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il biancospino è una pianta arbustiva e si trova in varie parti del mondo, compresa l'Europa. È una specie di pianta a crescita lenta, ma allo stesso tempo molto longeva, con un periodo di vita fino a 500 anni e delle dimensioni che vanno dai 50 cm ai 6 m di altezza. Si presenta con piccole foglie di un colore verde lucido e dei fiori di colorazione bianco-rosacea, con la corolla composta da cinque petali. I frutti sono rossi, ovali, di circa 1 cm, con un nocciolo che contiene il seme.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Perenne</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 6 m</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>Fino a 5 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>30% sabbia, 70% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Tra ottobre e marzo / Interasse piante <math>\geq</math> 2 m</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Aprile / Maggio</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 10. Scheda riassuntiva della specie *Crataegus monogyna*.

### 3.4.11 PRUGNOLO

	<p><b>Prugnolo</b> <i>Prunus spinosa</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>Il prugnolo è una pianta arbustiva spinosa diffusa in tutta Europa. È una specie vegetativa longeva e può vivere fino a 60 anni di età. La pianta può raggiungere altezze variabili, con dimensioni fino a 3 metri di altezza, a seconda dell'ambiente in cui si trova e dalla forma di crescita. Si presenta con un fusto irregolare, con un legno molto forte e di colore grigio scuro. I rami, sul rossastro, sono sottili e spinosi, con dei fiori di un colore chiaro e il frutto tendente al bluastro.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Deciduo</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>Fino a 5 m</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>Fino a 4 m</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>20% torba,30% pomice,50% terriccio universale</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Autunno / Interasse piante <math>\geq 2</math> m</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Febbraio / Aprile</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole o mezz'ombra</p>

Tabella 11. Scheda riassuntiva della specie *Prunus spinosa*.

### 3.4.12 PERVINCA MINORE

	<p><b>Pervinca minore</b> <i>Vinca minor</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>La pervinca minore è una pianta erbacea presente in tutte le regioni d'Italia, salvo che in Sardegna. L'essenza cresce prevalentemente nel sottobosco, ma viene utilizzata spesso per tappezzare le aiuole ai piedi delle alberature. L'altezza della pianta, in genere, risulta essere in media di 40 cm, con un'espansione dai 100 ai 150 cm. Presenta foglie ovali di colore verde intenso e lucido e fiori di colore azzurro-violetto, chiamato per l'appunto "blu pervinca".</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Perenne</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>15 cm da adulta</p>
<p><b>Ampiezza</b></p>	<p>50 cm da adulta</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>Grasso, gessoso, sabbioso e/o argilloso</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Tra settembre e marzo / Interasse piante <math>\geq</math> 40 cm</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Marzo / Maggio</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Pieno sole, mezz'ombra o ombra</p>

Tabella 12. Scheda riassuntiva della specie *Vinca Minor*.

### 3.4.13 ANEMONE DEI BOSCHI

	<p><b>Anemone dei boschi</b> <i>Anemone nemorosa</i></p>
	
<p><b>Descrizione</b></p> <p>L'anemone dei boschi è una piccola pianta erbacea che cresce in luoghi ombrosi, raggiungendo un'altezza massima di circa 30 cm. In Italia si trova soprattutto nelle regioni centro-settentrionali, dalle zone collinari fino ai 1800 metri di quota. Si adatta molto bene ai contesti climatici freddi, sopportando anche le gelide temperature invernali. Durante le estati troppo calde, invece, l'essenza tende ad entrare in riposo vegetativo.</p>	
<p><b>Tipo</b></p>	<p>Perenne</p>
<p><b>Altezza</b></p>	<p>30 cm da adulta</p>
<p><b>Terriccio</b></p>	<p>Grasso, gessoso, sabbioso e/o argilloso</p>
<p><b>Messa a dimora</b></p>	<p>Autunno o primavera</p>
<p><b>Fioritura</b></p>	<p>Marzo / Luglio</p>
<p><b>Esposizione</b></p>	<p>Mezz'ombra o ombra</p>

Tabella 13. Scheda riassuntiva della specie *Anemone nemorosa*.

## 4. ESEMPI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

L'analisi di esperienze pressoché analoghe all'interno di un determinato territorio, dal punto di vista delle finalità, permette l'individuazione di sistemi e di criteri da cui cogliere suggerimenti e informazioni utili per la ricerca di linee guida e soluzioni per il proprio caso di progetto.

In questa fase di studio è possibile individuare e apprendere particolari strategie di intervento volte alla salvaguardia, alla conservazione e alla valorizzazione del paesaggio limitrofo con lo scopo di adottare le migliori misure per mascherare queste strutture.

Dai riferimenti riportati in seguito è possibile osservare come l'inserimento di singoli edifici, piuttosto che di interi complessi industriali all'interno di un contesto paesaggistico, risulti complesso e delicato nella maggior parte dei casi; ragion per cui si dimostra necessario, già da una prima fase di pianificazione, individuare le strategie più valide e condivise, le quali possono essere collegate alla scelta della vegetazione,

così come a quella del colore o dei materiali da impiegare.

Inoltre, con l'utilizzo di particolari scelte progettuali, è possibile constatare come queste soluzioni caratterizzino in modo particolare realtà di pregio, sia dal punto di vista produttivo che di quello economico.

Gli esempi riportati sono realizzazioni attuate sia in Piemonte che in altre zone d'Italia, le quali presentano caratteristiche ambientali e climatiche simili al territorio in cui è collocata la nostra area di studio.

A questo repertorio, in aggiunta, sono stati affiancati dei modelli di supporto, con cui è possibile identificare correttamente le costruzioni prese in esame e individuare in maniera mirata le soluzioni adottate nel caso specifico. Tra questi è presente il progetto dell'Azienda Vitivinicola Michele Chiarlo di Calamandrana, già citata in precedenza, oltre che interventi in cui è stata vista partecipare l'azienda Harpo S.p.a., la quale, con particolare disponibilità, si è dimostrata interessata a collaborare nel corso della tesi.

#### 4.1 CASCINA VAL DEL PRETE (CN)

<b>Cascina Val del Prete</b>			
<b>Anno</b>	2014		
<b>Località</b>	Priocca d'Alba (CN)		
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Riqualificazione</b>		
<b>Descrizione</b>			
<p>Attraversando i paesaggi del Roero, più precisamente a Priocca d'Alba, è possibile osservare questa particolare soluzione di copertura verde realizzata su una ex stalla per bovini, attraverso la parziale demolizione e trasformazione di un capannone agricolo in cemento armato prefabbricato. Nel progetto di Enrico Boffa e Andrea Delpiano, l'intervento dell'azienda Harpo ha mitigato l'impatto paesaggistico di questa struttura in cemento armato attraverso l'utilizzo di un manto verde sulla copertura inclinata, rendendo questo edificio unico all'interno del paesaggio.</p>			
<b>Copertura verde</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>	Tetto verde inclinato di tipo estensivo		
<b>Vegetazione</b>	Prato naturale		
<b>Esposizione</b>	Nord-Est / Sud-Ovest		
<b>Verde verticale</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>			
<b>Vegetazione</b>			
<b>Esposizione</b>			

Tabella 14. Scheda riassuntiva Cascina Val del Prete, Comune di Priocca d'Alba (CN).

## 4.2 GIOJ MANIFATTURA (AL)

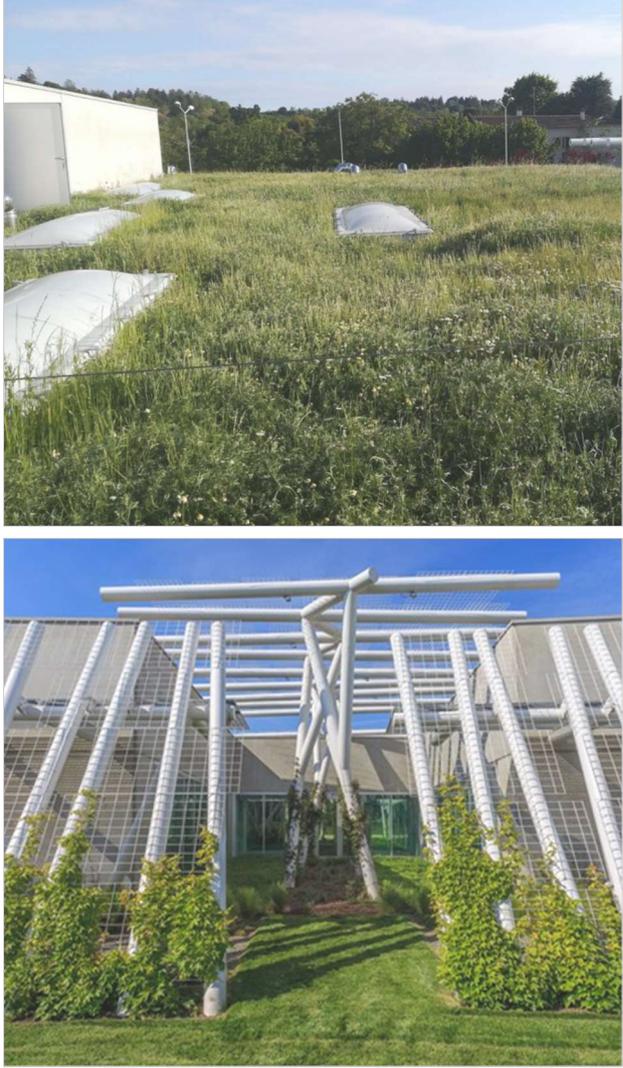
<b>Azienda Gioj Manifattura</b>			
<b>Anno</b>	2018		
<b>Località</b>	Valenza (AL)		
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Nuova realizzazione</b>		
<b>Descrizione</b>			
<p>La nuova sede della Gioj, azienda di manifattura orafa, è stata progettata dall'architetto Claudio De Angelis con l'obiettivo di immergere il fabbricato letteralmente nel verde, in modo tale da renderlo non più un edificio, ma un luogo che si connettesse con il paesaggio circostante, caratterizzato da colline e immerso nella vegetazione. Per questo, si è realizzato un sistema di facciata verde con rampicanti accompagnato dalla creazione di una copertura verde estensiva a prato naturale.</p>			
<b>Copertura verde</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>	Tetto verde piano di tipo estensivo		
<b>Vegetazione</b>	Prato naturale		
<b>Esposizione</b>	Tutti i lati		
<b>Verde verticale</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>	Inverdimento indiretto		
<b>Vegetazione</b>	Edera		
<b>Esposizione</b>	Nord, Ovest e Sud		

Tabella 15. Scheda riassuntiva Azienda Gioj Manifattura, Comune di Valenza (AL).

### 4.3 CANTINA RENATO RATTI (CN)

<b>Cantina Renato Ratti</b>				
<b>Anno</b>	2004			
<b>Località</b>	La Morra (CN)			
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Nuova realizzazione</b>			
<b>Descrizione</b>				
<p>Per le sue botti di barolo, la cantina Ratti ha scelto il verde pensile come soluzione per la realizzazione della copertura, con lo scopo di immergersi con armonia e discrezione nel paesaggio, riproponendo l'andamento delle colline che la circondano. Con questa particolare tipologia di soluzione, la cantina ha avuto la possibilità di diminuire i consumi energetici fino al 30%, rendendo questo edificio sia sostenibile che conveniente dal punto di vista economico.</p>				
<b>Copertura verde</b>		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO			
<b>Tipologia</b>	Tetto verde piano e inclinato di tipo estensivo			
<b>Vegetazione</b>	Prato naturale			
<b>Esposizione</b>	Tutti i lati			
<b>Verde verticale</b>		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO			
<b>Tipologia</b>				
<b>Vegetazione</b>				
<b>Esposizione</b>				

Tabella 16. Scheda riassuntiva Cantina Renato Ratti, Comune di La Morra (CN).

#### 4.4 CANTINA SALCHETO (SI)

<b>Cantina Salcheto</b>		 		
<b>Anno</b>	2011			
<b>Località</b>	Montepulciano (SI)			
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Nuova realizzazione</b>			
<b>Descrizione</b>				
<p>Anche se non presente nei territori collocati nelle vicinanze della nostra zona di progetto, si è voluto inserire questo particolare esempio per la proposta che è stata capace di portare e di realizzare l'azienda Harpo, con un sistema di mitigazione per la facciata che si è rivelato efficace per il contesto collinare in cui è situata la cantina. Quest'ultima, inoltre, grazie allo sfruttamento di tecnologie ambientaliste, è produttrice di energia pulita, dal biogas alle biomasse, dal solare alla geotermica e raggiunge, così, l'autosufficienza energetica.</p>				
<b>Copertura verde</b>		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO			
<b>Tipologia</b>		Tetto verde piano di tipo intensivo		
<b>Vegetazione</b>		Prato naturale		
<b>Esposizione</b>		Nord e Ovest		
<b>Verde verticale</b>		<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO			
<b>Tipologia</b>		Giardino verticale		
<b>Vegetazione</b>		Edera, Felce, Graminacee		
<b>Esposizione</b>		Nord-Est		

Tabella 17. Scheda riassuntiva Cantina Salcheto, Comune di Montepulciano (SI).

#### 4.5 CANTINA LA RAIA (AL)

<b>Cantina La Raia</b>		 
<b>Anno</b>	2004-2021	
<b>Località</b>	Novi Ligure (AL)	
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Ristrutturazione</b>	
<b>Descrizione</b>		
<p>L'impegno strategico ed economico e le iniziative di carattere sostenibile sono solo alcuni degli aspetti che caratterizzano l'azienda agricola La Raia, la quale, nel corso dell'ultimo anno, ha portato a termine la realizzazione di un impianto fotovoltaico, con cui l'azienda si rende semi-indipendente dal punto di vista energetico. L'impianto interessa circa due terzi della superficie della copertura; la restante parte, infatti, è coibentata da terra cruda, realizzata nel 2004 in un primo intervento di ristrutturazione.</p>		
<b>Copertura verde</b>	SI	NO
<b>Tipologia</b>	Tetto verde piano di tipo estensivo	
<b>Vegetazione</b>	Prato naturale	
<b>Esposizione</b>	Tutti i lati	
<b>Verde verticale</b>	SI	NO
<b>Tipologia</b>		
<b>Vegetazione</b>		
<b>Esposizione</b>		

Tabella 18. Scheda riassuntiva Cantina La Raia, Comune di Novi Ligure (AL).

## 4.6 CANTINA MICHELE CHIARLO (AT)

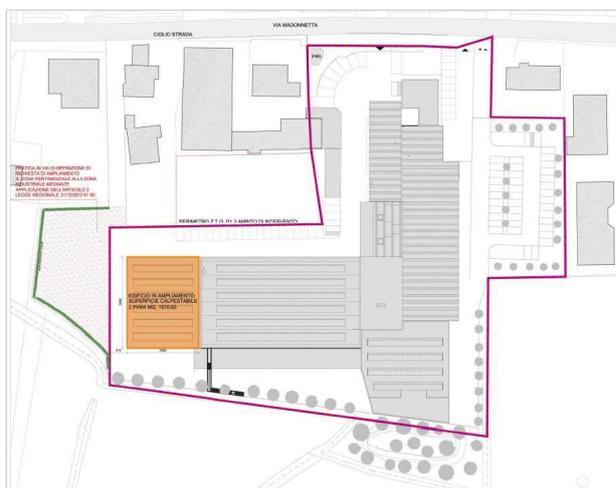
<b>Azienda Vitivinicola Michele Chiarlo</b>			
<b>Anno</b>	2018		
<b>Località</b>	Calamandrana (AT)		
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Riqualificazione</b>		
<b>Descrizione</b>			
<p>Nella zona industriale di Calamandrana, la Cantina Michele Chiarlo emerge per la sua particolare soluzione di facciata, la quale è caratterizzata dall'inserimento di rampicanti e di appositi vasi ancorati alla struttura retrostante, costituita da telai di parete modulari metallici. Gli elementi vegetativi di questa facciata, su terriccio speciale, richiedono sostituzione periodica in assenza di irrigazione continua. Si evidenziano strati di crescita differenziali.</p>			
<b>Copertura verde</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>			
<b>Vegetazione</b>			
<b>Esposizione</b>			
<b>Verde verticale</b>		SI	NO
<b>Tipologia</b>	Inverdimento indiretto ed elementi contenitori		
<b>Vegetazione</b>	Edera, Tillandsia, Graminacee		
<b>Esposizione</b>	Ovest		

Tabella 19. Scheda riassuntiva Cantina Michele Chiarlo, Comune di Calamandrana (AT).

## 4.7 COMPLESSO INDUSTRIALE A CAMPODARSEGO (PD)

<b>Complesso industriale</b>		
<b>Anno</b>	2017	
<b>Località</b>	Campodarsego (PD)	
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Mitigazione ambientale</b>	
<b>Descrizione</b>		
<p>L'intervento all'interno del complesso prevede l'ampliamento di uno dei fabbricati industriali, oltre che la ristrutturazione degli edifici esistenti. A questa è stata integrata una strategia di mitigazione, attraverso la creazione di un dialogo con l'ambiente paesaggistico e storico esistente. Il progetto, oltre alla realizzazione di nuovi spazi verdi, prevede la piantumazione di filari alberati lungo gli argini e i confini, permettendo un contenimento visivo, acustico e delle acque. Come tipologia vegetativa è stato proposto l'utilizzo del Carpino Bianco, data la sua compattezza e le sue dimensioni utili ai fini di esercitare la sua funzione schermante.</p>		
<b>Incremento superfici permeabili</b>	SI	NO
<b>Formazione elementi di schermatura</b>	SI	NO
<b>Piantumazione specie arbustive</b>	SI	NO
<b>Piantumazione specie arboree</b>	SI	NO
<b>Connessione con verde esistente</b>	SI	NO

Tabella 20. Scheda riassuntiva complesso industriale, Comune di Cammpodarsego (PD).



#### 4.8 ZONA INDUSTRIALE DI MANCASALE (RE)

<b>Zona industriale di Mancasale</b>		
<b>Anno</b>	2020	
<b>Località</b>	Mancasale (RE)	
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Mitigazione ambientale</b>	
<b>Descrizione</b>		
<p>La trasformazione del Parco Industriale di Mancasale è l'occasione per procedere ad una riqualificazione dell'immagine complessiva dell'area, con priorità rivolta alla percezione delle varie strade principali. Il progetto per questo complesso trova come elemento ordinatore l'uso gerarchico del colore, oltre alla realizzazione di nuove aree verdi di arredo stradale. La vegetazione verrà utilizzata anche come filtro tra la realtà industriale e quella agricola al suo esterno, attraverso la piantumazione di filari alberati lungo i bordi dell'area produttiva e di quinte vegetative in punti strategici.</p>		
<b>Incremento superfici permeabili</b>	SI	NO
<b>Formazione elementi di schermatura</b>	SI	NO
<b>Piantumazione specie arbustive</b>	SI	NO
<b>Piantumazione specie arboree</b>	SI	NO
<b>Connessione con verde esistente</b>	SI	NO



Tabella 21. Scheda riassuntiva zona industriale, Comune di Mancasale (RE).

#### 4.9 COMPLESSO COMMERCIALE A SAN BONIFACIO (VR)

(NON ANCORA REALIZZATO)

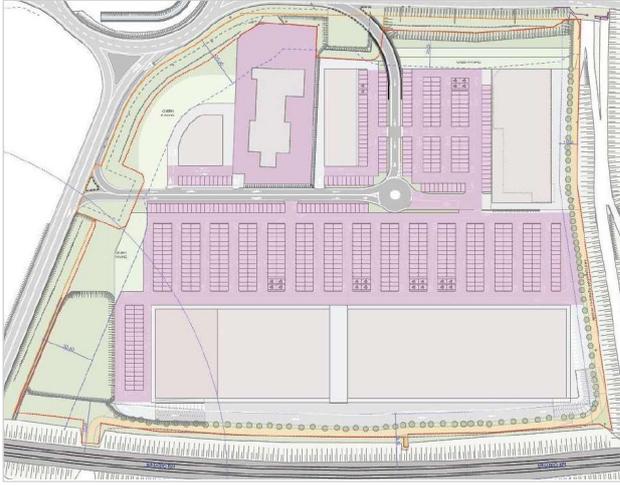
<b>Nuovo complesso commerciale</b>		  	
<b>Anno</b>	2018		
<b>Località</b>	San Bonifacio (VR)		
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Nuova realizzazione</b>		
<b>Descrizione</b>			
<p>La particolarità di quest'intervento è la sua posizione, in quanto il progetto prevede la realizzazione di un nuovo parco commerciale collocato a ridosso di una rotatoria di accesso al casello autostradale. L'obiettivo è l'organizzazione degli spazi distributivi e degli accessi rispetto all'inserimento del nuovo edificio già progettato, oltre che alla creazione di importanti sistemi di filari perimetrali, verde ornamentale e nuove aree boscate, al fine di ridurre l'impatto del nuovo complesso nei confronti del territorio; ragion per cui, si è optato per l'utilizzo di specie autoctone, oltre all'impiego di materiali coerenti con il contesto.</p>			
<b>Incremento superfici permeabili</b>	SI	NO	
<b>Formazione elementi di schermatura</b>	SI	NO	
<b>Piantumazione specie arbustive</b>	SI	NO	
<b>Piantumazione specie arboree</b>	SI	NO	
<b>Connessione con verde esistente</b>	SI	NO	

Tabella 22. Scheda riassuntiva nuovo complesso commerciale, Comune di San Bonifacio (VR).

#### 4.10 CENTRALE TERMOELETTRICA A TRIESTE (TS)

(NON ANCORA REALIZZATO)

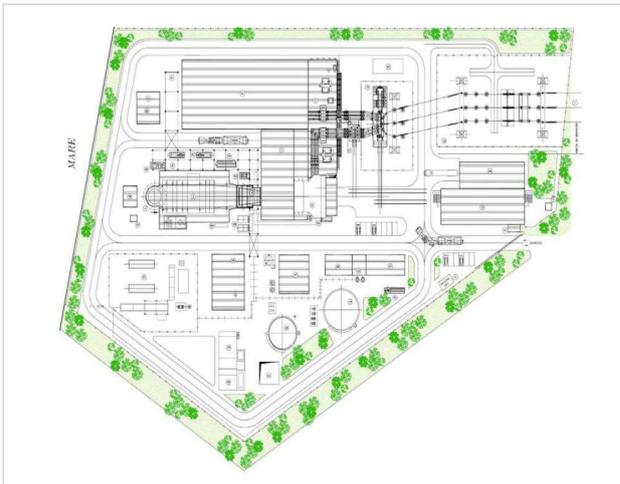
<b>Nuova centrale termoelettrica</b>			
<b>Anno</b>	2010		
<b>Località</b>	Trieste (TS)		
<b>Tipologia intervento</b>	<b>Nuova realizzazione</b>		
<b>Descrizione</b>			
<p>La proposta di progetto verte sulla predisposizione delle opere a verde di contorno al nuovo complesso edilizio che ospiterà la Centrale Termoelettrica a Ciclo Combinato, al fine di ridurre la percezione di quest'ultima e di minimizzare di conseguenza l'impatto visivo. Oltretutto, attraverso la messa a dimora di nuove entità vegetative, scelte attraverso l'analisi di quelle già presenti all'interno del territorio, si andrà a migliorare l'inserimento della struttura edilizia all'interno di un contesto tutt'oggi compromesso dagli insediamenti produttivi, i quali caratterizzano buona parte del Golfo di Muggia a Trieste.</p>			
<b>Incremento superfici permeabili</b>	SI	NO	
<b>Formazione elementi di schermatura</b>	SI	NO	
<b>Piantumazione specie arbustive</b>	SI	NO	
<b>Piantumazione specie arboree</b>	SI	NO	
<b>Connessione con verde esistente</b>	SI	NO	

Tabella 23. Scheda riassuntiva nuova centrale termoelettrica, Comune di Trieste (TS).



## 5. LINEE GUIDA PER IL PROGETTO PAESAGGISTICO

Il fine di adottare linee guida per il miglioramento paesaggistico all'interno dell'area industriale di Calamandrana è quello di indirizzare le azioni preliminari di progettazione, le cui decisioni, in seguito all'esecuzione dei lavori, porteranno ad un impatto diretto della dimensione paesaggistica del territorio, nonché punti essenziali per un processo di riequilibrio ecologico.

Il progetto del verde deve essere orientato a migliorare la qualità del paesaggio percepito, evitando allo stesso tempo alterazioni significative che potrebbero deturpare il carattere esistente. Pertanto, si sono considerati opportuni interventi di irrobustimento di entità vegetale all'interno dell'area, senza la modifica sostanziale del carattere distintivo e tipico del territorio.

I principi che seguono indicano le linee fondamentali e i criteri che dovranno essere osservati durante la progettazione del paesaggio, con lo scopo di evitare o comunque minimizzare, nel miglior modo

possibile, l'impatto dei capannoni industriali attraverso l'utilizzo di fasce di verde, localizzate in punti strategici dell'area e, allo stesso tempo, di valorizzare quelli positivi attraverso il loro inserimento.

Quindi, per ciò che concerne l'introduzione delle nuove entità vegetative, si è deciso di adottare delle tipologie di intervento che guidano l'evoluzione del paesaggio in relazione alle esigenze citate, riguardanti le problematiche dovute al forte impatto di quest'area, sia per gli osservatori posti sulle aree collinari circostanti che per coloro che l'attraversano, al fine di migliorare le condizioni dell'ambiente interessato.

Con il reperimento dei dati interessanti la flora dell'area, grazie alle specie indicate all'interno della Carta Forestale del Piemonte e a quelle osservate e studiate durante i sopralluoghi, è stato possibile determinare quali entità inserire all'interno della proposta progettuale, a seconda delle esigenze prefissate che dovranno essere soddisfatte.

## 5.1 STATO DI FATTO

Considerata, quindi, la zona industriale nel suo complesso, si è posti come primo obiettivo quello di esaminare quali siano gli elementi impattanti al suo interno e sui quali risulterebbe necessario intervenire, ai fini di un miglioramento e di una riduzione dell'impatto visivo da parte dell'osservatore, in particolare nei riguardi degli impianti più emergenti. Tuttavia, per ciascuno di questi, è stata valutata la concreta possibilità di poter realizzare o intervenire con determinate soluzioni, in quanto, in molte situazioni, non

è risultato possibile proporre uno specifico intervento per cause legate, in particolare, al limitato spazio di inserimento di potenziali componenti nelle diverse situazioni e per le quali in seguito saranno valutate altre tipologie d'intervento.

A seguire, invece, per ciascuno dei punti scelti come potenziali zone d'intervento è stato riportato uno stralcio di planimetria corrispondente allo stato di fatto, con annesse una serie di fotografie e una breve descrizione, in modo da fornire una visione più completa dei diversi siti.



Figura 39. Planimetria della zona industriale di Calamandrana con indicazione dei punti delle nuove proposte di progetto.

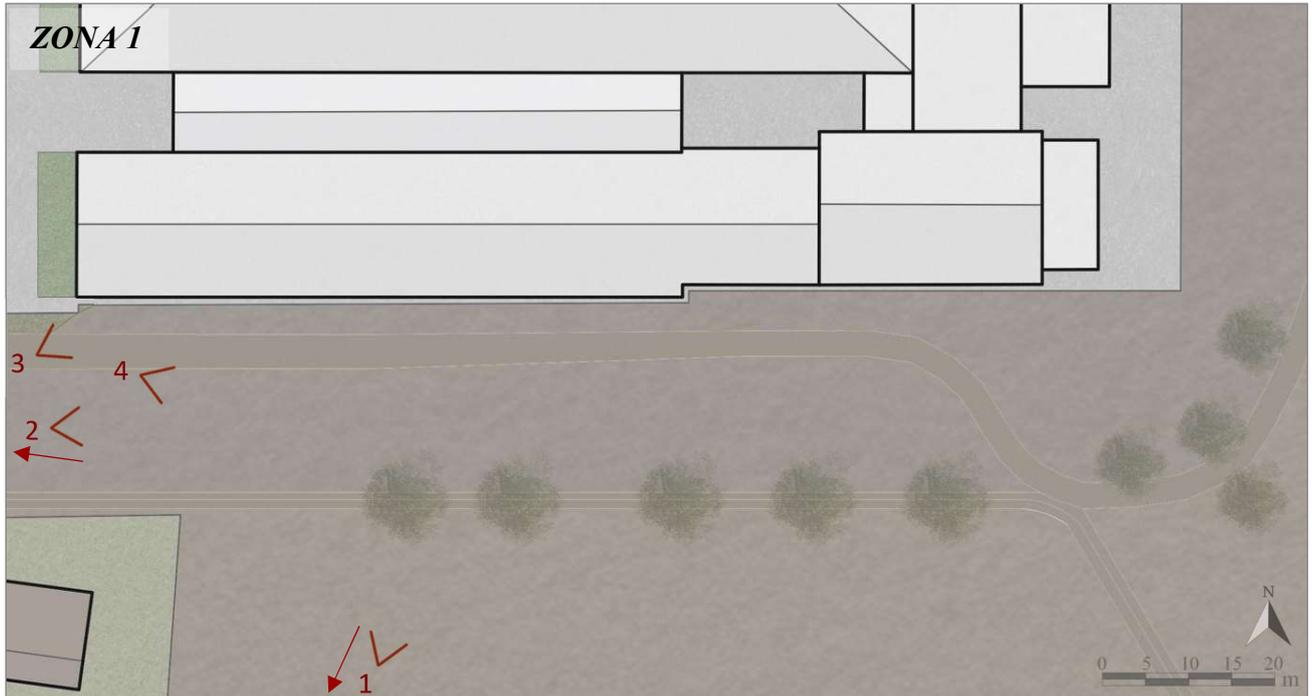


Figura 40. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.



Figura 41. Spazio esterno fronte sud della cantina Michele Chiarlo. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 42. Spazio esterno fronte sud della cantina Michele Chiarlo. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 43. Spazio esterno fronte sud alla cantina Michele Chiarlo. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 44. Spazio esterno fronte sud alla cantina Michele Chiarlo. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

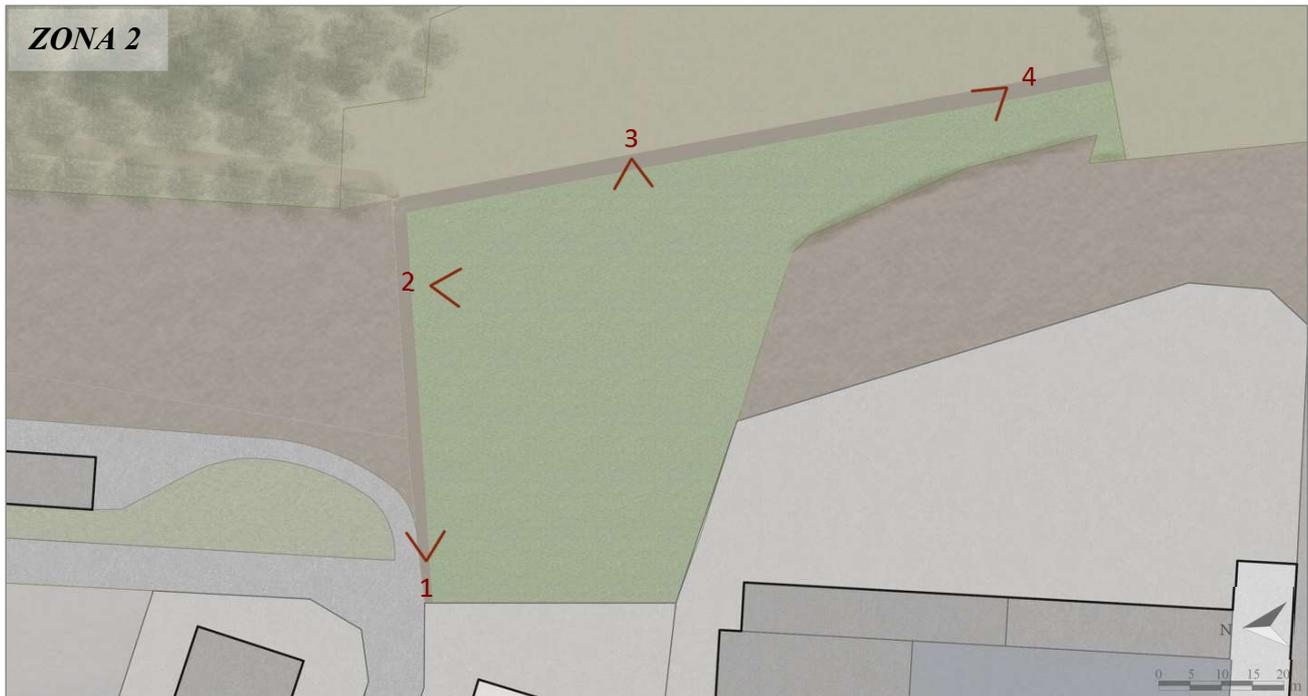


Figura 45. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.

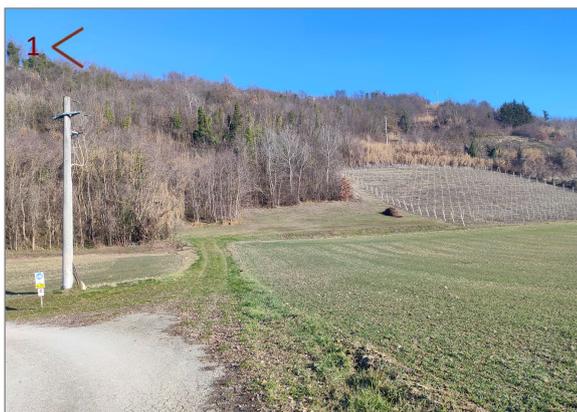


Figura 46. Zona ad est dell'area, ai piedi della collina. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 47. Zona ad est dell'area, ai piedi della collina. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 48. Zona ad est dell'area, ai piedi della collina. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 49. Zona ad est dell'area, ai piedi della collina. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

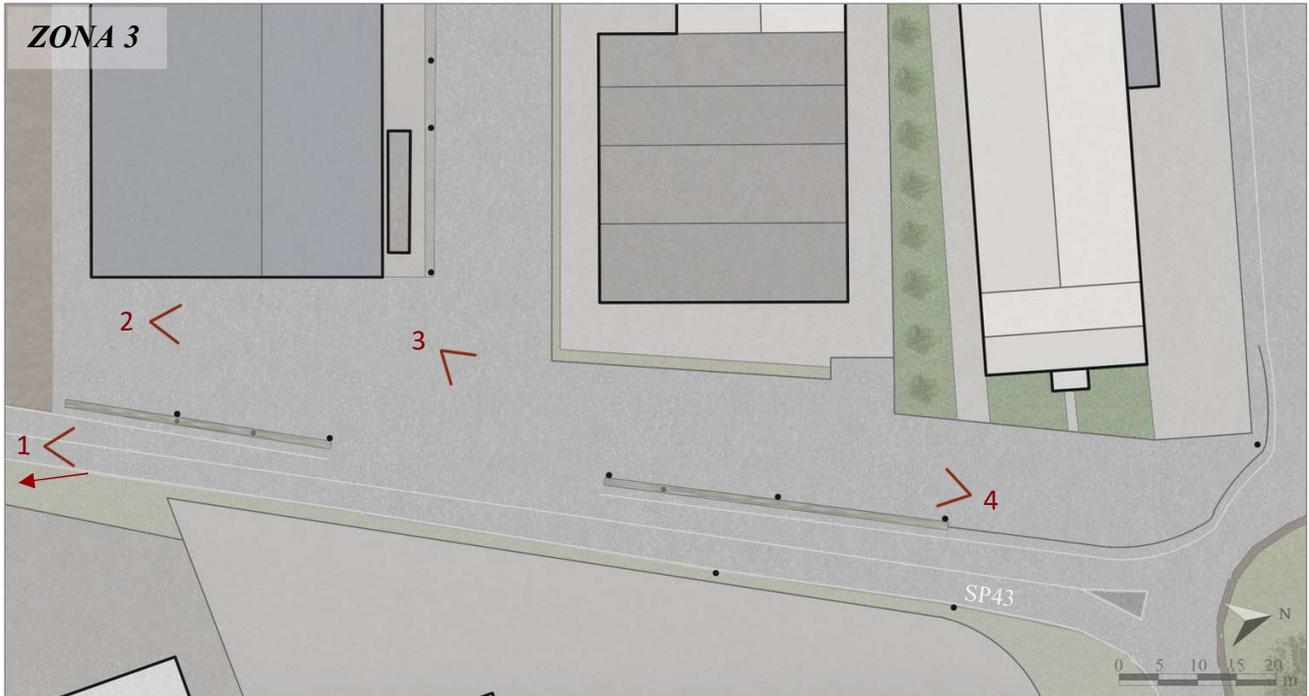


Figura 50. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.



Figura 51. Spazio di sosta mezzi lungo la SP592, direzione Canelli. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 52. Spazio di sosta mezzi lungo la SP592, direzione Canelli. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 53. Spazio di sosta mezzi lungo la SP592, direzione Canelli. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 54. Spazio di sosta mezzi lungo la SP592, direzione Canelli. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

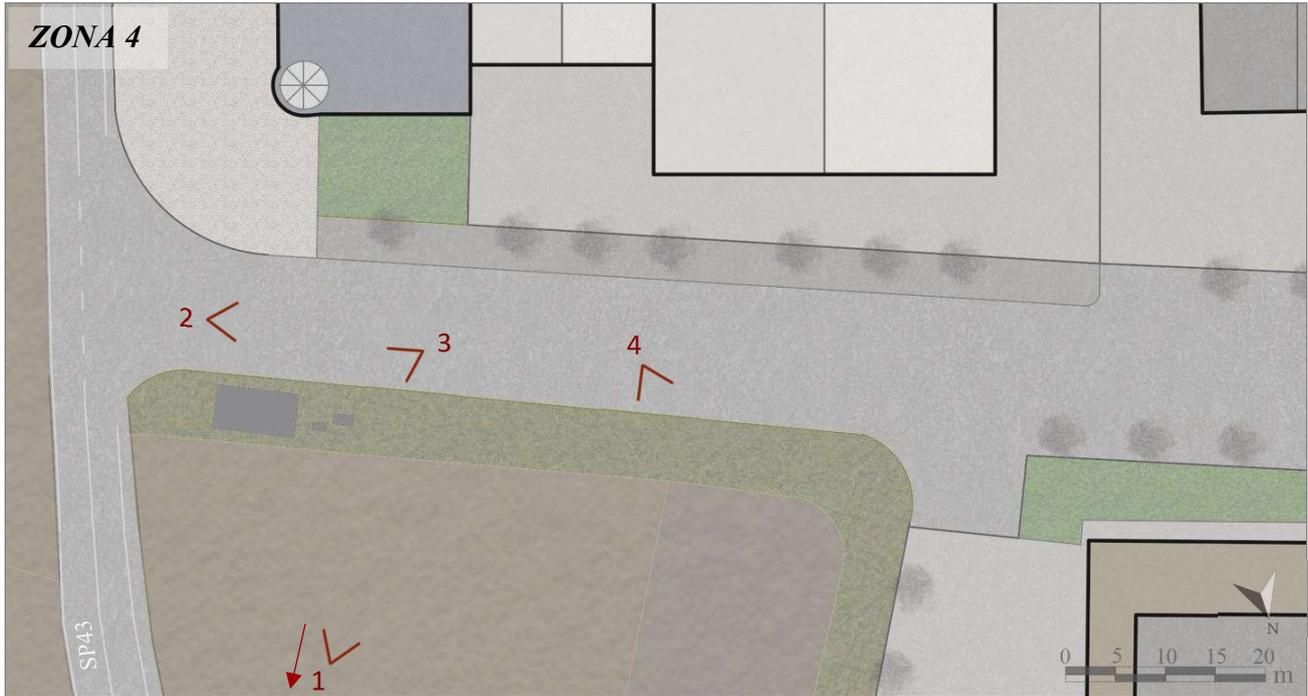


Figura 55. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.



Figura 56. Facciata nord dell'azienda Aptaca. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 57. Strada fronte nord all'azienda Aptaca. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 58. Strada fronte nord all'azienda Aptaca. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 59. Strada fronte nord all'azienda Aptaca. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

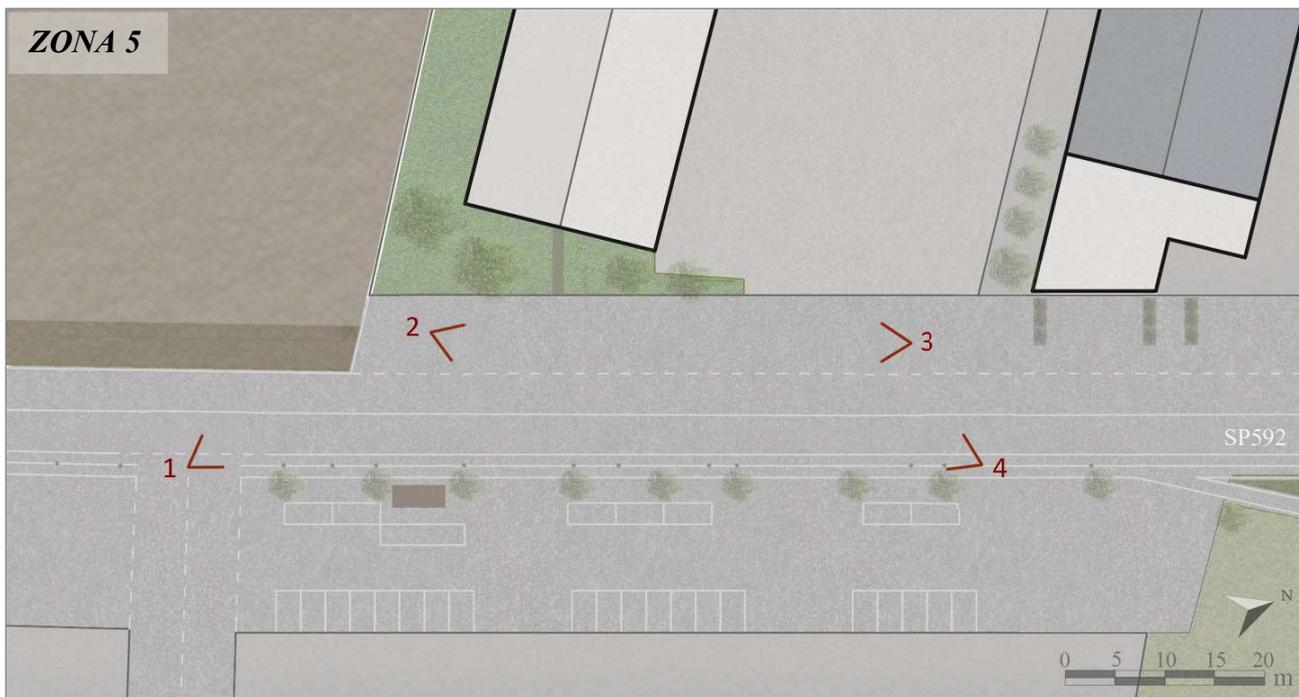


Figura 60. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.



Figura 61. Spazio di sosta mezzi lungo la SP43, direzione Bistagno. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 62. Spazio di sosta mezzi lungo la SP43, direzione Bistagno. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 63. Spazio di sosta mezzi lungo la SP43, direzione Bistagno. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

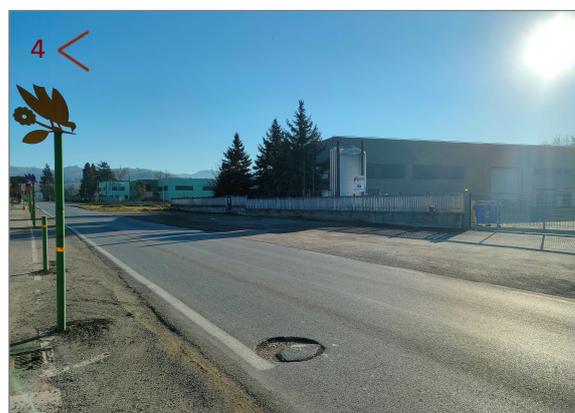


Figura 64. Spazio di sosta mezzi lungo la SP43, direzione Bistagno. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

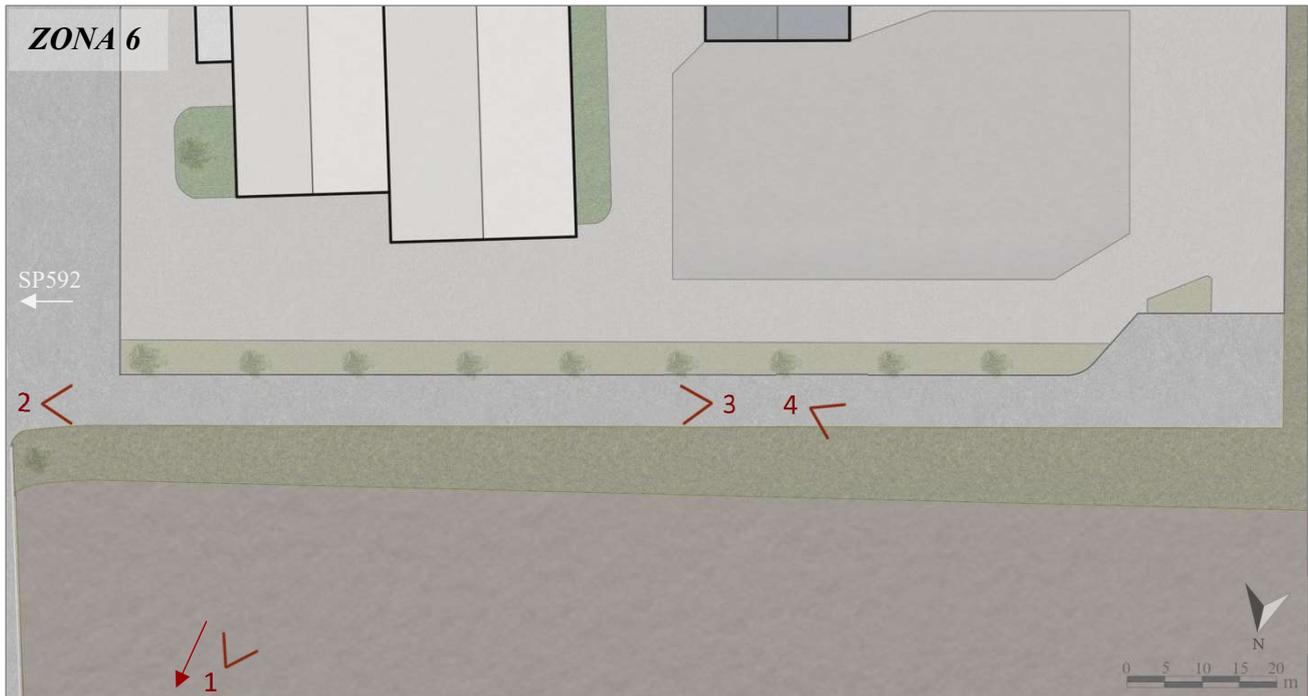


Figura 65. Planimetria allo stato di fatto della zona considerata.



Figura 66. Facciata nord dell'azienda Balbo Sugheri. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 67. Strada fronte nord all'azienda Balbo Sugheri. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 68. Strada fronte nord all'azienda Balbo Sugheri. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 69. Strada fronte nord all'azienda Balbo Sugheri. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

**ZONA 1.** L'area è situata in corrispondenza del fronte sud della Cantina Michele Chiarlo, osservabile per coloro che si spostano verso il centro abitato di Calamandrana. Se i restanti tre fronti del fabbricato sono schermati da vegetazione alla vista di potenziali osservatori che percorrono la SP592 o che si trovano nella collina di Calamandrana Alta, il fronte sud risulta visibile, quasi per intero, nel tratto di strada iniziale dopo la rotonda in direzione del centro cittadino (*Figura 41*), con un conseguente impatto negativo nei confronti delle persone che percorrono tale percorso.

Poco distante dalla facciata dell'edificio sono collocate una serie di alberature, le quali garantiscono una limitata protezione dell'impatto visivo dal percorso stradale; per questo motivo, dato lo spazio disponibile, potrebbero essere integrate con altre componenti arboree e/o arbustive.

**ZONA 2.** L'area è situata ad est della zona industriale, dietro ai fabbricati collocati ai piedi della collina di Calamandrana Alta. Questa è raggiungibile per mezzo di una strada secondaria della SP43, situata a destra dopo aver oltrepassato la rotonda. Al termine della tale, è possibile percorrere un breve tratto di strada sterrata all'interno della zona

per poi raggiungere un sentiero collocato all'interno dell'area boschiva, il quale porta il visitatore verso la parte alta della collina (*Figura 46*). L'area in questione è caratterizzata dalla presenza di una serie di impianti industriali lungo il suo perimetro (*Figura 47 e 48*), i quali deturpano la vista di potenziali osservatori che attraversano tale spazio; quest'ultimi, però, potrebbero essere schermati attraverso una serie di entità vegetazionali tipiche del territorio lungo il loro perimetro, data la presenza di verde incolto infestante per gran parte della zona.

**ZONA 3.** L'area è posta in corrispondenza della SP592, situata a destra dopo aver varcato la rotonda in direzione di Canelli. Il luogo è caratterizzato dalla presenza di tre fabbricati industriali, i quali sono separati dalla carreggiata per mezzo di uno spiazzo interamente asfaltato. La presenza di vegetazione è minima, in quanto è presente solamente una piccola aiuola collocata a bordo strada (*Figura 53 e 54*). Questo rende lo spazio estremamente impattante per coloro che lo attraversano, sia per gli osservatori che arrivano da nord che per quelli da sud.

Nonostante ciò, l'area presenta uno spazio tale da essere integrata con della potenziale vegetazione, operando, tuttavia, con

particolare attenzione data la presenza sia di segnaletica verticale stradale che di pali dei lampioni per l'illuminazione del luogo nelle ore notturne.

**ZONA 4.** L'area è situata in corrispondenza di una strada secondaria della SP592, sul fronte nord-est dell'azienda Aptaca. Questa è osservabile, in modo particolare, per coloro che da Calamandrana si spostano in direzione di Canelli, in quanto, per un breve tratto di strada, è ben visibile data la completa e libera visuale tra quest'ultima e l'edificio (*Figura 56*); proprio per questo motivo, per coloro che percorrono questo tratto sia con un veicolo che in bicicletta (dato il passaggio della nuova pista ciclabile), tale vista risulta alquanto impattante. Tuttavia, è presente sul fronte nord-est di quest'ultima, tra la strada secondaria e il campo coltivato, uno spazio verde utilizzabile per l'inserimento di eventuali componenti vegetali (*Figura 59*), i quali andrebbero a mitigare, anche se in parte data la presenza di una cabina elettrica (*Figura 58*), l'impatto dell'edificio nei confronti degli osservatori sopra citati.

**ZONA 5.** L'area è situata in corrispondenza della SP43, nello spiazzo asfaltato collocato al di fuori dell'azienda MPF Impianti S.r.l. Quest'ultima è visibile per tutti coloro che si

spostano da Calamandrana in direzione di Rocchetta Palafea e viceversa e presenta, come in molti altri spazi nell'intorno, un deciso impatto visivo, non essendo integrata a forme di schermatura per gran parte del fronte del fabbricato. A differenza di molti altri impianti lungo la SP43, quest'ultima ha la possibilità di essere integrata potenzialmente con nuove entità vegetative lungo la sede stradale, andando, magari, a riprendere quelle già presenti sul fronte opposto della carreggiata, in corrispondenza del parcheggio delle aziende Coclea Technology e Siragusa S.r.l.

**ZONA 6.** L'area è situata in corrispondenza di una strada secondaria della SP43, sul fronte nord-ovest dell'azienda Balbo Sugheri. Questa è osservabile in particolar modo per coloro che da Calamandrana si spostano in direzione di Rocchetta Palafea in quanto, per un breve tratto stradale, il fronte del fabbricato in questione risulta completamente esposto data la visuale libera tra quest'ultima e la carreggiata (*Figura 66*). Nonostante ciò, sul fronte nord-ovest del complesso, tra la strada secondaria e il campo coltivato, è presente uno spazio verde per l'eventuale messa a dimora di specie arboree (*Figura 69*), le quali andrebbero a schermare

la visuale impattante che l'edificio conferisce alla vista degli osservatori.

## 5.2 MODALITÀ E CRITERI DI INTERVENTO

Come anticipato nel paragrafo precedente, per diverse situazioni all'interno dell'area non sarà possibile attuare interventi di mitigazione a livello urbano a causa dei limitati spazi d'intervento disponibili nel rispetto dei confini, nonché l'attuazione di quest'ultimi in spazi esterni ai lotti industriali e alle aree agricole. Ciononostante, gli impianti per i quali non potrà essere attuata nessuna soluzione schermante a livello urbano potranno essere caratterizzati da altre tipologie di interventi applicati all'interno del lotto di appartenenza o, addirittura, direttamente alla pelle dell'edificio. Per questo motivo, nel capitolo successivo, sarà preso come riferimento un fabbricato in particolare all'interno della zona industriale per il quale verrà proposto un progetto pilota, che potrà essere ripresentato in maniera simile per le altre realtà produttive dell'area. Una questione importante relativa al tema della mitigazione è quella dei bordi che caratterizzano l'area produttiva, in particolare quelli sui fronti nord-ovest, est e sud, i quali

possono sorgere potenzialmente impattati data la presenza di declivi in tutte e tre le direzioni (vedere tavola di inquadramento allegata). Per quanto concerne la visuale osservabile dalla collina di ovest (*Figure 70 e 71*), la più lontana tra quelle considerate, è stato possibile verificare come essa sia schermata, per la maggior parte, dal corridoio ecologico che percorre il Rio Molinello e il Torrente Belbo. Per tale motivo, data l'assenza di edifici residenziali tra quest'ultimi due elementi e i margini dell'area, l'integrazione di nuova vegetazione risulterebbe superflua data la schermatura naturale già presente. Il discorso risulta diverso, invece, per i restanti due fronti, in particolare quello di est, dove la collina di Calamandrana Alta emerge proprio al confine con la zona produttiva. Tuttavia, anche in questo caso l'inserimento di nuove entità vegetali lungo i bordi risulterebbe inefficace dato il forte dislivello nella breve distanza; per questo motivo, risulta centrale il tema di intervenire sul costruito attraverso soluzioni applicabili direttamente in facciata e/o in copertura, come vedremo nel capitolo a seguire con l'edificio pilota.

Nonostante ciò, come sarà possibile vedere nelle proposte a seguire, oltre alle zone più

interne in cui sono stati previsti nuovi inserimenti, anche la messa a dimora di vegetazione in punti più distaccati è stata tenuta in conto, considerando, ovviamente, i soli tratti aventi bisogno di tali interventi e caratterizzati da uno spazio consono a rendere possibile la piantumazione di nuove specie.

In merito, invece, agli interventi che saranno avanzati nel paragrafo a seguire, questi cadranno in particolar modo sull'inserimento

di componenti vegetali in corrispondenza di specifici punti delle aree precedentemente descritte, sulla base della funzione che dovranno svolgere e degli spazi disponibili.

Data la presenza di inserimenti anche lungo la sede stradale, si è rivelato necessario procedere sulla base di precise regole per la messa a dimora delle piante rispetto ai confini dei lotti, all'edificato e al ciglio stradale.

Per quanto concerne le regole di inserimento



Figura 70. Mappa della zona industriale di Calamandrana con indicazione delle visuali dai declivi circostanti.

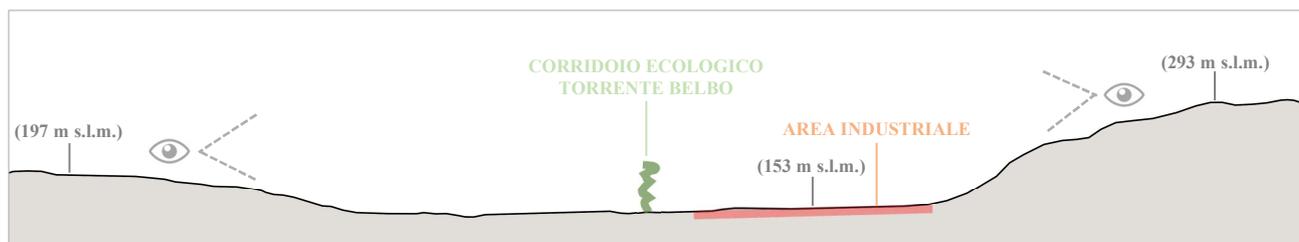


Figura 71. Sezione territoriale della zona industriale di Calamandrana con indicazione delle visuali dai declivi circostanti.

delle componenti vegetative rispetto a quest'ultime distanze dalla carreggiata, e rientrando la nostra zona all'interno della categoria di centro abitato, ci si è valse della possibilità di non servirsi delle regole presenti all'interno del Codice della Strada, le quali risulterebbero alquanto restrittive data la loro applicazione per le zone al di fuori di tali spazi urbani. Per questo motivo, non essendo, per di più, presenti alcune indicazioni su tali interventi all'interno delle normative di piano urbanistico comunale, ci si è valse della possibilità di valutare la scelta di altre linee progettuali utilizzate per interventi che potessero rispecchiarsi all'interno del caso studio.

La scelta è ricaduta su una serie di linee guida realizzate dal Gruppo per la Riqualificazione e la Moderazione Stradale (GMRS), ossia la *“Concezione dello spazio stradale all'interno delle località. Dimensionamento, moderazione, arredo e segnaletica”*, e relative alla progettazione dello spazio urbano all'interno del Cantone Ticino. Nonostante queste forniscano, tra le altre cose, indicazioni di inserimento del verde all'interno dei Comuni del Cantone, si sono scelte come punti di riferimento per la loro volontà di perseguire un concetto progettuale che integra tutti gli elementi dello spazio stradale in una visione unitaria; oltre a questo, il loro obiettivo è quello di

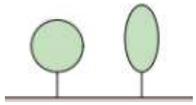
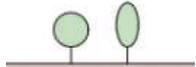
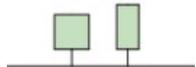
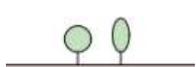
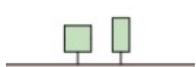
Illustrazione	Altezza	Tipologia di vegetazione	Strade all'interno dei centri urbani		
			Distanza dalla strada	Distanza dalla pista ciclabile	Distanza nell'allineamento
	> 15 m	Grande: alto fusto	2	1,5	8 - 12
	< 15 m	Media: alto fusto	1,5	1	7 - 12
	< 15 m	Media: alto fusto - tagliato	1	1	7 - 12
	< 10 m	Piccola: alto fusto	1	1	6 - 8
	< 10 m	Piccola: alto fusto - tagliato	1	1	5 - 8

Tabella 24. Estratto della tabella VSS 640 677.

organizzare e caratterizzare lo spazio stradale attraverso la scelta della disposizione, della frequenza e della dimensione degli elementi verdi, per contribuire in maniera qualitativa alla sua conformazione.

In riferimento all'ambito dell'arredo verde e delle alberature all'interno dello spazio urbano, queste forniscono, sinteticamente, i seguenti parametri per il progetto:

-definizione della distanza di piantumazione raccomandata rispetto al ciglio stradale, così come la distanza minima tra due piante in allineamento, in funzione della tipologia

della strada e della specie considerata;

-definizione della distanza tra le piante allineate, la quale può essere variata e adeguata alla specie prescelta, a dipendenza delle intenzioni progettuali, di un'eventuale alternanza con l'impianto di illuminazione o altro;

-definizione delle distanze rispetto al ciglio stradale di regola raccomandate; tuttavia, in casi particolari, dove il volume di traffico e le velocità effettive di circolazione sono contenute, è possibile derogare; ogni caso va pertanto valutato singolarmente (*Tabella 24*).

Classe di grandezza	Distanza da confini
1 <sup>^</sup> grandezza	6 metri
2 <sup>^</sup> grandezza	4 metri
3 <sup>^</sup> grandezza	3 metri

Tabella 25. Distanze minime dai confini. "Regolamento del verde pubblico e privato della città di Torino".

	Specie di 1 <sup>^</sup> grandezza	Specie di 2 <sup>^</sup> grandezza	Specie di 3 <sup>^</sup> grandezza o di 1 <sup>^</sup> e 2 <sup>^</sup> grandezza, purché con chioma di forma piramidale stretta o colonnare
<b>Distanza minima dagli edifici</b>	8 metri dal fusto al fronte dei fabbricati	6 metri	4 metri

Tabella 26. Distanze minime dagli edifici per il nuovo impianto. "Regolamento del verde pubblico e privato della città di Torino".

Classe di grandezza	Ampiezza dell'area di terreno nudo
1 <sup>^</sup> grandezza	10 mq
2 <sup>^</sup> grandezza	6 mq
3 <sup>^</sup> grandezza	3 mq

Tabella 27. Distanze minime dagli edifici per il nuovo impianto. "Regolamento del verde pubblico e privato della città di Torino".

Per quanto concerne, invece, le distanze dai confini e dall'edificato, tali linee non forniscono specifiche indicazioni; per questo motivo, non disponendo, inoltre, di regolamenti locali in merito a tali aspetti, ci si è valse di una delle normative utilizzate all'interno del capoluogo piemontese, ossia il "Regolamento del Verde Pubblico e Privato della Città di Torino", il quale espone in maniera chiara e dettagliata all'interno dell'articolo n.60 le distanze minime di impianto dai confini e dagli edifici sulla base delle grandezze delle entità arboree, come riportato all'interno delle *Tabelle 25 e 26*.

Inoltre, sempre all'interno del Regolamento, è possibile reperire le dimensioni minime del terreno a circoscrizione del fusto da mantenere nudo in funzione, anche in questo caso, delle dimensioni della pianta (*Tabella 27*).

Per quanto concerne, invece, la questione delle utenze sotterranee (acqua, gas, luce, ecc.) e della distanza minima che le nuove

alberature devono mantenere nei confronti di quest'ultime, si è contattato l'ufficio tecnico del Comune di Calamandrana per la richiesta di una planimetria che riportasse la posizione dei sottoservizi all'interno della zona industriale, il quale, tuttavia, ha comunicato che i disegni con tali indicazioni non siano disponibili per l'area in questione.

Per questo motivo, nel corso di uno dei sopralluoghi effettuati, è stata individuata per ogni zona di progetto la presenza di tombini e caditoie, oltre che la presenza di eventuale segnaletica indicante tratti di passaggio di condotte di trasporto e distribuzione gas, per cercare di identificare, nella maniera più precisa possibile, la presenza di eventuali tubazioni nel sottosuolo. Quest'ultimi, se direttamente interessati alla proposta progettuale, saranno indicati sinteticamente all'interno delle planimetrie in seguito riportate.

Identificati, quindi, i possibili percorsi delle condotte sotterranee attraverso il criterio appena descritto, ci si è valse nuovamente del

Classe di grandezza	Distanza dalle utenze
1 <sup>^</sup> grandezza	> 4 m
2 <sup>^</sup> grandezza	> 3 m
3 <sup>^</sup> grandezza	> 2 m

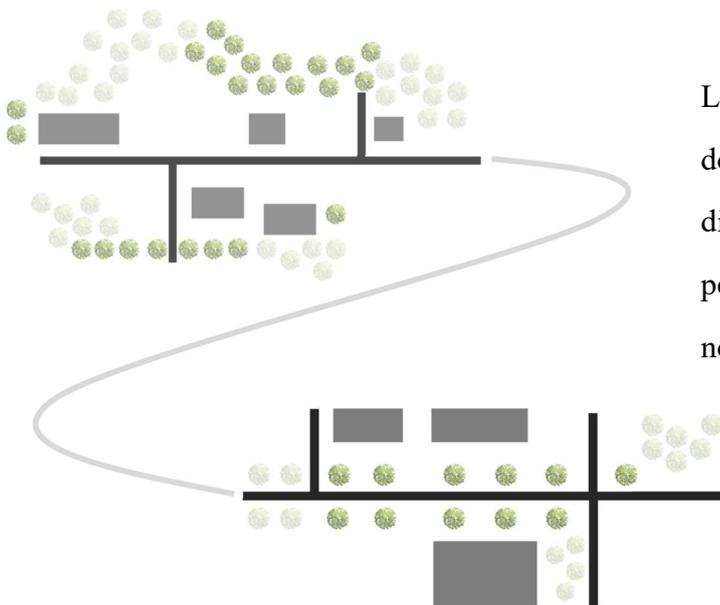
Tabella 28. Distanze minime dagli edifici per il nuovo impianto. "Regolamento del verde pubblico e privato della città di Torino".

Regolamento del Verde Pubblico e Privato della Città di Torino per la definizione delle distanze minime da rispettare nei confronti dei sottoservizi (Tabella 28) per la determinazione degli spazi in cui potenzialmente risulterebbe possibile mettere a dimora le nuove entità in funzione delle loro dimensioni.

Per quanto riguarda la grandezza di appartenenza di ciascuna specie alberata, questa è possibile verificarla con precisione attraverso un documento fornito dalla Regione Piemonte, la “Guida alle specie

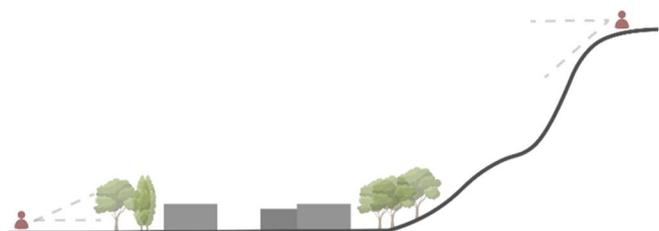
*spontanee del Piemonte. Alberi e arbusti*” dalla quale, per l’appunto, è possibile verificare l’esatta classificazione delle alberature che andranno ad inserirsi in relazione alle distanze da rispettare nella fase di progetto successiva.

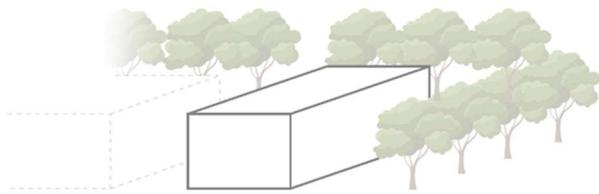
Considerando, infine, i diversi criteri di messa a dimora delle nuove entità, si sono voluti riportare schematicamente una serie di ulteriori consigli utili al fine di garantire una progettazione consona con gli obiettivi di inserimento già prefissati.



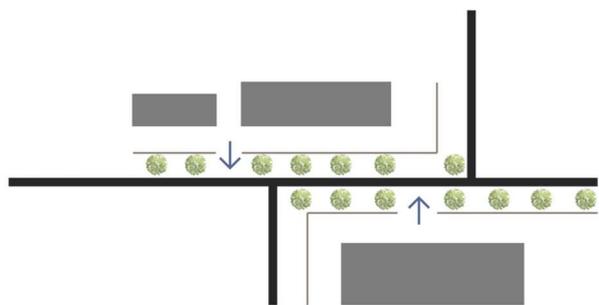
La nuova vegetazione deve essere connessa, dove possibile, a quella esistente, con il fine di favorire l’integrazione con l’esistente e permettere un collegamento visivo del verde, nonché permettere lo spostamento della fauna dai diversi punti al suo interno.

La nuova vegetazione deve garantire la schermatura dell’edificio dal maggior numero di punti di vista possibili, sia che questi si trovino alla stessa quota dell’edificio schermato che ad un’altitudine differente.





Al fine di evitare che le alberature (nella fase di crescita) interferiscano con la visuale libera stradale e con la segnaletica verticale, dovrà essere predisposta una serie di graduali innalzamenti delle chiome attraverso la rimozione dei rami più bassi.



Nonostante non siano propriamente appartenenti alla categoria delle opere di mitigazione, in alcune delle aree sarà avanzato, in aggiunta, l'inserimento di nuovi spazi adibiti a parcheggio data la presenza quotidiana di numerosi mezzi, i quali, attualmente, sostano all'interno di spazi non realmente adibiti a tale funzione, o comunque non definiti. Inoltre, la dotazione di pavimentazione permeabile, ecologica e drenante che sarà presentata si pone come condizione migliorativa a livello estetico,

La nuova vegetazione deve essere garantita su più lati possibili dell'edificio, con lo scopo di ridurre il maggior numero di impatti, senza, al contempo, eccedere con la quantità di verde introdotto.



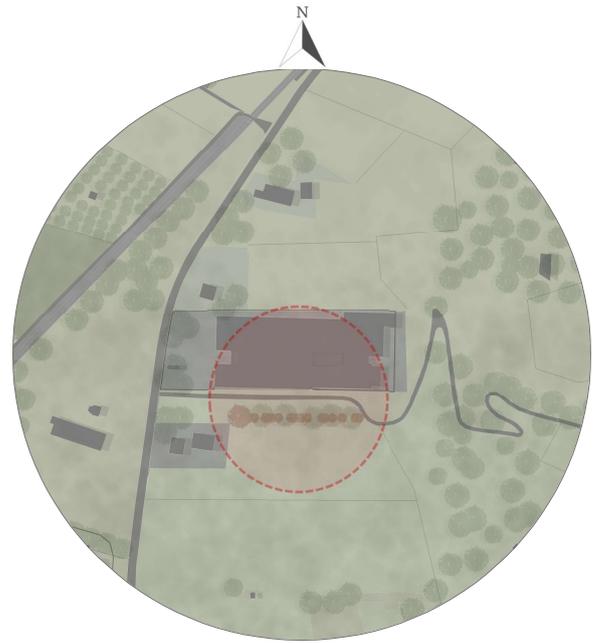
La nuova vegetazione deve tenere in considerazione la presenza di eventuali percorsi e/o passaggi carrabili, al fine di non essere d'ostacolo a percorsi e accessi esistenti.

oltre che per la diminuzione delle superfici non permeabili e la riduzione dell'effetto isola di calore per tutta l'area. Tuttavia, all'interno di questo capitolo, le nuove proposte di parcheggio saranno segnalate esclusivamente attraverso l'indicazione dello spazio che quest'ultimi andranno ad occupare, mentre per quanto concerne la tipologia di realizzazione ipotizzata si farà riferimento alle indicazioni che verranno avanzate nel capitolo della proposta del progetto pilota.

## 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

### 5.3.1 ZONA 1

La proposta mira alla creazione di una barriera verde a schermatura della facciata sud della Cantina Michele Chiarlo, la quale risulta alquanto impattante per coloro che percorrono la SP592 in direzione di Calamandrana. Gli elementi che andranno a schermare il fronte del fabbricato saranno di integrazione alle cinque alberature già presenti, con l'inserimento di nuovi elementi arborei interposti a entità vegetative arbustive, con lo scopo di mantenere un'alta densità vegetazionale e di rendere la fascia verde maggiormente efficace nella sua funzione schermante. Pertanto, si è deciso di



prevedere l'inserimento di una specie vegetativa per ciascuna delle due tipologie di verde, ossia il salice rosso per quella arbustiva e il tiglio per quella arborea. Quest'ultimo, oltretutto, è stato scelto data la presenza dei cinque tigli già inseriti lungo il

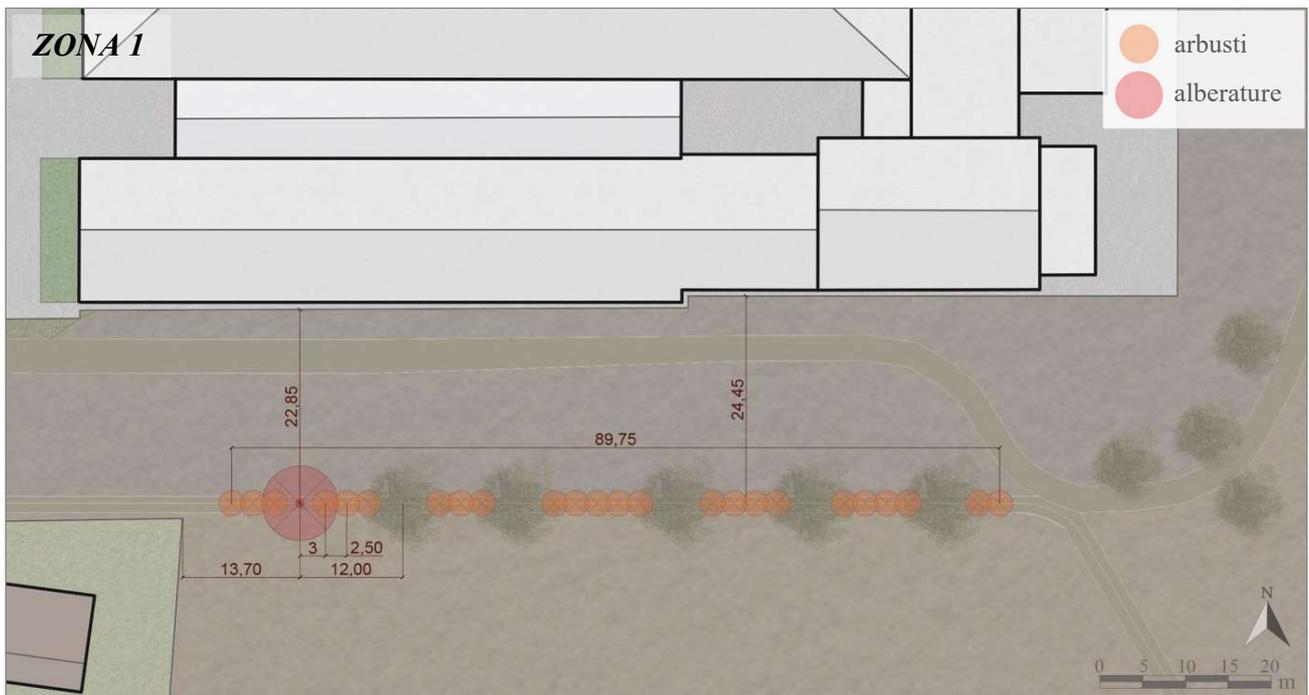


Figura 72. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

fronte e che, attraverso il nuovo impianto, andrà a integrarsi perfettamente con la vegetazione esistente.

Si prevede la messa a dimora di un taglio che andrà ad aggiungersi alla fascia esistente, ad una distanza di 12 metri dall'ultimo di ovest, con lo scopo di mitigare in maggior misura la parte alta del fabbricato con l'inserimento di un'entità di rilevante grandezza; a seguire si prevede l'inserimento di una serie di salici rossi, mantenendoli, anche in questo caso, in linea con le specie arboree. Quest'ultime andranno messe a dimora ad un interasse di 2,5 metri tra loro, così come nei confronti dei tagli presenti; con la loro crescita fino ai 5-6 metri, andranno a schermare la parte medio-bassa della facciata del fabbricato. Le nuove

componenti, seguendo la linea definita dalle entità già presenti, saranno collocate ad una distanza dalla facciata sud del fabbricato tra i 22 e i 24 metri. Si vuole precisare che, data la presenza di terreni attualmente coltivati su entrambi i lati della fascia, non è stato possibile prevedere l'inserimento di una soluzione a doppio schermo vegetativo, come si era ipotizzato in una prima fase di progetto. Come ricavato dallo studio solare, dal momento che la zona si presenta in ombra per buona parte della mattinata e in pieno sole nelle ore più calde della giornata, la scelta di queste due specie risulta efficace data la buona capacità di entrambe di resistere sia in aree in ombra/mezz'ombra che in quelle esposte a pieno sole.

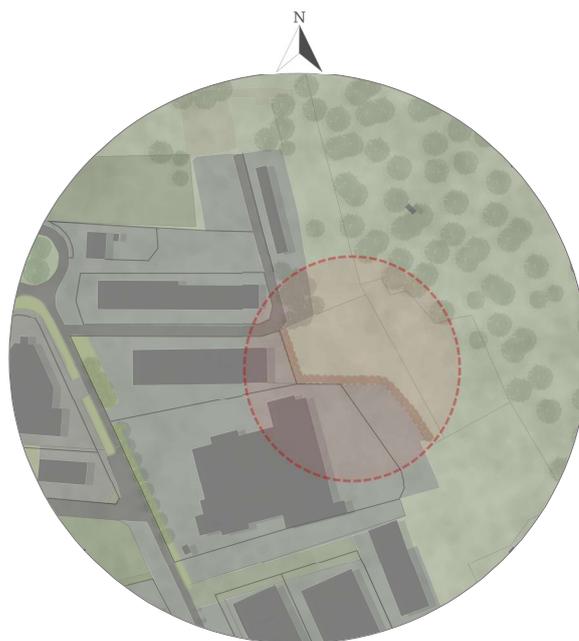


Figura 73. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

### 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

#### 5.3.2 ZONA 2

La proposta ha come obiettivo la creazione di una schermatura verde nei confronti degli impianti industriali individuati in precedenza, i quali, collocati ai piedi della collina, risultano alquanto impattanti per coloro che percorrono tale spazio verde e/o si dirigono lungo il sentiero verso la parte più alta del declivio. Gli elementi che andranno a schermare tale area produttiva saranno una serie di arbusti capaci di raggiungere importanti dimensioni a completo sviluppo, con lo scopo di coprire quanto più possibile tale impatto visivo. Attualmente, sono già presenti una serie di arbusti, i quali si



presentano di piccole dimensioni oltre che secchi; ragion per cui, si opterà per la scelta di una specie perenne; di conseguenza, si è deciso di prevedere l'inserimento del biancospino comune, il quale, oltre ad essere una tipologia sempreverde, permetterà di



Figura 74. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

soddisfare le esigenze precedentemente esposte, dal momento che lo sviluppo di crescita lo porterebbe ad altezze anche fino a 6 metri.

Le entità andranno a posizionarsi lungo il tratto di verde che separa la zona di terreno non coltivato dalla parte bassa in cui è situato lo spazio appartenente al complesso produttivo, dove erano già presenti, in alcuni punti, le specie arbustive secche, le quali andranno rimosse prima del nuovo impianto. I nuovi arbusti andranno inseriti ad un interasse di 2,5 metri e ad una distanza di 3 metri dal confine con il lotto produttivo, data la loro possibile espansione fino ad un diametro di circa 5-6 metri.

La piantumazione di questa nuova

schermatura permetterà, inoltre, la costruzione di una barriera acustica, anche se minima, nei confronti dei rumori provenienti dagli spazi lavorativi posti di fronte.

Come risultato dallo studio solare, dal momento che la zona si presenta in ombra per buona parte della mattinata, in particolare nelle stagioni più fredde, e in pieno sole fino alle ultime ore del pomeriggio, la scelta di questa specie risulta essere adeguata data la capacità di resistere in aree sia esposte a pieno sole che in quelle in ombra/mezz'ombra, oltre al fatto che tale tipologia arbustiva non teme le basse temperature.



Figura 75. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

## 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

### 5.3.3 ZONA 3

La proposta mira all'inserimento di una fascia a parcheggio su fronte stradale e integrato alla piantumazione di nuove alberature nell'attuale spazio di sosta sul fronte est delle aziende presenti. Le nuove entità non andranno a schermare in modo completo gli edifici, ma saranno inserite per immettere ulteriore verde all'interno dell'area e fornire ombreggiamento ai nuovi posti auto. Tale decisione è stata presa dal momento che la potenziale area da mitigare risulta alquanto dispersiva, se si considerano soluzioni a livello urbano, e che la zona è caratterizzata dalla presenza di una serie di



elementi che interferirebbero con eventuali soluzioni, come ad esempio i pali e la cartellonistica stradale all'interno dello spazio. In merito a quest'ultimo aspetto, nell'inserimento delle nuove entità arboree si sono tenute in considerazione le distanze da



Figura 76. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

tali elementi, oltre alla suddetta specie arborea, la quale non dovrà presentare una chioma troppo espansiva; ragion per cui, è stato scelto l'acero campestre, specie spesso utilizzata all'interno delle aree destinate a parcheggio. Si è optato per non inserire nuove piante nella parte più vicina alla rotonda in quanto queste potrebbero interferire con la visuale dell'incrocio, oltre allo spazio ristretto che si andrebbe a creare in quel punto; ragion per cui, si è ipotizzato l'inserimento di una fascia a siepe continua lungo il tratto rimanente, fino alla rotonda, di un'altezza di 1,50 m ca. Nel caso in cui, nel corso dello sviluppo delle piante, i rami degli aceri dovessero andare ad interferire con i pali, la cartellonistica o la visibilità stradale,

essi dovranno essere prontamente tagliati.

Le nuove componenti alberate andranno ad inserirsi, come anticipato, insieme alla formazione di nuovi posti auto, dato che le vetture, al momento, vengono parcheggiate prive di regolarità all'interno di questo spazio. Questi saranno di dimensioni pari a 2,5 x 5 metri ciascuno, con interposte le alberature ogni 3-5 parcheggi, sulla base della posizione dei pali della luce collocati a bordo strada.

Come ottenuto dallo studio solare, dal momento che l'area si presenta esposta al sole per gran parte della giornata, la scelta di questa specie risulta essere opportuna data la capacità dell'acero di resistere sia in zone esposte a pieno sole che a mezz'ombra.

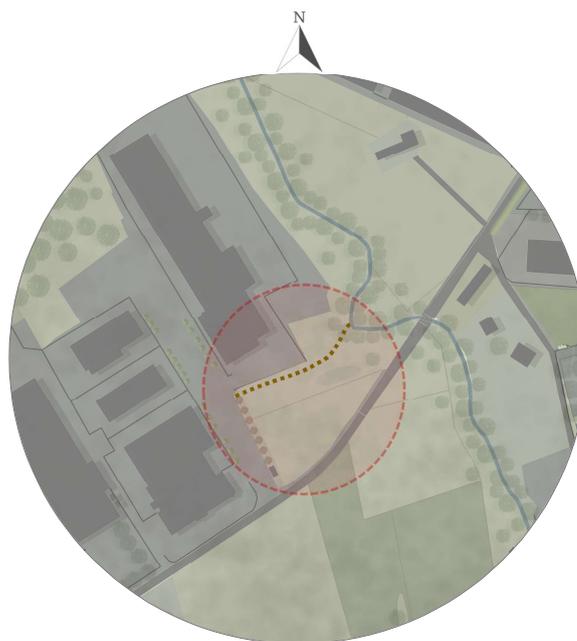


Figura 77. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

## 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

### 5.3.4 ZONA 4

La proposta mira alla formazione di una breve fascia verde a schermatura del fabbricato appartenente alla ditta Aptaca, il quale risulta parecchio impattante per coloro che percorrono la SP592 in direzione di Canelli. Le componenti vegetali scelte che andranno a schermare tale costruzione saranno una serie di piante disposte lungo lo spazio verde che costeggia la strada secondaria sul fronte nord-est dell'azienda, con lo scopo di mitigare quanto più possibile l'impatto visivo presente. Risulta necessario osservare la presenza di una cabina elettrica nella zona verde presa in considerazione, la



quale non potrà essere eliminata o spostata per tale intervento. Nonostante sia già presente, sul margine opposto della strada, un'altra specie arborea per un tratto del parcheggio esterno all'azienda, la *Prunus cerasifera nigra*, si è optato per non inserirla

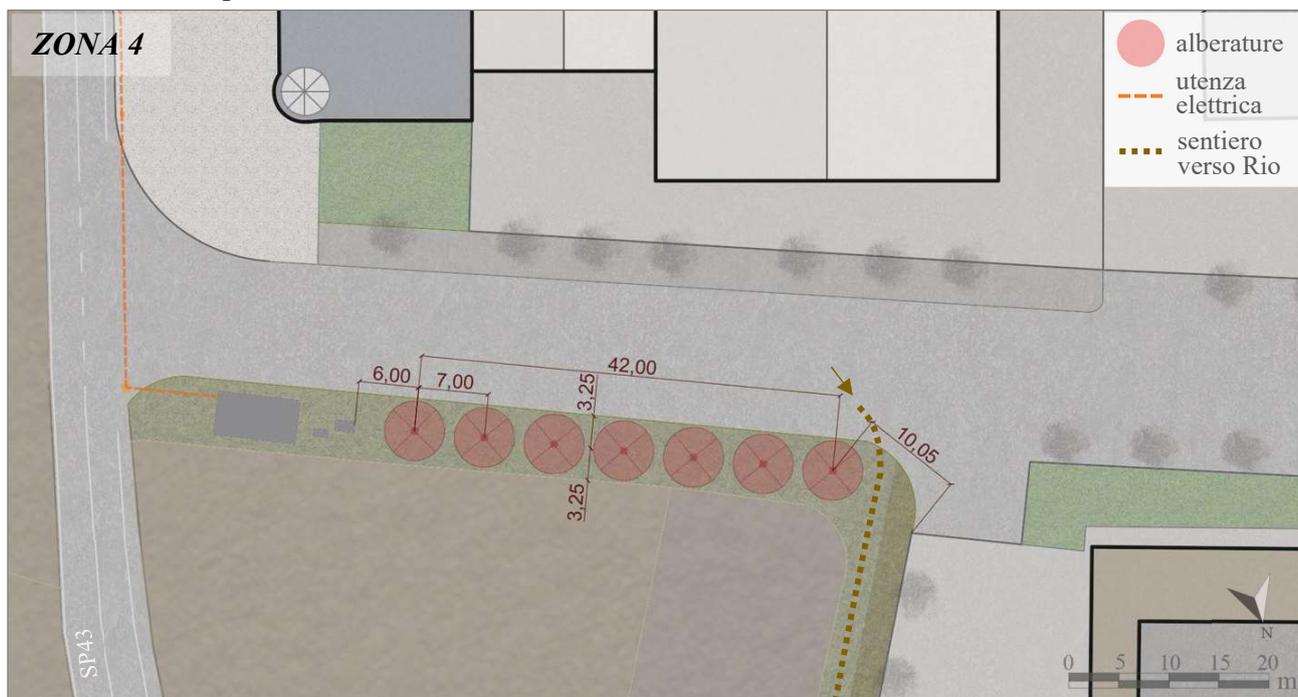


Figura 78. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

in questo nuovo impianto, in particolare per il motivo che tale specie non si inserisce tra le entità che crescono in modo spontaneo all'interno del contesto, oltre che per la sua dimensione, la quale non garantirebbe un fine schermante ma solo di decoro dello spazio urbano.

Da tali considerazioni, la scelta è ricaduta sull'inserimento di un breve filare formato da cinque carpini comuni, i quali, anche se di dimensione leggermente maggiore, si rivelano un buon compromesso in quanto si presentano con una chioma "curata", quindi efficaci sia come elementi di mitigazione e allo stesso tempo come elementi di decoro. Questi saranno posizionati con un interasse di 7 metri, per una distanza dalla sede stradale

di 3 metri. In merito a quest'ultimo dato, nel caso in cui i rami delle piante dovessero interferire con la visibilità stradale, questi dovranno essere prontamente rimossi.

Oltre all'inserimento della nuova vegetazione, si propone la definizione di un sentiero pedonale che renda accessibile la sponda naturale del Rio Molinello, attraverso l'ordinamento della vegetazione invasiva presente allo stato attuale.

Come risultato dallo studio solare, dal momento che la zona si presenta esposta al sole per quasi l'intero arco della giornata, la scelta di questa specie risulta rivelarsi opportuna data la capacità del carpino di resistere e crescere più velocemente in aree prevalentemente soleggiate.



Figura 79. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

### 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

#### 5.3.5 ZONA 5

La proposta mira alla creazione di un breve filare alberato sul fronte sud-ovest dell'azienda MPF Impianti S.r.l. Questo, oltre a schermare parzialmente l'edificio, andrà a riprendere quello già realizzato sul lato stradale opposto, dove ovviamente possibile in funzione degli accessi pedonali e carrai, andando a creare una visuale simmetrica sui due margini stradali. Oltre all'inserimento di tali componenti, si prevede la realizzazione di una serie di parcheggi regolamentati interposti alle piante dato che, nel quotidiano, questo spazio viene utilizzato per la sosta dai dipendenti dell'azienda.



La componente verde nella parte opposta della carreggiata è classificabile come taglio americano, il quale, anche se non presente all'interno del contesto territoriale locale, è stato ritenuto ragionevole da utilizzare ugualmente per la nuova area di progetto, in

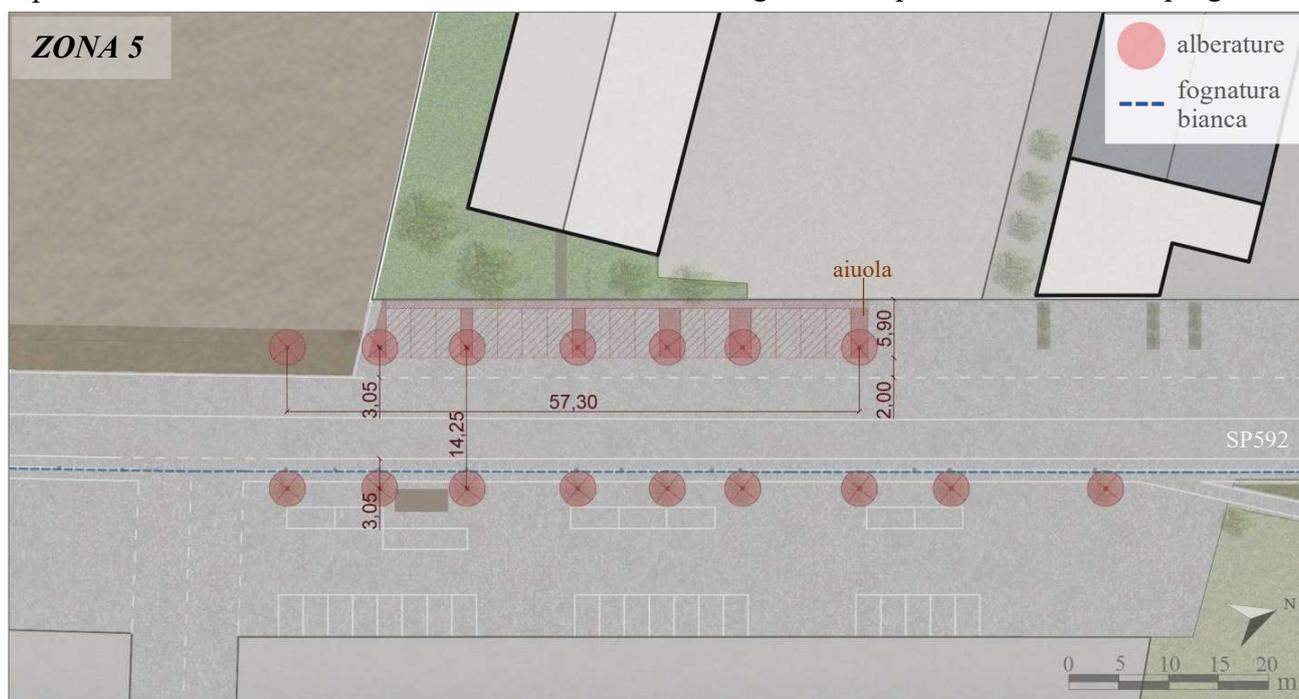


Figura 80. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

quanto risulterebbe contrastante, a fini estetici, l'utilizzo di due elementi vegetativi diversi lungo una strada provinciale molto utilizzata. Si ipotizza che la scelta di questa particolare tipologia di taglio da parte del Comune sia data dal fatto che tale specie non assuma dimensioni considerevoli come quella del taglio selvatico, considerando la presenza di una ciclabile e una strada a pochi metri di distanza. Come anticipato, gli impianti dovranno risultare simmetrici a quelli esistenti e, interposti a quest'ultimi, andranno a crearsi i nuovi parcheggi, i quali riceveranno ombreggiamento dalla nuova vegetazione. Dal momento che l'interesse tra le piante è variabile, ogni due tagli andranno a crearsi un numero di posti auto sulla base

dello spazio disponibile, considerando la dimensione del singolo pari a 2,5 x 5 metri ciascuno. Per garantire il passaggio pedonale all'azienda, la fascia retrostante il parcheggio dovrà risultare praticabile e potrà essere realizzata con la stessa soluzione utilizzata per la pavimentazione dei parcheggi.

Nel caso in cui, durante la crescita, i rami dei tagli dovessero interferire con la visibilità stradale, questi dovranno essere tagliati. Come ottenuto dallo studio solare, dal momento che l'area si presenta esposta al sole per quasi l'intero arco della giornata, la scelta di questa specie risulta essere opportuna data la capacità del taglio di resistere sia in zone esposte a pieno sole che a mezz'ombra.



Figura 81. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

### 5.3 PROPOSTA DI PROGETTO

#### 5.3.6 ZONA 6

La proposta ha come obiettivo la formazione di una fascia verde a schermatura dell'impianto produttivo Belbo Sugheri, il quale risulta piuttosto impattante per coloro che percorrono la SP43 in direzione di Rocchetta Palafea.

Gli elementi che andranno a schermare tale spazio saranno una serie di piante disposte lungo lo spazio verde che costeggia la strada secondaria sul fronte nord-ovest dell'azienda, con lo scopo di mitigare quanto più possibile l'impatto visivo presente. In questo particolare caso di studio, l'uso del colore delle superfici verticali individua già



un'attenzione al mimetismo ambientale, seppure insufficiente.

Attualmente, è possibile notare già una serie di piccole alberature all'interno del lotto, le quali non svolgono una funzione schermante nei confronti dell'edificio date le loro limitate

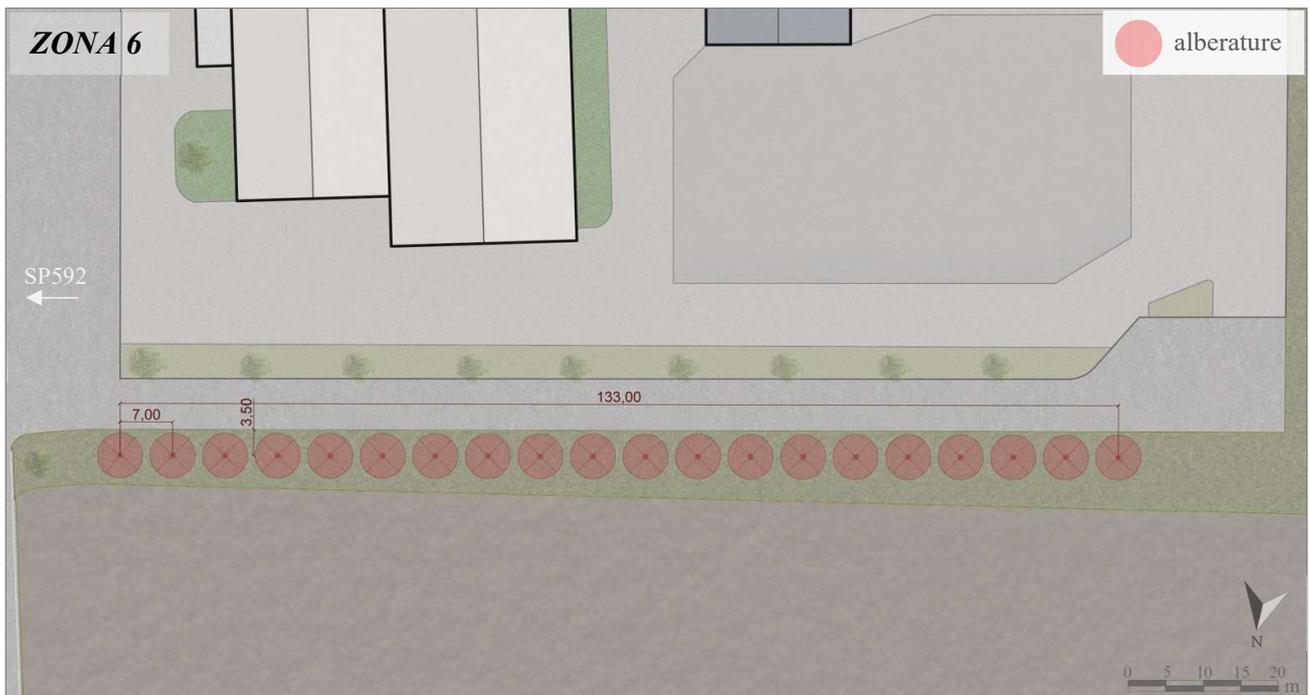


Figura 82. Planimetria della proposta di progetto della zona considerata.

dimensioni, ma che, tuttavia, esercitano un ruolo di mitigazione solare, con ombreggiatura che protegge e attenua l'effetto complessivo di isola di calore.

Nonostante sul lato opposto della strada, all'interno del parcheggio del complesso aziendale, sia già presente un'altra specie arborea, l'acero campestre, si è optato per non inserirla in questo nuovo impianto per un motivo in particolare, ossia la propria dimensione che non garantirebbe la mitigazione dell'apparato produttivo retrostante, ma solo un motivo di decoro dello spazio urbano. Da tale considerazione, la scelta è ricaduta sull'inserimento di un filare composto da 20 carpini comuni, i quali, anche se di dimensioni leggermente maggiori

a crescita completa, si rilevano un buon compromesso, in quanto essi si presentano con una chioma "curata", quindi efficaci sia come elementi schermanti e allo stesso tempo come elementi di decoro. Questi saranno posizionati con un interasse di 7 metri, per una distanza dalla sede stradale di 1,5 metri. In merito a quest'ultimo dato, nel caso in cui i rami dei carpini dovessero interferire con la visibilità stradale, questi dovranno essere tagliati.

Come risultato dallo studio solare, dal momento che la zona si presenta esposta al sole per quasi l'intero arco della giornata, la scelta di questa specie risulta opportuna, data la capacità di resistere e crescere più velocemente in aree per lo più soleggiate.



Figura 83. Fotoinserimento della proposta di progetto della zona considerata.

Data la mancanza di un Piano del Verde Urbano per Calamandrana, si è rivelato necessario, a complemento della proposta progettuale, uno studio sulle indicazioni di inserimento del verde di camouflage degli edifici a negativo impatto paesaggistico all'interno della zona industriale, con l'intento di fornire utili basi su cui impostare, in futuro, inserimenti di altre componenti non solo all'interno di tale area, ma anche nei contesti territoriali limitrofi con soluzioni riscontrabili in relazione alla zona a cui si fa riferimento.

Per concludere, riguardo ai problemi vegetativi, si riportano alcune indicazioni tecniche degli articoli n.58 e n.59 del "Regolamento del Verde Pubblico e Privato della Città di Torino", in merito alle caratteristiche comuni delle componenti vegetative e alle modalità di messa a dimora di quest'ultime:

- sono da preferire piante fornite in zolla, allo scopo di abbassare la crisi da trapianto e quindi consentire un migliore attecchimento; da tale criterio è possibile derogare nel caso in cui l'impianto richieda un pronto "effetto";
- le dimensioni delle piante in zolla da utilizzare negli impianti devono essere comprese preferibilmente tra 20-25 e 40-45

cm di circonferenza del fusto;

- per quanto concerne l'età e le dimensioni delle piante, sono da prediligere gli esemplari giovani che hanno una risposta più rapida nel ristabilire un migliore bilanciamento del rapporto tra la chioma e le radici e riprendono la crescita in modo più rapido e vigoroso delle piante di maggiore grandezza;

- al fine di ottenere buoni risultati dal nuovo impianto è necessario:

- scavare una buca sufficientemente ampia, con diametro superiore di almeno 50-60 cm rispetto a quello della zolla;
- predisporre in modo corretto il terreno e il drenaggio nella buca;
- disporre la pianta alla giusta profondità e riempire correttamente la buca;
- assicurare la pianta a tutori esterni o sotterranei;
- pacciamare la base dell'albero e innaffiare regolarmente;
- collocare in opera, se necessario o previsto, sistemi protettivi permanenti o temporanei;
- eseguire una corretta e moderata potatura di trapianto;
- le piante dovranno essere poste a dimora a regola d'arte, al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento e assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo.



## **6. CASO STUDIO: LINEE GUIDA PER LA RIQUALIFICAZIONE E MITIGAZIONE PAESAGGISTICA DI UN FABBRICATO INDUSTRIALE**

Dati gli aspetti tenuti in considerazione fino a questo momento, attraverso i vari sopralluoghi e parallelamente all'analisi e allo studio dell'area in esame, è stato possibile valutare quali siano i caratteri e gli elementi dell'edificio su cui intervenire, sia per mitigare l'impatto visivo del capannone e del suo spazio esterno che per migliorarlo dal punto di vista energetico.

Come vedremo, la scelta degli elementi del complesso per cui si andranno a presentare le successive proposte è stata valutata sulla base degli aspetti che più caratterizzano un edificio e per i quali, attraverso una prima fase di studio, si andrà a proporre una soluzione sulla base delle problematiche riscontrate.

In aggiunta, l'intervento cercherà di rispondere alla necessità di favorire il dialogo tra l'edificio e il paesaggio circostante, seguendo, dove possibile, i principi utilizzati e descritti in precedenza per lo spazio

esterno, con la finalità di garantire il decoro della costruzione e, allo stesso tempo, assicurare una migliore prestazione energetica, con l'idea di dare un nuovo volto al fabbricato attraverso dei segni che vadano a caratterizzarlo, cercando di farlo uscire dall'anonimato.

Pertanto, l'integrazione di queste linee guida e della successiva proposta progettuale potrebbe portare l'edificio a diventare un progetto pilota per futuri interventi su altri fabbricati all'interno dell'area industriale o, in ogni caso, anche fuori da tale zona, su edifici analoghi e collocati in contesti simili a quello di Calamandrana.

Detto ciò, nei paragrafi a seguire, saranno riportate una serie di linee guida e regole per il possibile intervento sui singoli impianti industriali e sul loro spazio esterno, con una serie di schemi e disegni di progetto prendendo come riferimento l'azienda Siragusa S.r.l.

## 6.1 STATO DI FATTO

Come anticipato nei capitoli precedenti, con la definizione degli obiettivi e delle strategie di progetto a livello territoriale, si è voluto soffermarsi sullo studio e sul progetto di un singolo fabbricato all'interno della zona industriale, ossia l'azienda Siragusa S.r.l., disponibile a partecipare e a collaborare fin dall'avanzamento di tale proposta.

In una prima fase di analisi, e attraverso vari sopralluoghi, è stato possibile osservare direttamente sul posto gli elementi che caratterizzano il capannone industriale e come questo, attraverso una serie di valutazioni, potrebbe essere trasformato, con lo scopo di perseguire una serie di obiettivi, esposti nei paragrafi successivi, e replicabili in contesti affini a quello che caratterizza l'area in questione.

L'edificio oggetto di proposta, realizzato nel 2004, è un fabbricato di tipo industriale destinato a capannone artigianale, avente una superficie pari a 2320 m<sup>2</sup>. Il capannone è sito in zona San Vito nell'area industriale del Comune di Calamandrana (Figura 87) ed è articolato in due parti distinte:

- l'azienda Coclea Technology, collocata nella zona di nord della struttura;
- l'azienda Siragusa S.r.l., collocata in quella



Figura 84. Azienda Siragusa S.r.l.. Fotografia scattata con il drone durante il sopralluogo in data 14/03/2021.

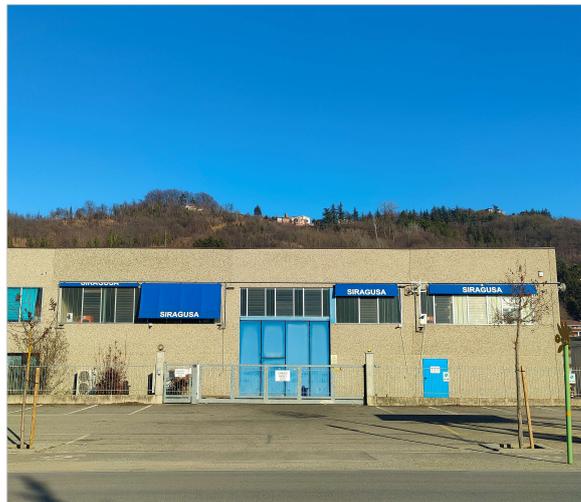


Figura 85. Azienda Siragusa S.r.l.. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.



Figura 86. Azienda Siragusa S.r.l.. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.

di sud.

Quest'ultima, con un'area di 1100 m<sup>2</sup> ca, è l'azienda che terremo come riferimento per il progetto, seppure sia possibile considerare, in una fase successiva, l'intera struttura come edificio pilota per questa particolare tipologia di intervento.

La costruzione, a livello estetico, si presenta con una linea essenziale e pulita, tipica delle strutture prefabbricate con pannelli cementizi a vista, appartenenti alla tipologia industriale. Il fabbricato si trova in buono stato di conservazione, con le pareti esterne caratterizzate da segni di deterioramento solo in piccole parti di facciata.

La porzione di fabbricato a noi interessata presenta in copertura una serie di pannelli fotovoltaici (*Figura 84*) che, come spiegato dal responsabile dell'azienda, garantiscono annualmente un considerevole risparmio in termini di costi energetici.

Antistante la facciata principale, quella sul fronte sud-ovest, oltre la recinzione della proprietà, è realizzato un ampio spazio asfaltato sul quale sono presenti una serie di parcheggi per tutta la lunghezza del capannone (*Figura 84*). A sua volta, di fronte a questo spazio di sosta, è presente la strada che, come visto anche nei capitoli precedenti,

collega il Comune di Calamandrana e quelli limitrofi con Rocchetta Palafea e Bistagno, la SP43. Essa si presenta in buono stato di conservazione e meno trafficata rispetto alle altre due che convergono nella rotatoria, dato che quest'ultima collega tra loro Comuni di dimensione minore rispetto a quelli di Nizza Monferrato e Canelli.

Spostandoci, invece, sul fronte sud-est dell'edificio è possibile osservare una piccola strada secondaria sulla quale si affacciano altri fabbricati industriali, mentre sul retro è presente un capannone, sempre di proprietà di Siragusa S.r.l., il quale non è direttamente accessibile da quello oggetto di studio, in quanto per accedervi è necessario passare dalla strada del lato di sud-est.

Partendo, quindi, da una serie di fattori che si sono potuti constatare in seguito ai sopralluoghi, si è ritenuto utile procedere con uno studio più approfondito dell'edificio, attraverso il recupero del materiale e dei dati necessari a poter svolgere, in seguito, la scelta delle soluzioni più adeguate all'involucro in relazione agli obiettivi di risparmio energetico per la climatizzazione e di mitigazione dell'impatto visivo e ambientale.

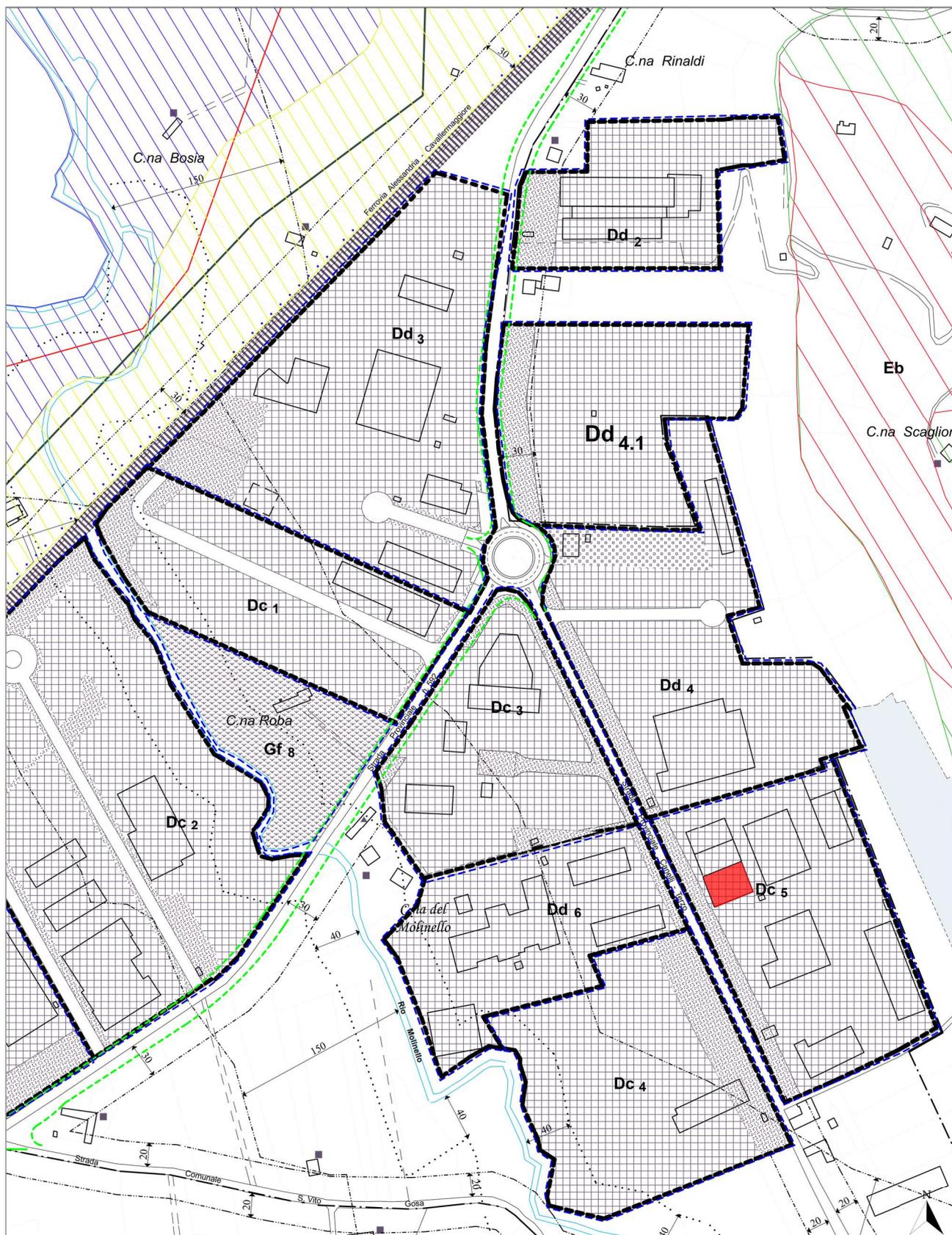


Figura 87. Localizzazione dell'azienda Stragusa S.r.l. (in rosso) all'interno dell'area industriale di Calamandrana - Estratto della Tavola P4 allegata alla Variante del P.R.G.C. di Calamandrana.

Attraverso la collaborazione del geometra Paolo Barbierato e dello Studio Tecnico Associato PROGETTO 3, occupatisi della progettazione architettonica dell'intero capannone, è stato possibile reperire i diversi elaborati grafici e, allo stesso tempo, attraverso l'archivio del Comune di Calamandrana si è stati in grado di ottenere le relazioni di calcolo riguardanti il progetto del cemento armato e altri dati relativi al fabbricato. Il recupero dei disegni e degli elaborati originali, oltre che i documenti relativi alla denuncia delle opere in c.a., ha permesso di definire il progetto delle strutture

portanti del fabbricato, costituito da:

- plinti e sottoplinti isolati gettati in opera;
- fondazioni continue sottomuro in c.a. gettate in opera;
- travi e coree di base in c.a. gettate in opera;
- solaio controterra in laterocemento H=20+5 cm con travetti prefabbricati tralicciati ed interposti blocchi di alleggerimento in laterizio, il tutto con getto di completamento in c.a. in opera;
- struttura in elevazione prefabbricata in c.a. e c.a.p. composta da pilastri in c.a., travi a doppia pendenza in c.a.p. e tegoli di copertura in c.a.p.

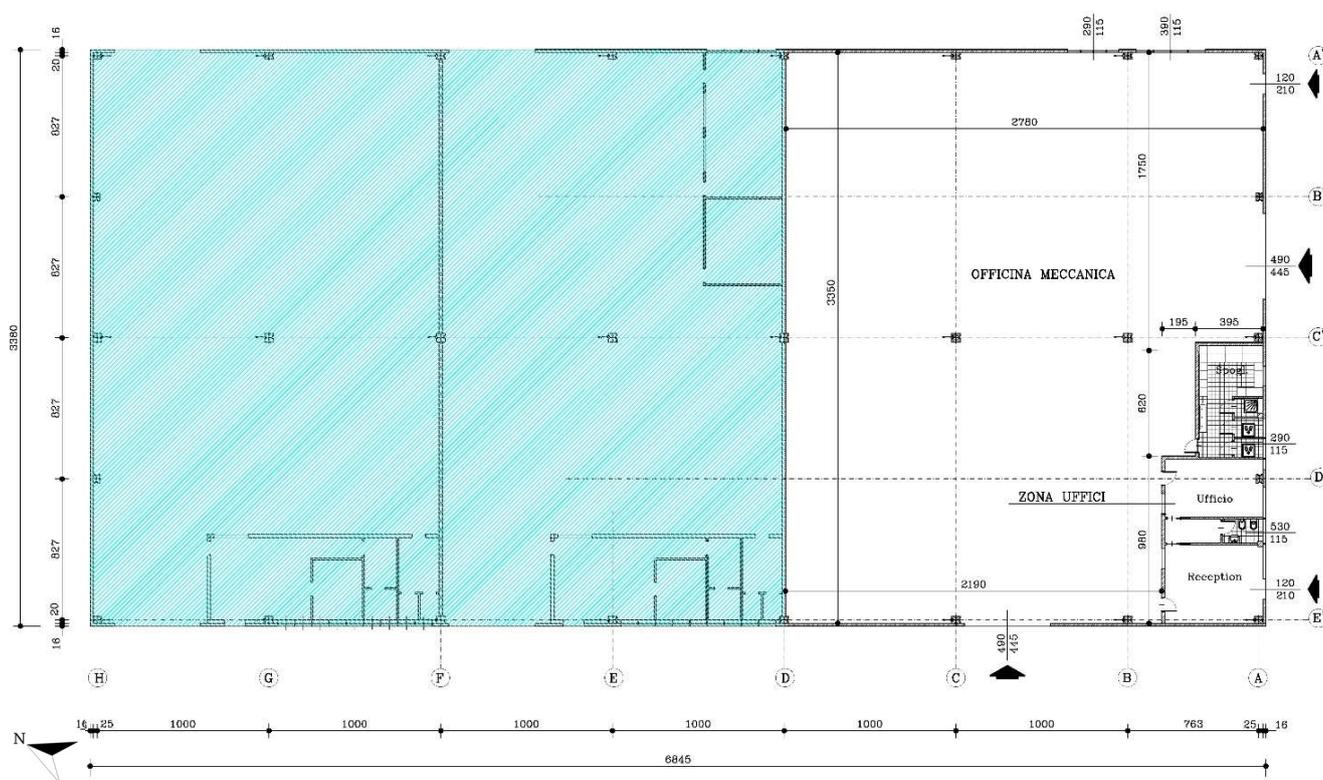


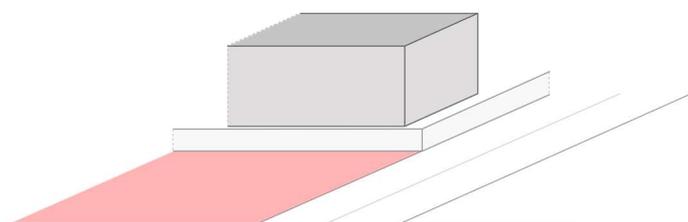
Figura 88. Pianta del piano terra allo stato di fatto dell'azienda Siragusa S.r.l.

## 6.2 LINEE GUIDA DI INTERVENTO

Per supportare i potenziali interventi di riqualificazione all'interno dell'area industriale di Calamandrana, al fine del raggiungimento degli obiettivi si sono redatte una serie di linee guida a favore di questa tipologia di progettazione, testandole sul caso di studio dell'azienda Siragusa S.r.l.,

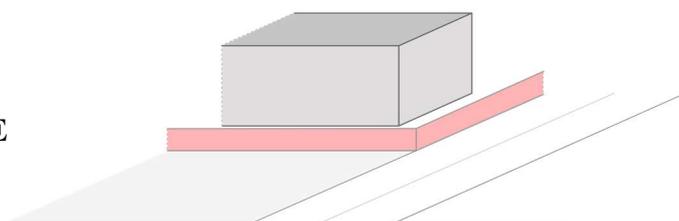
potenziale progetto pilota. Le linee guida affrontano i temi paesaggistico ambientali:

- lo spazio aperto di prossimità e di infrastruttura pubblica attorno al costruito e verso l'asse stradale;
- le barriere e recinzioni di delimitazione;
- l'involucro esterno degli edifici industriali.

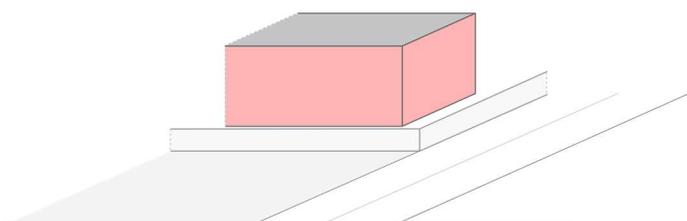


**AREA PER SOSTA E PARCHEGGIO**

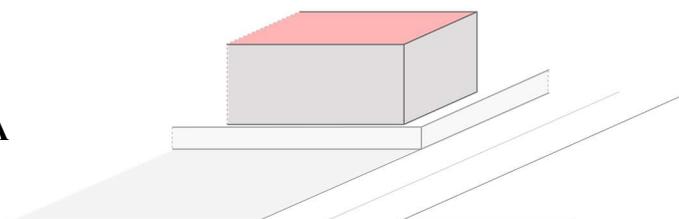
**RECINZIONE**



**PARETI**



**COPERTURA**



## 6.3 AREA PER SOSTA E PARCHEGGIO

### 6.3.1 STATO DI FATTO

L'area esterna al lotto di pertinenza, sul fronte sud-ovest, ospita la zona parcheggio dell'azienda, destinata alla sosta dei mezzi dei dipendenti, dei fornitori e dei clienti. Il luogo è caratterizzato da una presenza quotidiana di vetture e persone, ad esclusione della domenica, durante la quale la Siragusa S.r.l. risulta chiusa. Nonostante ciò, durante i giorni lavorativi della settimana, alcuni di questi spazi rimangono vuoti.

Le singole aree adibite a parcheggio, delimitate da semplici linee di vernice bianca, hanno dimensioni standard di 2,5 x 5,0 m, ad esclusione di uno spazio riservato a bus di piccole dimensioni, quest'ultimo di dimensioni 3,0 x 9,0 m, com'è possibile osservare dalla *Figura 91*.

Generalmente, l'accesso utilizzato dai veicoli per accedere allo spiazzo è quello dalla strada secondaria che affianca l'azienda, sul suo lato di sud-est (*Figura 91*).

L'area in questione, negli ultimi anni, è stata caratterizzata da una serie di interventi, i quali, anche se non di rilevante importanza, sono stati destinati all'inserimento di

elementi di arredo urbano, ai fini di garantire una serie di benefici. Oltre all'aggiunta del filare alberato che, come visto in precedenza nel corso dell'analisi del verde, è composto da aceri campestri, il bordo strada è stato caratterizzato da una serie di paletti dissuasori, collocati lungo la carreggiata con il fine sia di delimitare la pista ciclabile dalla sede stradale di pertinenza delle vetture che di regolare le entrate e le uscite dal



*Figura 89. Parcheggio antistante l'azienda (fronte sud-ovest). Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.*



*Figura 90. Parcheggio antistante l'azienda (fronte sud-ovest). Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.*

parcheggio attraverso i corretti passaggi, dato che, molto spesso, l'accesso dei mezzi avveniva da qualsiasi punto dell'area; questi però, come notato nel corso dei sopralluoghi, non sono serviti nella loro totalità in quanto, tutt'ora, il passaggio dalla strada principale avviene ugualmente attraverso lo spazio lasciato libero tra quest'ultimi. Infine, arrivando dalla strada principale, è possibile notare l'inserimento di una piccola tettoia a ridosso della pista ciclabile, sotto la quale sono posizionate una serie di sedute a disposizione dei passanti.

Com'è possibile osservare dalle fotografie scattate nel corso del sopralluogo (*Figure 89 e 90*), gli spazi di sosta esterni alla porzione di fabbricato di nostro interesse sono caratterizzati unicamente da una distesa di

pavimentazione bituminosa, senza l'utilizzo, nella maggior parte dei casi, di vegetazione connessa a quest'ultimi, il tutto per una superficie di 600 m<sup>2</sup> ca.

Questa connotazione, nei periodi di forti piogge, porta ad un problema sia di formazione di grandi pozzanghere che di deflusso delle acque meteoriche, dal quale consegue un sovraccarico del sistema fognario, con la creazione di un'insufficienza ricettiva della rete.

### 6.3.2 PAVIMENTAZIONI PERMEABILI

Un sistema attuabile per la risoluzione delle problematiche individuate nel corso dell'analisi dell'area è la realizzazione di pavimentazioni drenanti, le quali, sempre più spesso, vengono utilizzate per la creazione o



Figura 91. Planimetria del parcheggio antistante l'azienda (fronte sud-ovest) allo stato di fatto.

la riqualificazione di spazi urbani. Infatti, l'impiego di quest'ultime non è limitato solamente alle nuove costruzioni; in caso di riqualificazione, manutenzione o risanamenti esse possono essere utilizzate per sostituire i vecchi rivestimenti impermeabili, come ad esempio l'asfalto piuttosto che superfici in calcestruzzo o in lastricati con giunti cementati.

Di seguito, si sono volute riportare sinteticamente le principali tipologie di superfici permeabili, particolarmente indicate ed utilizzate per la realizzazione di parcheggi, piste ciclabili e pedonali, strade d'accesso, cortili e spiazzi. Queste sono:

-sterrata. La pavimentazione viene realizzata con ghiaia di granulometria uniforme, senza leganti.

-sterrata inerbita. La pavimentazione è costituita da uno strato di terreno mescolato con ghiaia, senza leganti. La superficie viene seminata a prato prima del costipamento.

-prato. La pavimentazione è costituita da uno strato di terreno organico rinverdito a prato. La superficie viene costipata prima del rinverdimento.

-grigliati plastici inerbiti. La pavimentazione è composta da grigliati di materiale plastico, quest'ultimi riempiti con terreno organico e

successivamente inerbiti.

-grigliati in calcestruzzo inerbiti. La pavimentazione è composta da blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape, quest'ultimi riempiti con terreno organico e successivamente inerbiti.

-cubetti o masselli con fughe inerbite. La pavimentazione è composta da una cubettatura inserita con fughe larghe, attraverso l'uso di distanziatori.

-cubetti o masselli a fughe strette. La pavimentazione è composta da una cubettatura posata con fughe strette, quest'ultime riempite con sabbia.

-masselli porosi. L'impasto cementizio è poroso con cavità interconnesse e con posa a fughe strette.

### 6.3.3 COMPONENTE VERDE

La realizzazione di superfici drenanti permette di garantire l'inserimento di una maggiore quantità di superficie traspirante, differenziando secondo le condizioni di carico dei mezzi sul suolo. Inoltre, in aggiunta alla componente erbacea utilizzata come elemento a sostituzione della pavimentazione tradizionale, all'interno di un sistema di parcheggi è possibile trovare due ulteriori possibili componenti vegetative,

ossia quella arbustiva e quella arborea.

-Componente erbacea/arbustiva. L'elemento erbaceo viene utilizzato per diverse finalità, legate, in particolare, alla formazione delle superfici pavimentate destinate alla sosta dei mezzi e alla formazione di fasce verdi per la caratterizzazione di quest'aree rispetto ai parcheggi tradizionali, al fine di armonizzare la natura e il paesaggio del contesto con le esigenze di questi spazi talvolta impattanti.

Le coperture erbacee, associate a specifiche soluzioni costruttive, hanno la capacità di valorizzare e rinverdire anche parte delle superfici carrabili. Le geometrie che vengono a crearsi possono essere diverse e vanno dalla realizzazione di semplici griglie costituite da autobloccanti, alla creazione di vere e proprie lastre di diverse forme, con il fine comune di ottenere una pavimentazione in grado di permeare le acque meteoriche nel substrato favorendone il deflusso.

Rispetto alle soluzioni più tradizionali, un corretto drenaggio dell'acqua piovana all'interno del substrato terroso diminuisce la probabilità di intasamento delle fognature in caso di forti acquazzoni, evitando, inoltre, il formarsi di pozzanghere.

Un potenziale impiego della componente erbacea ed arbustiva riguarda sicuramente la

separazione dei diversi gruppi di stalli all'interno delle aree destinate alla sosta, rinverdendo potenziali zone a servizio della successiva messa a dimora di alberature, garantendo inoltre l'aggiunta di un particolare carattere a questi spazi nelle diverse stagioni. Tradizionalmente, la separazione viene realizzata con il solo obiettivo di massimizzare il numero di parcheggi, quindi con la creazione di semplici strisce di vernice colorata; con l'utilizzo di una componente vegetativa, la divisione degli spazi può avere funzione di contenimento delle acque superficiali e di riduzione degli inquinanti, come nei rain garden e bioswale.

-Componente arborea. L'elemento arboreo rappresenta un aspetto importante nella realizzazione di un parcheggio verde, il quale contribuisce a livello compositivo a migliorare sia l'architettura verticale del parcheggio che la visione d'insieme dell'area. Dal momento che una delle funzioni principali delle alberature, in questi spazi, è quella relativa all'ombreggiamento, vengono preferite in genere le specie con chioma a portamento espanso a quelle aventi forma colonnare o piramidale.

Per garantire il corretto numero di alberi

all'interno di un parcheggio, si tiene in considerazione il rapporto di circa un albero ogni quattro o cinque posti auto, in modo tale da assicurare un corretto ombreggiamento, soprattutto nelle ore più calde della giornata. Oltre a garantire un adeguato numero di piante, è necessario considerare la posizione del sole durante l'intero arco della giornata, in modo tale da essere orientati in modo favorevole rispetto a quest'ultimo e, di conseguenza, sfruttare al meglio l'ombra fornita dalle piante presenti.

#### 6.3.4 PROPOSTA DI PROGETTO

Se ci si focalizza sulla destinazione d'uso, possiamo affermare che un parcheggio, in ambito aziendale, rappresenta il primo contatto con le persone che lo utilizzano, sia impiegati che clienti, e definisce la cura che l'azienda offre ai suoi acquirenti.

L'intento, per questo motivo, è quello di offrire un segno distintivo a questo luogo con l'inserimento di una serie di elementi in grado di caratterizzarlo e, allo stesso tempo, di risolvere delle problematiche riscontrate. La proposta verte sull'inserimento di una pavimentazione drenante in corrispondenza dei posti auto già presenti, oltre che l'inserimento di nuovi parcheggi sul lato del

piazzale che affianca la carreggiata, disposti parallelamente a quest'ultima. Inoltre, con la loro realizzazione, si andranno a creare, dove necessario, una serie di aiuole, per la collocazione in alcuni punti di nuove alberature in connessione a quest'ultime.

Partendo dagli spazi destinati ai posti auto, si propone la tipologia di pavimentazione costituita dall'inserimento di grigliati plastici inerbiti, con lo scopo di creare una superficie permeabile a verde, resistente alle sollecitazioni provocate dai veicoli, permettendo di ottenere risultati estetici e, al contempo, funzionali.

Vista la partecipazione dell'azienda Harpo, si è deciso di proporre questa tipologia di soluzione con un sistema in grigliati plastici inerbiti realizzati da quest'ultima in collaborazione con l'azienda tedesca Ritter GmbH, la quale si presenta come un'importante realtà nella lavorazione di materie plastiche, oltre che nella produzione di sistemi destinati alle pavimentazioni drenanti, tra cui il grigliato a nido d'ape *ProGrass*, il quale verrà utilizzato all'interno della nostra proposta di progetto.

Il sistema è composto da piastre carrabili con struttura a nido d'ape (*Figura 92*) e realizzate con materiale HDPE (polietilene) riciclato, di

colore nero, verde o grigio chiaro, resistente agli agenti atmosferici e stabile ai raggi UV, nonché caratterizzato da una capacità portante a vuoto (senza riempimento) pari a  $1000 \text{ kN/m}^2$ . La singola piastra è munita di aperture sia sul fondo che ai lati del pannello, con lo scopo di consentire la libera infiltrazione dell'acqua e, allo stesso tempo, la libera propagazione dell'apparato radicale, lo scambio d'acqua, d'aria e dei nutrienti, in direzione sia orizzontale che verticale.

Inoltre, come possibile osservare dalla *Figura 93*, la particolare struttura aperta ai lati del pannello consente la perfetta posa del modulo a seguire.

Per ottenere il massimo risultato e l'affidabilità nel tempo, occorre valutare attentamente la modalità di posa che, sinteticamente, deve avvenire per mezzo delle seguenti fasi:

-partendo dalla fondazione, si inizia con la stesura del geotessile tessuto non tessuto, avente funzione di filtro di separazione e con, al di sopra, il successivo strato in misto frantumato dello spessore di 20 cm;

-sopra la fondazione di ghiaia si inserisce uno strato di lapillo (diametro pietrisco da 3 a 6 mm) di 5 cm, opportunamente livellato. Al suo interno, per promuovere la crescita del

prato, andrà inserito un fertilizzante di origine organica o sintetica nella quantità di  $20 \text{ g/m}^2$  ca;

-in seguito, andranno posate le piastre a giunti sfalsati. Se necessario, questi potranno essere facilmente tagliati con utensili standard come cesoie o flessibili. Inoltre, ai limiti del parcheggio dovranno essere inseriti dei cordoli a raso in calcestruzzo, per delimitare le piastre dall'area circostante;

-successivamente, andranno riempiti gli



*Figura 92. Piastra ProGrass.*



*Figura 93. Esempio di applicazione del sistema ProGrass.*

alveoli con opportuno materiale, quale mix di terreno, torba bionda e sabbia silicea. Al termine della posa, il materiale dovrà rimanere leggermente al di sotto della parte superiore degli alveoli, al fine di evitare che il manto erboso venga rovinato al passaggio dei veicoli. La semina per il prato dovrà essere composta da un misto di *Festuca Arundinacea* (80%), *Poa Pratensis* (10%) e *Lolium* (10%), in ragione di circa 40-50 g/m<sup>2</sup>.

Per quanto concerne, invece, la fase manutentiva, risulta necessario prevedere un taglio dell'erba programmato, oltre che un adeguato piano di irrigazione nella fase di crescita.

Infine, per la delimitazione dei diversi spazi di sosta è possibile inserire all'interno degli alveoli della struttura una serie di masselli, con l'inserimento di quest'ultimi in corrispondenza delle ipotetiche linee verniciate bianche che si farebbero nel caso in cui si trattasse di pavimentazione bituminosa.

Spostandoci, invece, sulle altre componenti vegetative, si è ipotizzata una soluzione differente per i due fronti del parcheggio, sulla base delle diverse disposizioni dei posti auto e della presenza di alberature già allo

stato di fatto.

Per quanto riguarda il lato lungo la recinzione, con i parcheggi perpendicolari a quest'ultima, si prevede la formazione di aiuole tra i diversi posti auto, le quali, oltre a creare uno stacco e, allo stesso tempo, un maggiore carattere all'area, se integrate con la messa a dimora di entità arboree, garantirebbero una zona d'ombra a favore delle vetture parcheggiate.

Spesso, all'interno delle aree di parcheggio, si vedono aiuole sottodimensionate per la funzione che svolgono, dato che gli alberi, talvolta, avendo bisogno di spazio, fanno fatica a crescere e a dimostrare il loro potenziale; pertanto, è importante garantire una corretta superficie permeabile, per consentire lo sviluppo delle radici. Per questo motivo, si destina a ciascun albero uno spazio corrispondente ad un posto auto, in modo tale da fornire un'area adeguata alla pianta e, allo stesso tempo, di garantire una modularità con la forma e lo sviluppo del parcheggio.

La scelta per la componente arborea, invece, è ricaduta sul tiglio americano, il quale, come visto in precedenza all'interno della proposta del progetto paesaggistico, è già presente ai bordi della carreggiata di tale spazio e quindi, anche se non classificabile come specie

autoctona nel contesto territoriale più prossimo alla nostra area, è risultato comunque ragionevole procedere con il suo inserimento tra i nuovi posti auto.

Questa specie vegetativa si presenta come un'entità di II grandezza, non raggiungendo, a differenza del tiglio selvatico, importanti altezze nel corso della sua crescita. Quindi, date le sue dimensioni e la caratteristica di un portamento espanso della chioma a seguito del suo sviluppo, il tiglio americano rappresenta una buona soluzione per la creazione di zone d'ombra all'interno dello spazio.

Per quanto riguarda, invece, i parcheggi stanziati lungo il fronte strada e paralleli a quest'ultima, si è ipotizzato l'inserimento di due posti auto ulteriori (*Figura 95*) dato lo spazio disponibile; in questo caso, però, non sarà prevista la messa a dimora di specie arboree, in quanto già presenti a fianco di quest'ultimi e aventi una duplice funzione, ossia quella di ombreggiamento per i veicoli parcheggiati e quella di mettere in evidenza il viale. Nonostante ciò, si propone l'inserimento di un'aiuola lungo tutto lo sviluppo del parcheggio, ad unione delle specie arboree già presenti, con lo scopo di creare una fascia verde continua di

separazione tra la sede stradale e il parcheggio e, allo stesso tempo, di evitare l'entrata non corretta dei veicoli all'interno dello spiazzo in corrispondenza dei varchi tra i diversi paletti dissuasori. Quest'ultima, inoltre, avrà lo scopo ulteriore di integrare nuova superficie verde all'interno dell'area, con il fine di aumentare la superficie permeabile ed evitare fenomeni di ruscellamento superficiale nel corso degli eventi meteorologici.

Per quanto concerne quest'ultime aiuole, si è ipotizzato l'inserimento di una delle specie erbacee già indicate nelle schede dei capitoli precedenti, ossia la pervinca minore, la quale, per l'intera lunghezza del parcheggio, definirà in modo netto la separazione tra la carreggiata e l'area destinata ai posti auto.

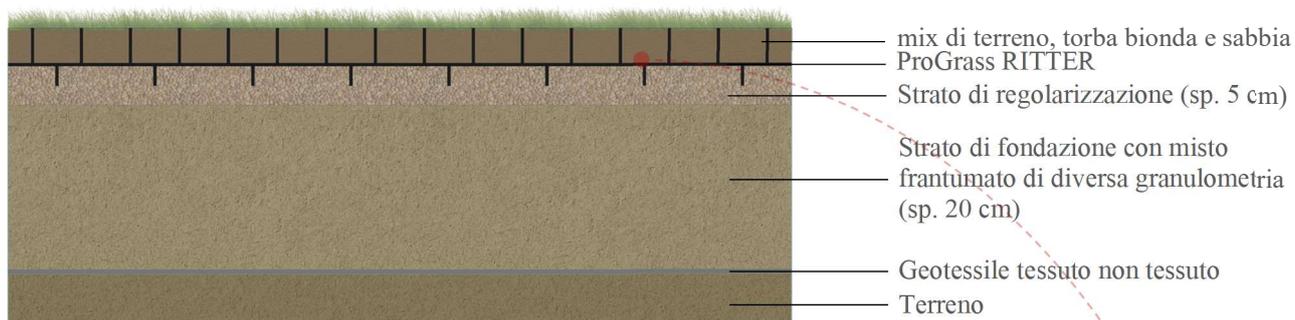


Figura 94. Stratigrafia del parcheggio allo stato di progetto.



Figura 95. Vista dell'azienda (fronte sud-ovest) con inserimento della proposta di progetto della zona parcheggio.

## 6.4 RECINZIONE

### 6.4.1 STATO DI FATTO

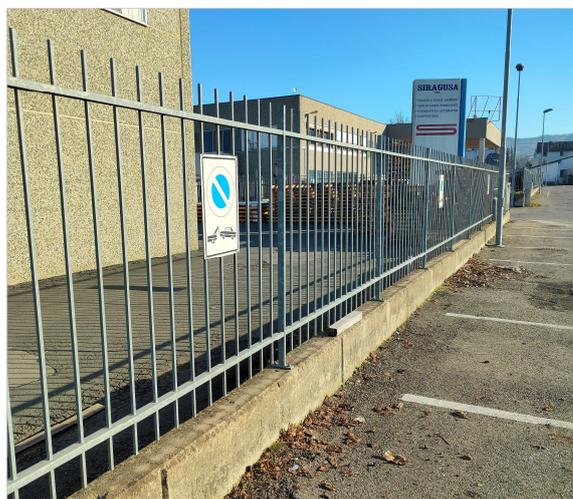
Il perimetro del lotto di pertinenza dell'azienda è caratterizzato dalla presenza di una recinzione modulare in metallo, costituita da un cordolo di base in calcestruzzo armato di larghezza 15 cm e di altezza 25 cm con incastrati al di sopra dei moduli in ferro, i quali, tenendo in considerazione il cordolo di base, raggiungono un'altezza complessiva di 210 cm (*Figura 96*).

Sul fronte sud-ovest, oltre la ringhiera, è possibile trovare, come visto in precedenza, l'area adibita a parcheggio, mentre sul fronte sud-est è presente la strada secondaria a servizio dei capannoni industriali lungo di essa. Se nei primi due casi la ringhiera ha la funzione di delimitare la proprietà rispetto allo spazio pubblico esterno, sul lato nord-est del capannone, a differenza dei precedenti, tale elemento ha la funzione di separare lo spazio di pertinenza dell'azienda con il lotto confinante.

La ringhiera, lungo il suo sviluppo, è interrotta in due punti: il primo, sul lato sud-est, in corrispondenza del cancelletto pedonale e del cancello automatico; il

secondo, su quello sud-ovest, dov'è presente un ulteriore cancello, anch'esso automatico.

Un aspetto rivedibile che caratterizza i bordi del lotto, e quelli di molti altri spazi privati dell'area industriale, è l'utilizzo di semplici elementi separatori tradizionali, i quali possono identificarsi, oltre a cordoli e ringhiere come nel nostro caso, a comuni muretti in pietra o in calcestruzzo o a semplici reti in metallo.



*Figura 96. Recinzione del lotto di pertinenza dell'azienda. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 14/01/2022.*



*Figura 97. Esempio di verde integrato alla recinzione. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 01/05/2021.*

Tuttavia, com'è possibile osservare in un esempio dalla *Figura 97*, all'interno della zona interessata è possibile rilevare soluzioni che, attraverso l'inserimento di una componente verde aggiuntiva, oltre a garantire una maggiore privacy, assicurano un miglioramento dal punto di vista estetico, una maggiore protezione dal vento e un'attenuazione dei rumori esterni provenienti, in particolare, dal passaggio dei veicoli sulla sede stradale.

#### 6.4.2 RECINZIONI A VERDE

Una possibile soluzione per il miglioramento sia estetico che funzionale della situazione che caratterizza i bordi del lotto di pertinenza è l'utilizzo di un sistema integrabile alla recinzione esistente e costituito da una componente verde, andando ad intervenire, quindi, sugli elementi già presenti, senza prendere in considerazione l'idea di realizzare nuove delimitazioni sull'intorno dell'area. Sulla base dei metodi già utilizzati e riscontrabili all'interno della zona industriale, ci si è voluti soffermare su due soluzioni comunemente utilizzate per la creazione di recinzioni schermanti tra uno spazio privato e l'area esterna:

-siepe. Una soluzione naturale molto diffusa

è quella di realizzare, o accompagnare, le recinzioni di una proprietà con siepi lungo il suo perimetro. Questo particolare sistema, oltre alla funzione di delimitazione, offre una serie di utilità legate alla protezione dell'area, alla protezione dal vento e anche allo smorzamento dei rumori provenienti, ad esempio, da una strada trafficata.

Ovviamente, l'implementazione di una recinzione con questo sistema ha il vantaggio di fornire un effetto naturale e integrabile con il paesaggio circostante, oltre a provvedere, anche se in modo minimo data la possibile dimensione ridotta della siepe, ad un tentativo di mitigazione dell'area retrostante ad essa.

-verde rampicante. Le piante rampicanti risultano un'ottima soluzione per decorare recinzioni o muretti, offrendo all'elemento di delimitazione un'impronta verde e rendendolo maggiormente gradevole e integrabile con il contesto vegetativo limitrofo. La particolarità di questa soluzione è la capacità che queste entità vegetative offrono, ossia quella di allacciarsi ad una superficie o ad un elemento e crescere nel corso del tempo, ricoprendo punto dopo punto l'intera area desiderata.

Data la somiglianza a livello estetico, e anche

funzionale, con le siepi viste in precedenza, l'integrazione di questo sistema agli elementi divisorii esistenti offre una serie di benefici simili al caso precedente e legati quindi a fattori di schermatura piuttosto che a funzioni di riparo dal vento e l'attenuazione, anche se minima, dei rumori provenienti dalle aree esterne alla proprietà.

### 6.4.3 PROPOSTA DI PROGETTO

Con l'identificazione delle caratteristiche relative ai bordi dell'azienda allo stato di fatto, si è deciso di proporre una soluzione a verde integrabile alla recinzione esistente, la quale, senza interventi diretti sul terreno, vada a portare benefici sia estetici che funzionali.

Un possibile sistema adeguato alle nostre esigenze utilizzabile all'interno del caso studio è quello offerto dall'azienda inglese Hedges Direct, che produce particolari soluzioni di inserimento del verde.

In seguito ad una serie di considerazioni, quindi, si è optato per l'inserimento della struttura schermante *Ivy Screen*, prodotta da tale azienda. Questa soluzione è costituita da un telaio in acciaio su cui si sviluppa la specie rampicante (*Figure 98 e 99*), la quale verrà

posizionata nella parte interna del lotto, ottenendo così una recinzione con proprietà tipiche di una siepe. Una particolarità di quest'ultima è la possibilità di inserirla all'interno di vasi contenitori, al fine di evitare modifiche o lavorazioni aggiuntive nei riguardi del suolo già presente. Il sistema viene venduto con l'entità vegetativa già sviluppata sull'intera struttura, in modo tale da fornire i suoi benefici subito dopo

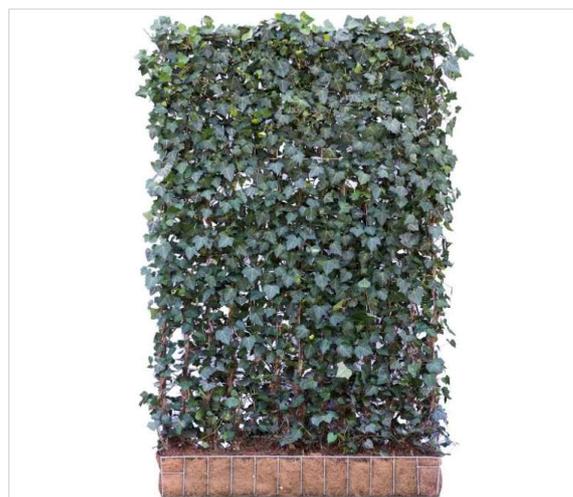


Figura 98. Schermo di edera (*Hedera helix*) Ivy Screen.



Figura 99. Esempio di applicazione di schermatura con struttura metallica ed edera, inserita in fioriere.

l'installazione sul luogo interessato. La pianta rampicante scelta dall'azienda è l'edera, la quale si presenta come la specie che meglio si integra nelle varie situazioni ambientali; nonostante questa tipologia di pianta cresca e si sviluppi maggiormente in zone d'ombra o mezz'ombra, essa può tollerare anche zone esposte a pieno sole. Inoltre, in questa particolare tipologia di soluzione, la specie si sviluppa solo per un breve tratto, resistendo in maniera efficace a qualsiasi condizione, a differenza di diversi utilizzi in cui si prevede la crescita del rampicante per diversi metri, come ad esempio sulle facciate degli edifici.

La struttura scelta sul catalogo proposto dall'azienda è quella con l'altezza della struttura pari a 180 cm (fuori terra) per uno sviluppo di 120 cm ciascuno. Considerando, pertanto, che questi pannelli dovranno essere piantati in una trincea di almeno 40 cm di profondità e 30 cm di larghezza (attraverso l'integrazione di fioriere di tali dimensioni), essi raggiungerebbero l'altezza totale di circa 220 cm, cioè di poco superiore alla recinzione presente allo stato attuale, rendendosi così integrabile con l'esistente.

L'installazione si prevede sia sul fronte sud-est che su quello sud-ovest; non si prevede,

invece, la loro collocazione sul lato nord-est dell'azienda, in quanto il lotto confinante su tale fronte risulta essere sempre di proprietà della Siragusa S.r.l.

Gli schermi verdi saranno posizionati per l'intero sviluppo della recinzione presente, fatto salvo in corrispondenza delle aperture. Inoltre, data la presenza di cancelli automatici su entrambi i lati considerati, si ipotizza il posizionamento delle fioriere a circa 10 cm dal cordolo in calcestruzzo, al fine di permettere l'apertura dei tali senza impedimenti lungo le loro guide.

Lo schermo *Ivy Screen* offre la stessa sicurezza e privacy di una soluzione verde tradizionale, oltre a ulteriori vantaggi ambientali, in quanto in grado di ridurre l'inquinamento nell'aria. Il sistema è adeguato alle realtà commerciali e produttive, data la loro semplicità di installazione e la loro efficacia.

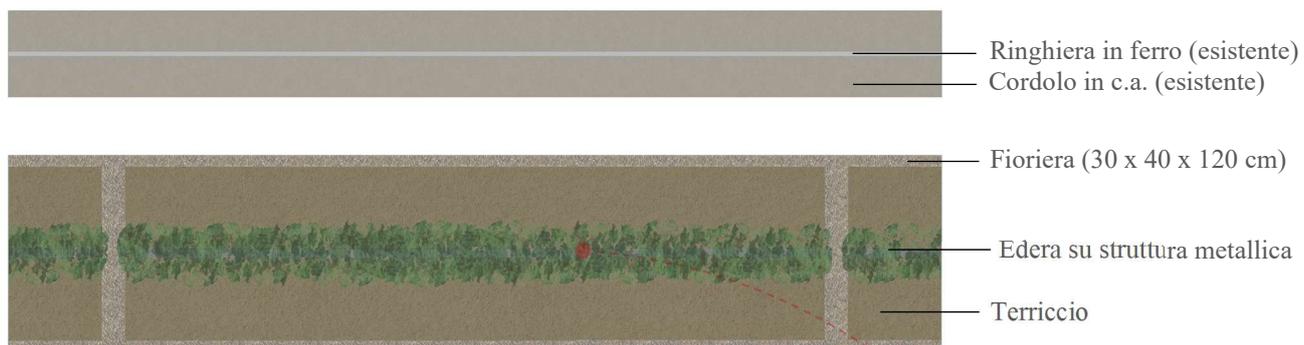


Figura 100. Pianta della recinzione con integrato il nuovo sistema di progetto.

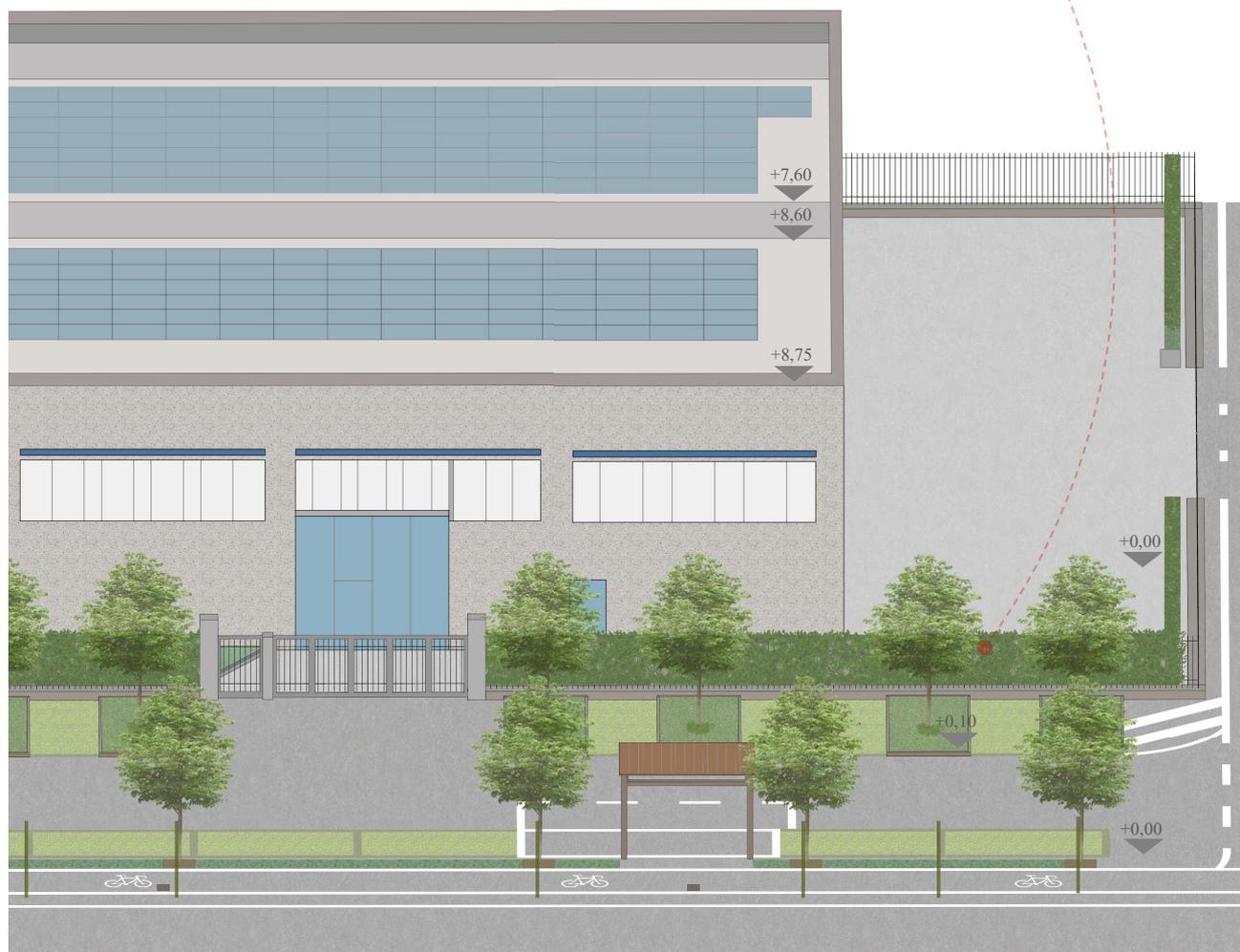


Figura 101. Vista dell'azienda (fronte sud-ovest) con inserimento della proposta di progetto della recinzione a verde.

## 6.5 PARETI ESTERNE

### 6.5.1 STATO DI FATTO

Le pareti esterne dell'azienda, come sarà possibile osservare dalle fotografie mostrate in seguito, si presentano in buono stato di conservazione e, com'è stato possibile riscontare attraverso i documenti di progetto reperiti, sono costituite da semplici pannelli prefabbricati cementizi monostrato con finitura esterna in ghiaietto di fiume lavato, a copertura dell'intera superficie verticale esterna opaca del capannone. I pannelli si presentano come elementi di spessore di 16,5 cm, con altezze pari a 175, 200 e 250 cm e lunghezze che variano a seconda della zona in cui sono collocati (Figura 102). Una problematica riscontrabile è quella relativa al ridotto spessore dei singoli elementi e della mancanza di un elemento isolante integrato

all'involucro edilizio esterno, dal quale ne consegue una situazione svantaggiosa dal punto di vista del risparmio energetico. Infatti, noto lo spessore e la conducibilità del materiale del quale è composta la parete, si è determinata la trasmittanza termica media dell'involucro opaco (Tabella 29) tramite la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R_{se} + \frac{s_1}{\lambda_1} + R_{si}}$$

dove:

U = trasmittanza termica;

$R_{se}$ ,  $R_{si}$  = resistenze termiche liminari, interna ed esterna (definite dalla UNI EN ISO 6946:2008);

s = spessore dello strato;

$\lambda$  = conducibilità termica dello strato.

Dai calcoli è scaturito che la trasmittanza termica sia pari a  $3,900 W/m^2K$ ; tale valore risulta essere nettamente superiore rispetto al

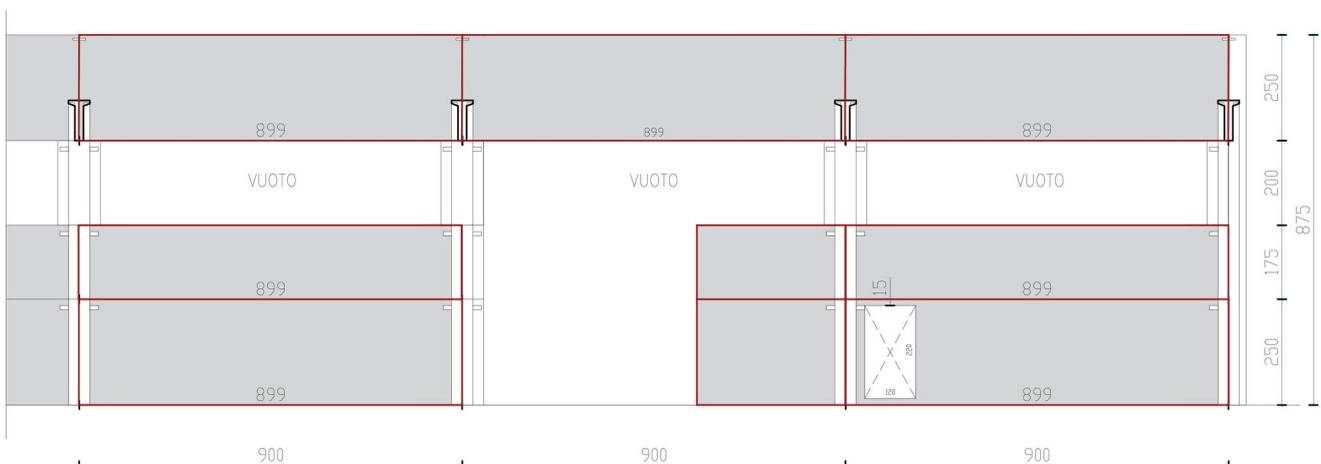


Figura 102. Prospetto della parete sud-est con individuazione dei pannelli prefabbricati che compongono la facciata.

requisito imposto dal Decreto Efficienza Energetica del 06/08/2020 nei riguardi della nostra zona climatica, la E, ossia di  $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Tabella 30). Si precisa, tuttavia, che tale decreto valuta una trasmittanza termica media priva di ponti termici, con un valore puro che non considera le discontinuità, essendo maggiormente restrittivo rispetto al D.M. dei Requisiti Minimi del 26/06/2015.

I diversi ponti termici, infatti, a causa dei numerosi impianti all'interno del fabbricato,

risulterebbero difficili da calcolare. Oltretutto, attraverso il rispetto dei valori massimi definiti dal D.E.E., sarà possibile accedere a detrazioni sui costi di specifiche lavorazioni.

Un ulteriore aspetto che caratterizza le facciate dell'edificio riguarda l'integrazione di schermature a protezione della radiazione solare, le quali, caratterizzate da tendaggi esterni, garantiscono una difesa dal sole nei confronti delle bucaure finestrate.

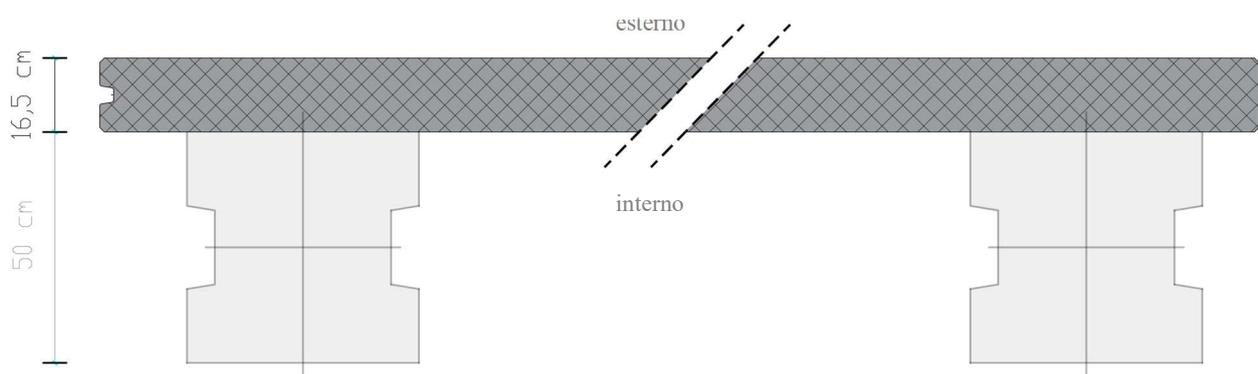


Figura 103. Stratigrafia della parete allo stato di fatto.

PARETI ESTERNE - STATO DI FATTO					
Stratigrafia (interno - esterno)		s [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Strato liminare interno				0,13	
1	Parete calcestruzzo monostrato	0,165	1,91		
Strato liminare esterno				0,04	
<b>Totale</b>		<b>0,165</b>			<b>3,900</b>

Tabella 29. Trasmittanza termica media delle pareti esterne allo stato di fatto.

Zona climatica	$U_{\text{limite}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	
	D.M. R.M. 26/06/2015	D.E.E. 06/08/2020
A-B	0,40	0,38
C	0,36	0,30
D	0,32	0,26
E	0,28	0,23
F	0,26	0,22

Tabella 30. Trasmittanza termica  $U$  massima delle strutture opache verticali verso l'esterno.

### 6.5.2 INDAGINE TERMOMETRICA

La definizione degli obiettivi di progetto ha condotto ad una serie di considerazioni e possibili soluzioni attuabili sulle superfici esterne dell'edificio. Pertanto, in relazione all'ipotesi di realizzazione di un intervento con un sistema di schermatura sulle facciate del fabbricato, si è deciso di compiere un'indagine termometrica, con lo scopo di conoscere con esattezza la situazione che si presenta sulla superficie esterna dell'edificio in oggetto.

Attraverso la disponibilità del laboratorio LAMSA (Laboratorio di Analisi e Modellazione dei Sistemi Ambientali) del Politecnico di Torino, è stato possibile reperire un termometro ad infrarossi (IR) con puntatore a due raggi laser, modello "Testo 830-T2" (Figura 104), il quale si è rivelato utile per lo studio e il monitoraggio delle condizioni dell'edificio di progetto, in particolare per quanto concerne il rilevamento della temperatura delle pareti esterne nel corso del periodo estivo.

I termometri IR sono strumenti utili per la misurazione della temperatura, in particolar modo in applicazioni in cui si desidera una temperatura superficiale accurata e, allo stesso tempo, sia richiesta una risposta

rapida. Tuttavia, un aspetto negativo di questa tipologia di apparecchiature è la facilità di lasciarsi sfuggire punti critici in un edificio, i quali possono identificarsi come zone con scarso isolamento piuttosto che punti con infiltrazioni d'acqua o con fughe d'aria.

I termometri IR sono caratterizzati da specifiche che includono, tra le principali, la precisione, la temperatura di lavoro e il campo di misura e che, nel caso di quello avuto in dotazione, sono i seguenti:

- *precisione:*

$\pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$  o  $\pm 1,5 \%$  del v.m. (da  $+0,1$  a  $+400 \text{ }^\circ\text{C}$ );

$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  o  $\pm 2 \%$  del v.m. (da  $-30$  a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

- *temperatura di lavoro:* da  $-20$  a  $+50 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

Un ulteriore aspetto tecnico da tenere in considerazione è il "rapporto distanza-spot" (D:S o *Distance to Spot ratio*), ossia il



Figura 104. Termometro ad infrarossi (IR), modello "Testo 830-T2", utilizzato nel corso dell'indagine termometrica.

rapporto tra la distanza dalla superficie di misurazione e il diametro dell'area di misurazione della temperatura: nel nostro caso, questo rapporto è pari a 12:1, vale a dire che il diametro dall'area di misurazione è pari a un dodicesimo della distanza dell'oggetto. Inoltre, è possibile osservare il diametro dell'area di misurazione direttamente sulla superficie in oggetto, in quanto il termometro emette due raggi laser come sistema di puntamento (*Figura 105*) che, proiettati sulla superficie interessata, indicano i punti estremi in cui è racchiuso il cerchio considerato, ossia quella porzione di superficie per cui viene fatta una media di tutte le temperature di tutti i punti al suo interno; la media di queste temperature è il valore riportato sullo schermo dello strumento.

Ciò premesso, in seguito alle diverse ispezioni sul posto avvenute nel mese di agosto e di ottobre, e grazie alla disponibilità dimostrata dall'azienda, è stato possibile identificare le temperature delle pareti esterne dell'edificio in momenti diversi della giornata attraverso una serie di misurazioni puntuali. Si è deciso, appunto, di perseguire la rilevazione per due mesi distinti tra loro dal punto di vista climatico, con il fine di

concepire le conseguenze che un diverso tipo di clima può contrassegnare in modo diverso l'involucro di un edificio.

Come sarà possibile osservare in seguito tramite le fotografie scattate durante la presa delle misurazioni, si è voluto rilevare la temperatura di entrambe le pareti in due frangenti delle giornate, quindi sia la parete a sud-ovest nel momento in cui al mattino è ombreggiata che la parete a sud-est quando lo è al pomeriggio, in modo tale da avere un quadro delle temperature più chiaro e completo.

Per quanto riguarda, invece, la parete esposta a nord-est (*Figura 106*), si è scelto di non considerarla nel corso dell'indagine; questa decisione è stata presa, in particolare, per tre motivi: il primo, nonché ragione principale, riguarda l'impossibilità del rilevamento



*Figura 105. Termometro ad infrarossi (IR), modello "Testo 830-T2". Raggi laser proiettati su una superficie.*

dovuto alla presenza di un fitto sistema di impianti lungo tutta la sua lunghezza; il secondo, riprendendo il precedente, riguarda l'impossibilità di ricavare una parete "libera", a differenza delle altre due, per l'inserimento di eventuali schermature; l'ultimo motivo riguarda la sua posizione. Infatti, data l'esposizione a nord-est, convenuta la presenza degli impianti per tutta la sua lunghezza e data la posizione ravvicinata con un altro fabbricato collocato a pochi metri di distanza, la parete rimane esposta al sole per un breve periodo della giornata e, addirittura, con molte aree della facciata che rimangono completamente in ombra nell'intero arco di questo periodo.

Infine, per quanto concerne l'ala a nord-ovest, non è risultato necessario il rilevamento della temperatura, in quanto l'azienda confina con un'altra ditta su quel lato, oltre al fatto che il lato nord-ovest del capannone è soggetto a ombreggiamento per quasi tutto il giorno.

Per le prese della temperatura, sulla base dei riferimenti contenuti all'interno del manuale dello strumento, la distanza dalla superficie misurata è stata all'incirca di due metri, la quale corrisponde a una distanza dei due punti laser, proiettati sulla parete, di 16-17

cm, per una circonferenza in cui è racchiusa un'area di circa  $0,2 \text{ m}^2$ .

Si sottolinea che, antecedente la fase di rilevazione, è stato impostato all'interno dello strumento il valore di emissività  $\epsilon$  del materiale di rivestimento della facciata, corrispondente a circa 0,85 per il nostro caso specifico, fondamentale per la misurazione di temperature superficiali a distanza.

Si sono riportate alcune fotografie scattate nel corso delle misurazioni, tutte riprese nello stesso giorno (il 22 agosto 2021), con individuati i punti dell'edificio che si sono voluti considerare in quanto più rilevanti e soggetti ad un maggiore irraggiamento durante l'intero arco della giornata.



Figura 106. Azienda Siragusa S.r.l., parete nord-est. Fotografia scattata durante il sopralluogo in data 22/08/2021.



Figura 107. Indagine termometrica presso l'azienda Siragusa S.r.l. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 10:20.



Figura 108. Estratto di planimetria con individuazione delle pareti soggette a rilevazione della temperatura.

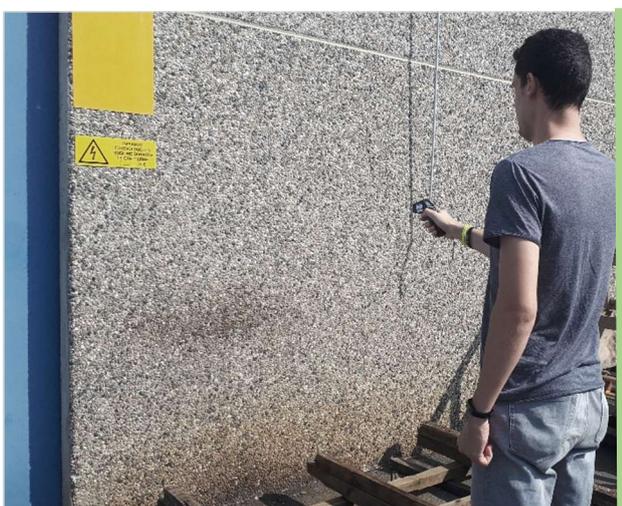


Figura 109. Indagine termometrica, rilevamento temperatura parete sud-est. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 10:24.

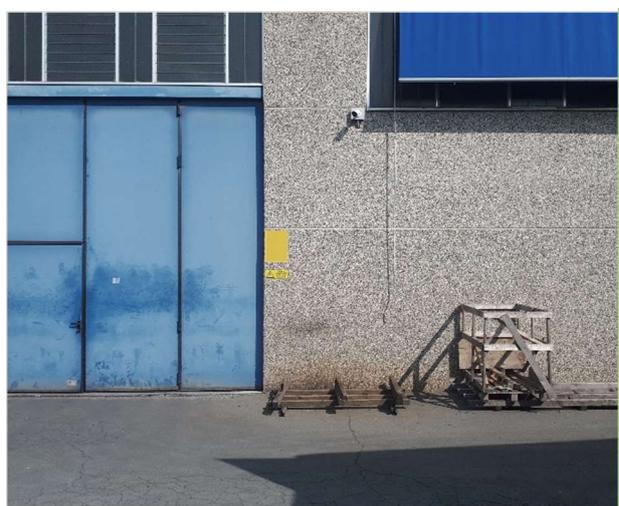


Figura 110. Indagine termometrica, parete sud-est. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 10:26.

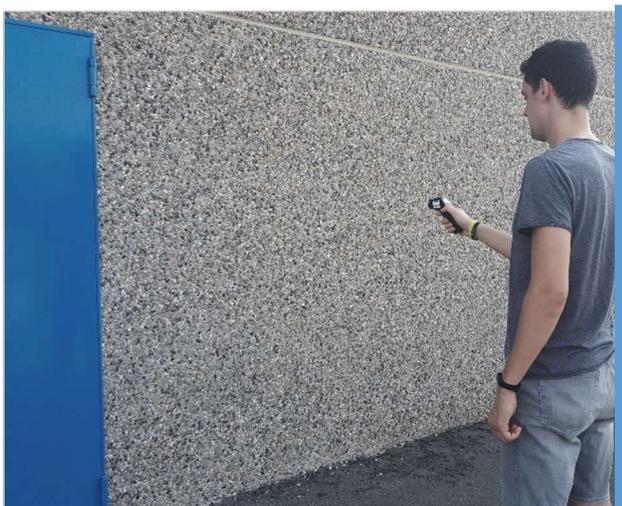


Figura 111. Indagine termometrica, rilevamento temperatura parete sud-ovest. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 10:29.



Figura 112. Indagine termometrica, parete sud-ovest. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 10:34.



Figura 113. Indagine termometrica presso l'azienda Siragusa S.r.l. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 16:55.



Figura 114. Estratto di planimetria con individuazione delle pareti soggette a rilevazione della temperatura.

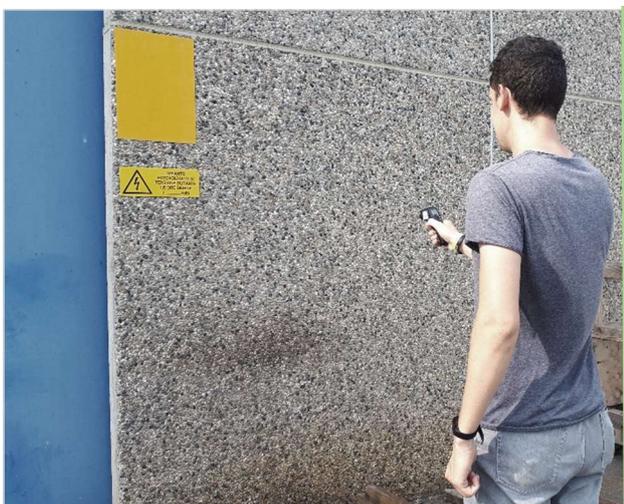


Figura 115. Indagine termometrica, rilevamento temperatura parete sud-est. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 17:02.



Figura 116. Indagine termometrica, parete sud-est. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 17:05.

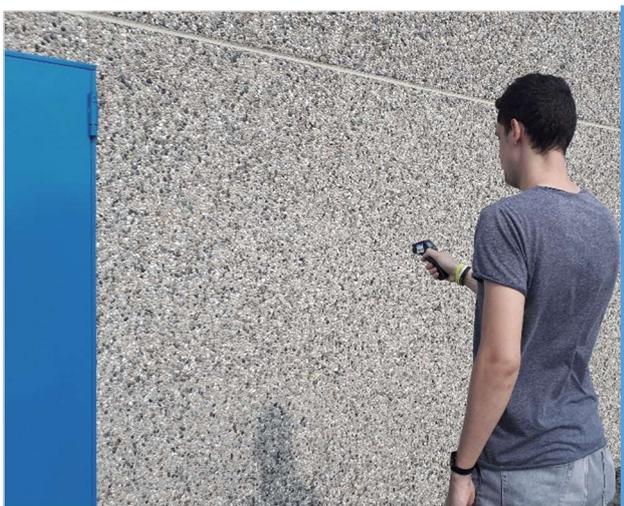


Figura 117. Indagine termometrica, rilevamento temperatura parete sud-ovest. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 17:07.



Figura 118. Indagine termometrica, parete sud-ovest. Fotografia scattata in data 22/08/2021 alle ore 17:12.

Nel corso del reperimento dei dati ci si è avvalsi di un'ulteriore tipologia di strumentazione, ossia di una stazione meteorologica (*Figura 119*), la quale è situata a una distanza di circa 1,45 km, in linea d'aria, dal capannone industriale interessato (*Figura 121*). Con tale strumento è stato possibile ottenere, ed affiancare alle misurazioni del termometro ad infrarossi, le informazioni relative alla temperatura e all'umidità dell'aria esterna; queste sono visualizzabili attraverso un display (*Figura 120*) fornito in dotazione con la stazione, dal quale è possibile visualizzare, in aggiunta alle due precedenti citate, i dati relativi alla piovosità, alla velocità e direzione del vento nel punto in cui è collocata la stazione base, attraverso la sua funzione di *data logger*.

Nelle tabelle che seguono si sono riportati i dati ottenuti durante i mesi di agosto e ottobre. Tuttavia, risulta necessario evidenziare due fattori che hanno caratterizzato l'impossibilità del reperimento dei dati in particolari giorni dei due periodi, ossia la disponibilità dello strumento in specifici momenti del mese e la chiusura estiva dell'azienda nella seconda settimana del mese di agosto, oltre che nei fine settimana per gran parte del periodo.



*Figura 119. Stazione meteorologica utilizzata nel corso del rilevamento. Fotografia scattata in data 17/08/2021.*



*Figura 120. Display della stazione meteorologica utilizzata nel corso del rilevamento. Fotografia scattata in data 17/08/2021.*



*Figura 121. Posizione della stazione meteorologica rispetto all'edificio oggetto di indagine termometrica. earth.google.com*

GIORNO	ORARIO	METEO	TEMPERATURA PARETE [°C]		ARIA ESTERNA	
			sud-est	sud-ovest	Temperatura [°C]	Umidità [%]
01 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
02 agosto 2021	09:05	sereno	25,0	22,0	24,4	67
	16:10	parz. nuvoloso	39,5	42,0	27,9	41
03 agosto 2021	09:00	parz. nuvoloso	28,0	24,0	23,4	65
	16:15	nuvoloso	34,5	36,0	27,1	52
04 agosto 2021	09:15	nuvoloso	23,0	24,5	19,6	84
	16:05	precipitazioni	25,0	26,0	23,7	64
05 agosto 2021	08:55	nuvoloso	25,0	21,0	24,6	63
	16:30	sereno	37,0	51,5	29,2	46
06 agosto 2021	09:15	sereno	28,5	22,5	25,7	58
	15:55	sereno	32,5	42,5	28,7	50
07 agosto 2021	09:35	parz. nuvoloso	26,5	24,5	22,5	59
	16:30	parz. nuvoloso	33,5	38,0	28,4	55
08 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
09 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
10 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
11 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
12 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
13 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
14 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
15 agosto 2021			NR	NR		
			NR	NR		
16 agosto 2021	09:35	sereno	31,5	28,5	28,6	56
	16:45	sereno	36,0	47,0	32,3	50
17 agosto 2021	09:00	sereno	25,0	23,5	23,3	55
	16:10	parz. nuvoloso	34,5	45,0	32,2	25
18 agosto 2021	09:30	parz. nuvoloso	NR	NR	23,7	57
	16:00	parz. nuvoloso	34,5	44,0	29,8	35

GIORNO	ORARIO	METEO	TEMPERATURA PARETE [°C]		ARIA ESTERNA	
			sud-est	sud-ovest	Temperatura [°C]	Umidità [%]
19 agosto 2021	08:50	parz. nuvoloso	<b>23,0</b>	<b>24,0</b>	21,4	61
	16:10	sereno	<b>36,0</b>	<b>40,0</b>	28,6	41
20 agosto 2021	09:15	sereno	<b>25,5</b>	<b>24,5</b>	23,7	62
	16:15	parz. nuvoloso	<b>34,5</b>	<b>44,0</b>	30,8	38
21 agosto 2021	09:45	sereno	<b>NR</b>	<b>NR</b>	33,1	38
	16:30	parz. nuvoloso	<b>NR</b>	<b>NR</b>	26,7	55
22 agosto 2021	09:45	parz. nuvoloso	<b>32,5</b>	<b>27,5</b>	23,7	70
	16:45	parz. nuvoloso	<b>34,5</b>	<b>39,0</b>	29,0	57
23 agosto 2021	09:20	parz. nuvoloso	<b>24,5</b>	<b>24,0</b>	21,5	42
	16:00	sereno	<b>41,0</b>	<b>50,0</b>	30,2	86
24 agosto 2021	09:10	parz. nuvoloso	<b>27,0</b>	<b>26,5</b>	25,4	55
	16:05	nuvoloso	<b>32,0</b>	<b>34,5</b>	26,4	46
25 agosto 2021	09:40	nuvoloso	<b>26,0</b>	<b>19,0</b>	22,4	60
	15:50	parz. nuvoloso	<b>39,0</b>	<b>47,0</b>	27,4	43
26 agosto 2021	09:30	sereno	<b>25,0</b>	<b>22,0</b>	24,7	56
	16:15	parz. nuvoloso	<b>39,0</b>	<b>41,5</b>	29,9	40
27 agosto 2021	09:00	parz. nuvoloso	<b>23,5</b>	<b>23,0</b>	19,2	84
	16:15	sereno	<b>35,0</b>	<b>38,5</b>	24,6	60
28 agosto 2021	09:20	sereno	<b>25,5</b>	<b>22,5</b>	20,0	61
	17:00	sereno	<b>NR</b>	<b>NR</b>	26,0	36
29 agosto 2021	09:45	sereno	<b>26,5</b>	<b>22,0</b>	22,1	54
	16:30	sereno	<b>NR</b>	<b>NR</b>	27,2	33
30 agosto 2021			<b>NR</b>	<b>NR</b>		
			<b>NR</b>	<b>NR</b>		
31 agosto 2021			<b>NR</b>	<b>NR</b>		
			<b>NR</b>	<b>NR</b>		

Tabella 31. Dati rilevati nel corso dell'indagine termometrica nel mese di agosto.

In seguito alla compilazione, anche se parziale, della prima tabella, si è deciso di riportare una serie di grafici relativi alle informazioni in essa inserite, con lo scopo di ottenere un quadro generale più chiaro e avere una vista d'insieme dei dati. Da queste

prime illustrazioni (*Figure 122 e 123*), emerge fin da subito la considerevole differenza di temperatura delle pareti con il passaggio dal mattino al pomeriggio e come la parete esposta a sud-ovest passa da essere la parete più fredda, tra le due, al mattino, ad

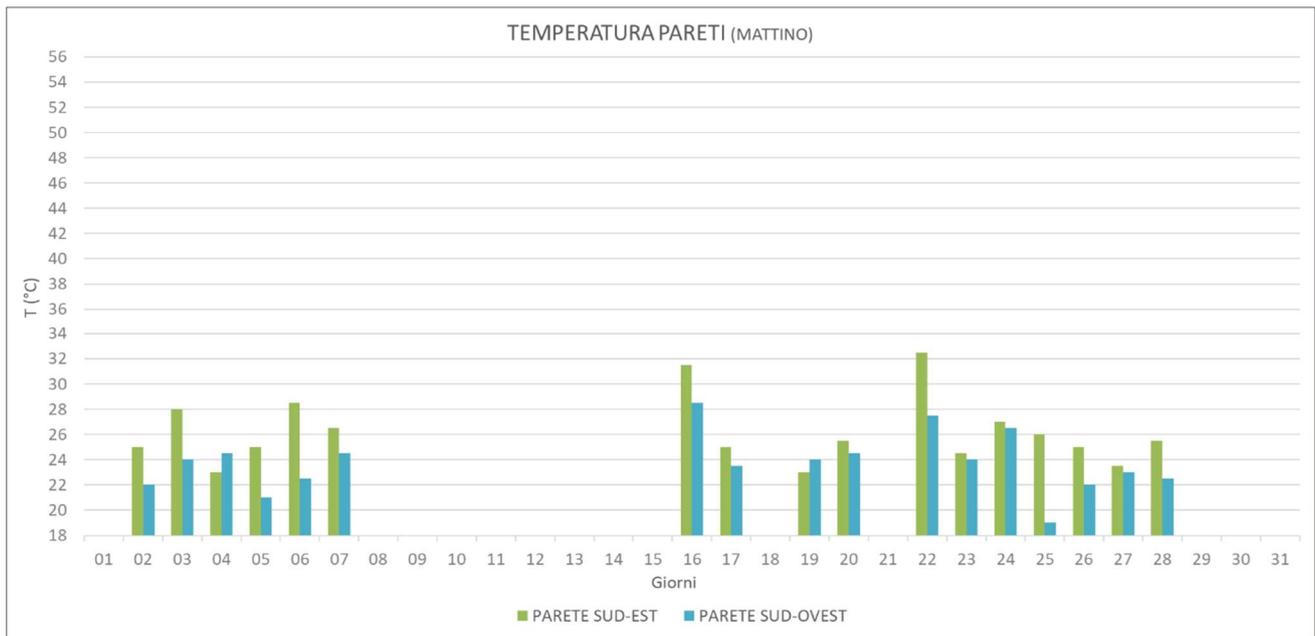


Figura 122. Temperature delle pareti esposte a sud-est e sud-ovest registrate al mattino nel mese di agosto tra le ore 8:50 e le 9:45

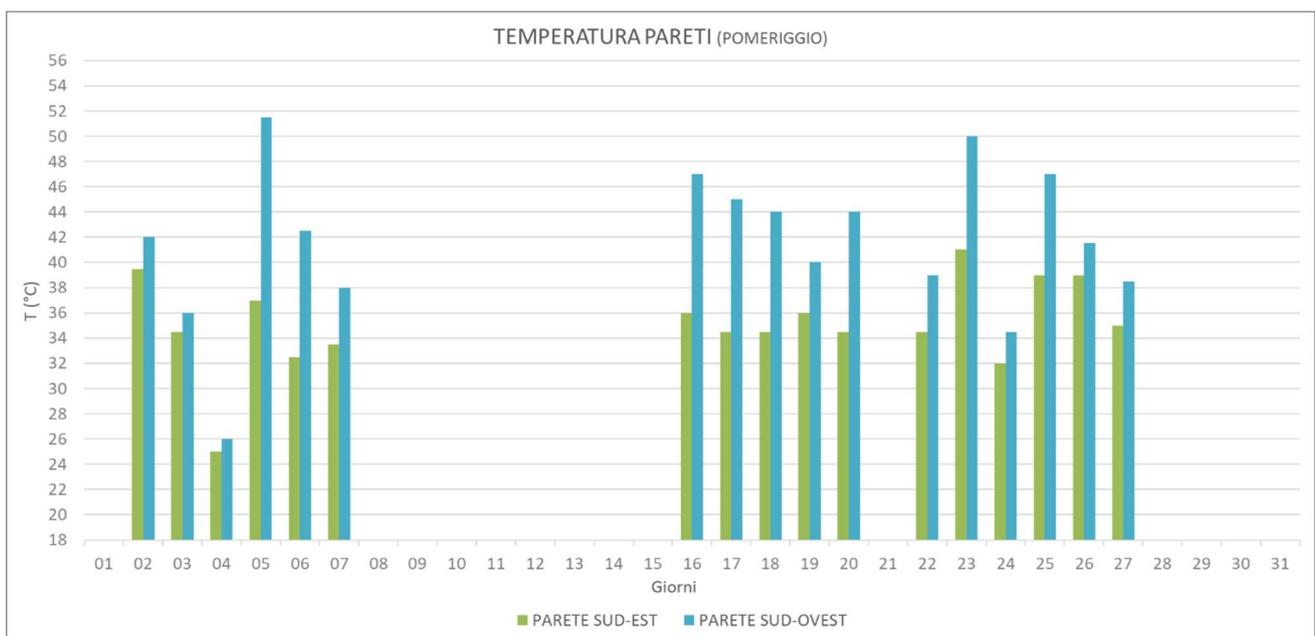


Figura 123. Temperature delle pareti esposte a sud-est e sud-ovest registrate al pomeriggio nel mese di agosto tra le ore 15:50 e le 16:45.

essere quella più calda, nella quasi totalità dei casi, al pomeriggio, con un notevole incremento di temperatura nel giro di poche ore. Successivamente, è possibile notare la differenza di temperatura della stessa parete, ma in due momenti differenti della giornata

(Figure 124 e 125). In entrambi i casi, sia nei riguardi della parete a sud-est che quella a sud-ovest, la temperatura aumenta, anche se con una crescita maggiore in quella a sud-ovest, essendo esposta al sole nelle ore più calde della giornata. Per concludere, si è

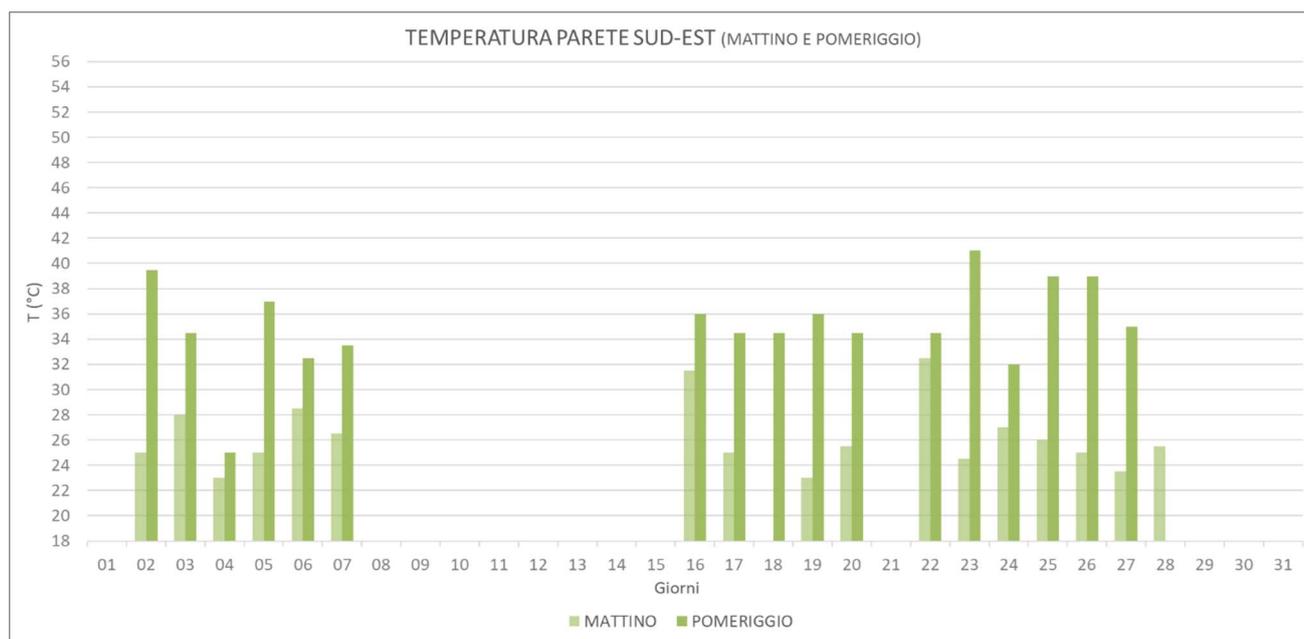


Figura 124. Temperature della parete esposta a sud-est registrate al mattino e al pomeriggio nel mese di agosto.

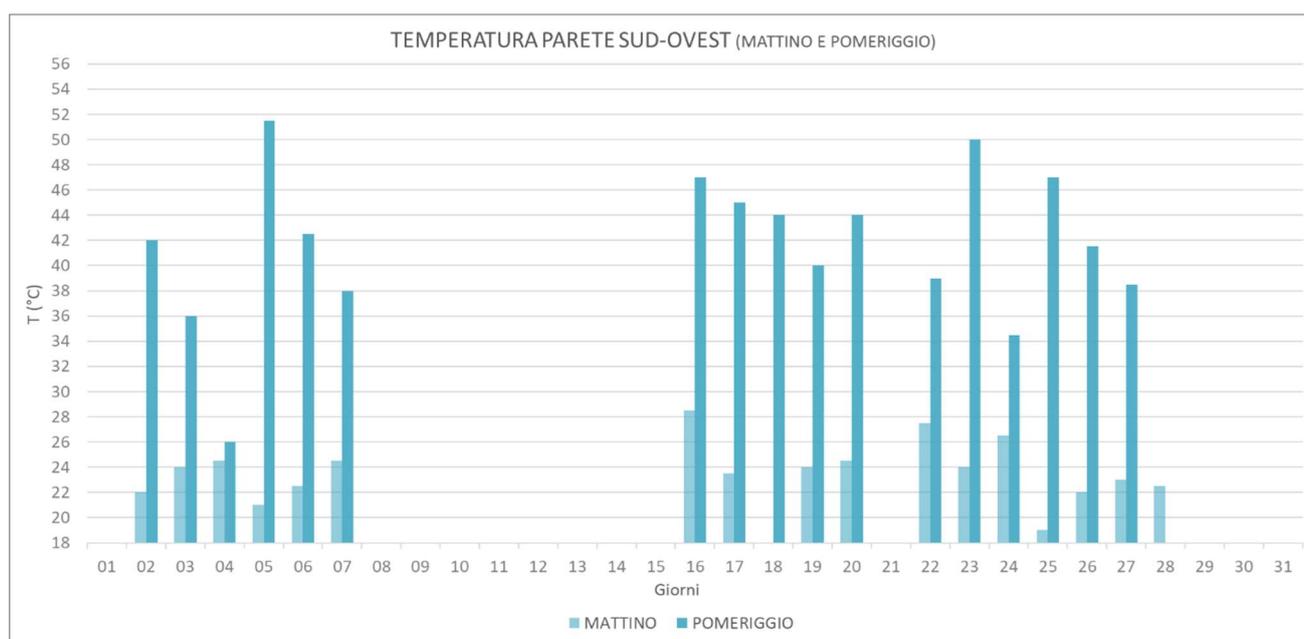


Figura 125. Temperature della parete esposta a sud-ovest registrate al mattino e al pomeriggio nel mese di agosto.

deciso di riportare i dati riferiti all'aria interna ed esterna (Figure 126 e 127). Per i primi, le temperature interne che si registrano nel corso del mese risultano stabili intorno ai 22°C, come riferitoci dal responsabile dell'azienda; le temperature esterne, invece,

ottenute per mezzo della stazione meteorologica, sono state rilevate nei momenti in cui è avvenuta la presa di temperatura delle pareti, con l'obiettivo di ottenere un quadro generale delle varie temperature nei diversi periodi della giornata.

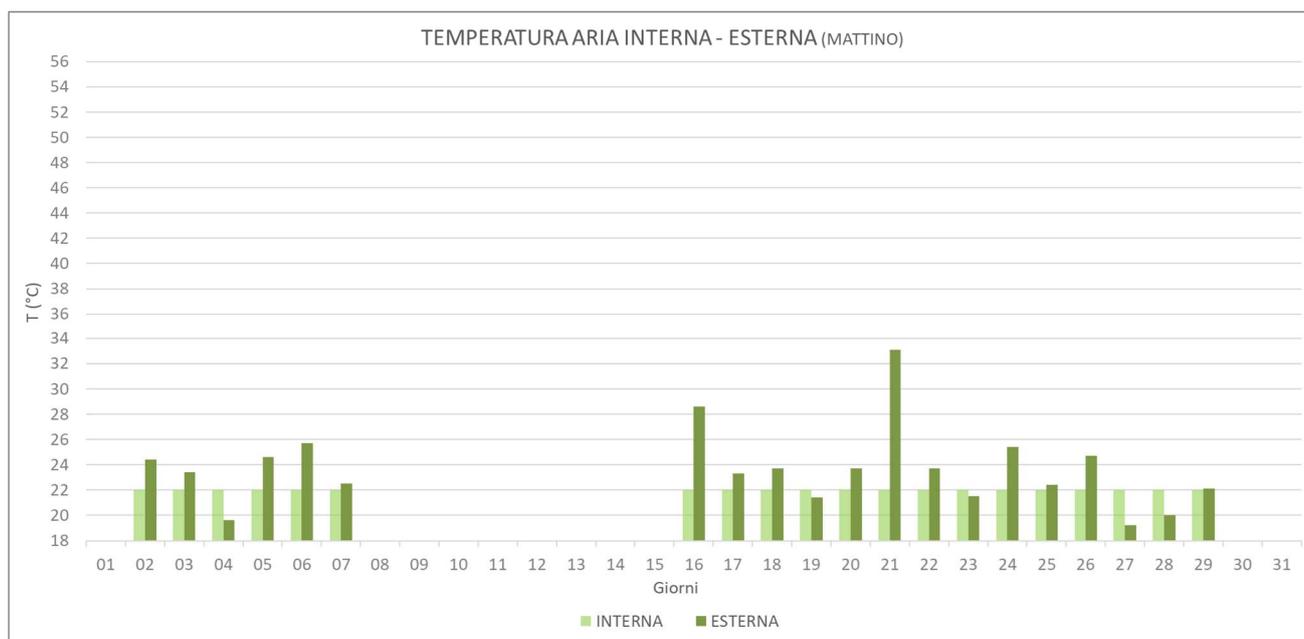


Figura 126. Temperatura dell'aria interna ed esterna registrata al mattino nel mese di agosto.

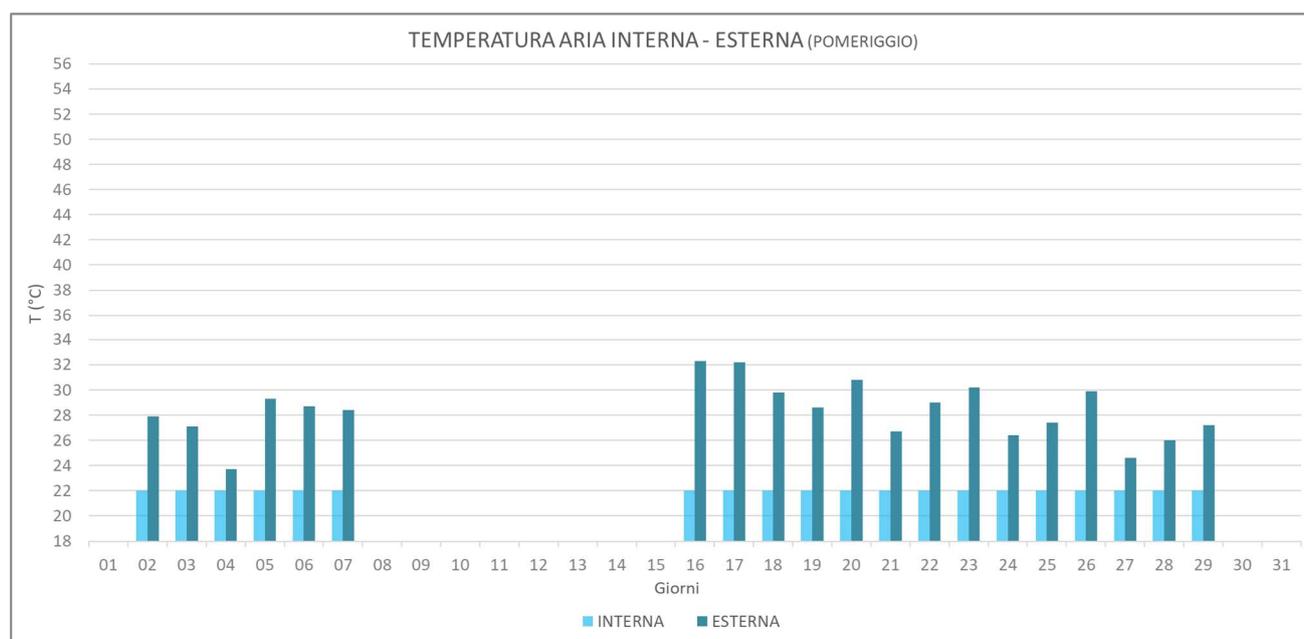


Figura 127. Temperatura dell'aria interna ed esterna registrata al pomeriggio nel mese di agosto.

GIORNO	ORARIO	METEO	TEMPERATURA PARETE [°C]		ARIA ESTERNA	
			sud-est	sud-ovest	Temperatura [°C]	Umidità [%]
01 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
02 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
03 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
04 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
05 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
06 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
07 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
08 ottobre 2021	09:10	nuvoloso	9,0	7,5	6,1	95
	16:15	parz. nuvoloso	12,5	13,5	16,4	51
09 ottobre 2021	09:30	parz. nuvoloso	8,5	7,5	6,4	98
	16:10	parz. nuvoloso	12,5	14,0	17,5	47
10 ottobre 2021	09:20	parz. nuvoloso	10,0	9,0	7,2	94
	16:00	sereno	14,5	15,5	22,3	44
11 ottobre 2021	09:05	sereno	11,0	9,0	5,9	95
	15:55	sereno	16,0	18,0	19	54
12 ottobre 2021	09:15	parz. nuvoloso	10,0	8,0	6,6	97
	15:50	sereno	17,0	18,0	19,5	55
13 ottobre 2021	08:55	sereno	11,5	8,5	7,2	99
	16:05	sereno	17,0	21,0	20,4	37
14 ottobre 2021	09:00	parz. nuvoloso	11,0	10,5	7,8	95
	16:05	sereno	17,0	22,0	17,9	50
15 ottobre 2021	09:15	sereno	8,0	5,5	5,8	97
	16:25	parz. nuvoloso	13,5	17,0	17,6	47
16 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
17 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
18 ottobre 2021	09:15	parz. nuvoloso	10,0	8,0	5,1	97
	16:00	sereno	15,5	17,5	20,8	51

GIORNO	ORARIO	METEO	TEMPERATURA PARETE [°C]		ARIA ESTERNA	
			sud-est	sud-ovest	Temperatura [°C]	Umidità [%]
19 ottobre 2021	09:10	parz. nuvoloso	10,5	8,5	7,1	98
	15:55	sereno	14,0	14,5	15,8	51
20 ottobre 2021	09:00	sereno	12,0	11,0	7,8	94
	15:55	sereno	13,5	14,0	23,5	55
21 ottobre 2021	09:10	parz. nuvoloso	12,5	11,0	11,3	93
	16:20	nuvoloso	12,0	12,5	15	70
22 ottobre 2021	09:05	nebbia	12,5	11,5	8	95
	16:05	sereno	13,0	14,0	24,6	60
23 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
24 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
25 ottobre 2021	09:15	sereno	11,0	9,0	8,6	94
	16:00	sereno	18,0	19,5	16,7	52
26 ottobre 2021	09:05	parz. nuvoloso	6,5	4,5	2,1	98
	16:00	sereno	17,5	19,0	18,3	43
27 ottobre 2021	09:00	sereno	7,5	5,5	4,0	97
	16:15	sereno	17,0	18,5	18,2	45
28 ottobre 2021	08:55	sereno	6,5	4,0	3,5	97
	15:55	sereno	15,5	17,0	15,5	55
29 ottobre 2021	09:00	parz. nuvoloso	7,0	4,5	3,1	99
	16:10	sereno	16,5	18,0	15,9	57
30 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		
31 ottobre 2021			NR	NR		
			NR	NR		

Tabella 32. Dati rilevati nel corso dell'indagine termometrica nel mese di ottobre.

Come per il mese di agosto, anche per quello di ottobre si sono riportati una serie di grafici mostrandoti gli stessi dati dei precedenti relativi alla temperatura delle due pareti, alla temperatura dell'aria esterna e all'umidità dell'aria. Iniziando, quindi, dalle prime due

illustrazioni (*Figure 128 e 129*), è possibile notare la differenza di temperatura, seppur minima, tra le due pareti nel corso del rilevamento allo stesso orario, sia nel caso del mattino che in quello del pomeriggio e come la parete sud-est passi da essere quella più

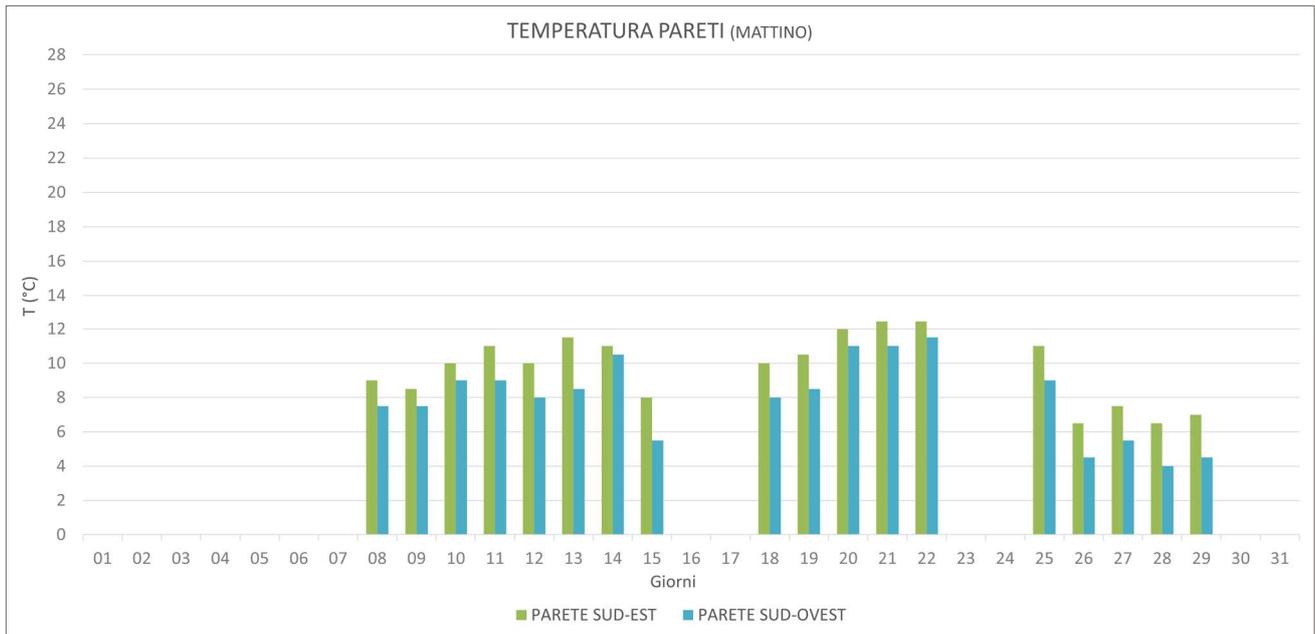


Figura 128. Temperature delle pareti esposte a sud-est e sud-ovest registrate al mattino nel mese di ottobre tra le ore 8:55 e le 9:30.

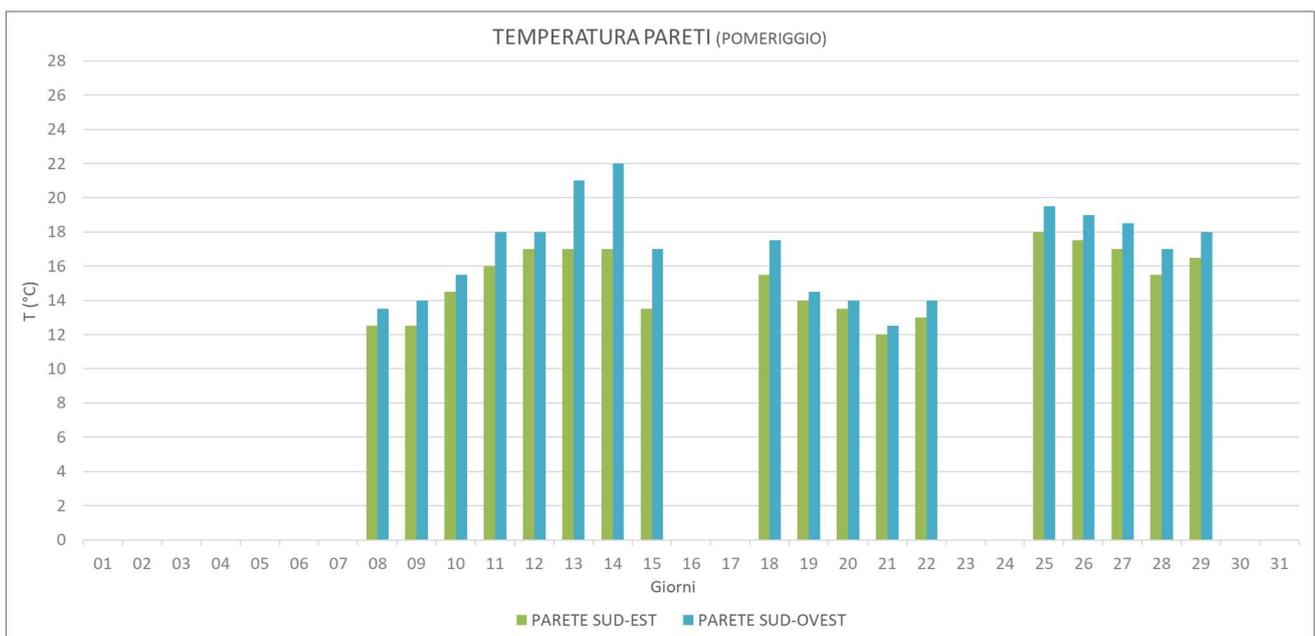


Figura 129. Temperature delle pareti esposte a sud-est e sud-ovest registrate al pomeriggio nel mese di ottobre tra le ore 15:50 e le 16:25.

calda al mattino a quella più fredda al pomeriggio, il tutto nel giro di poche ore, seppur con uno scarto minimo tra le temperature delle due pareti in entrambi i casi. Nelle due illustrazioni seguenti (Figure 130 e 131), invece, è possibile osservare la

differenza di temperatura della stessa parete nei due momenti di rilevamento della giornata. In tutti e due i casi, sia per quanto riguarda la parete a sud-est che quella a sud-ovest, la temperatura è in aumento, anche se con un incremento leggermente maggiore in

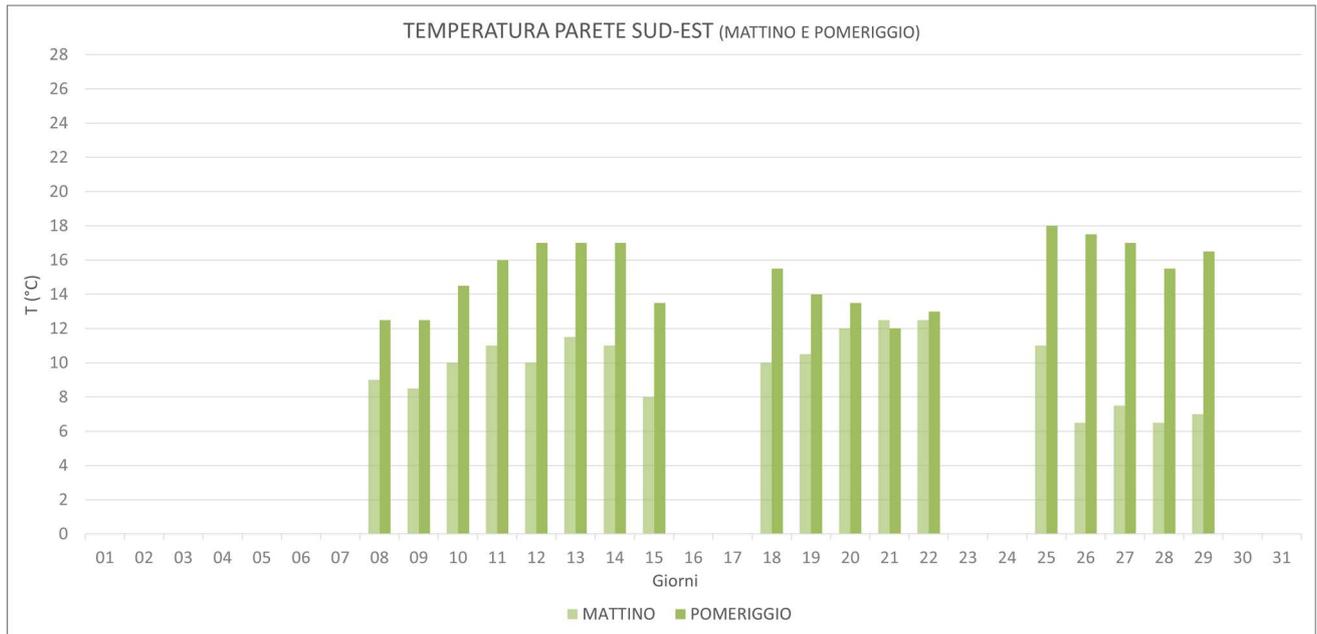


Figura 130. Temperature della parete esposta a sud-est registrate al mattino e al pomeriggio nel mese di ottobre.

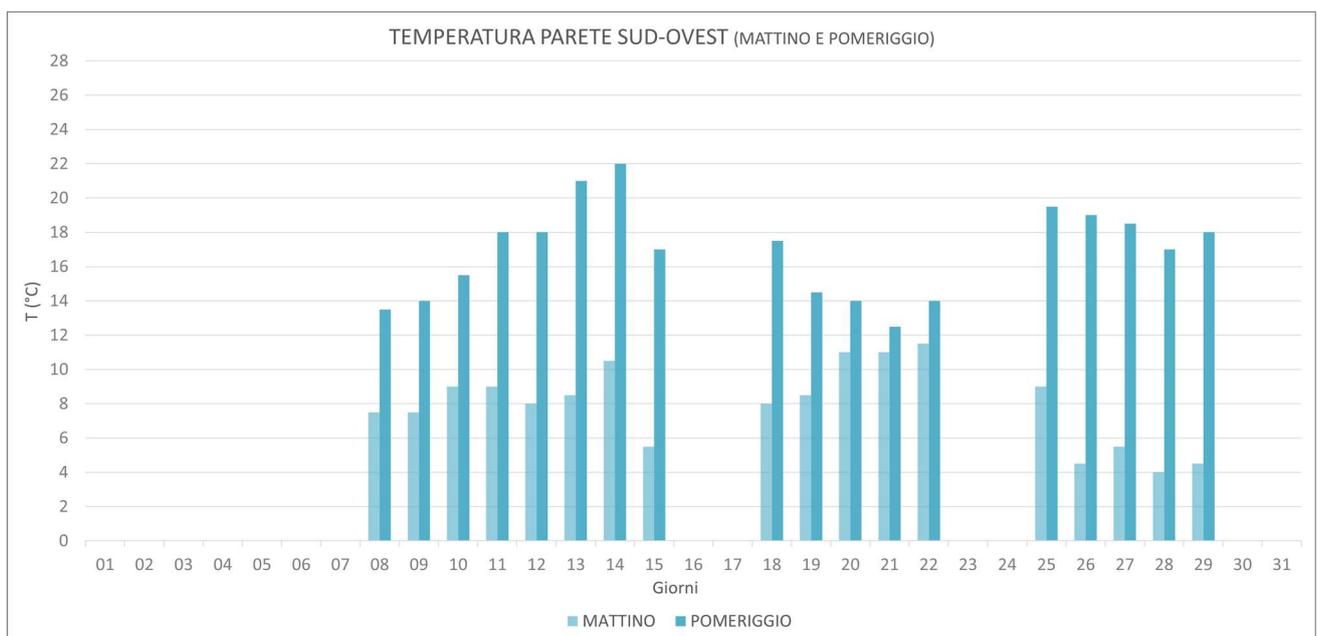


Figura 131. Temperature della parete esposta a sud-ovest registrate al mattino e al pomeriggio nel mese di ottobre.

quella a sud-ovest, essendo esposta al sole nelle ore più calde. Passando, infine, per gli ultimi due grafici (*Figure 132 e 133*), si sono riportati i dati riferiti all'aria interna ed esterna: le temperature della prima sono risultate stabili intorno ai 20°C (come

riferitoci dal responsabile dell'azienda); le temperature della seconda, invece, sono state rilevate, come per agosto, tramite la stazione meteorologica, negli stessi momenti in cui sono state effettuate le misurazioni con il termometro ad infrarossi.

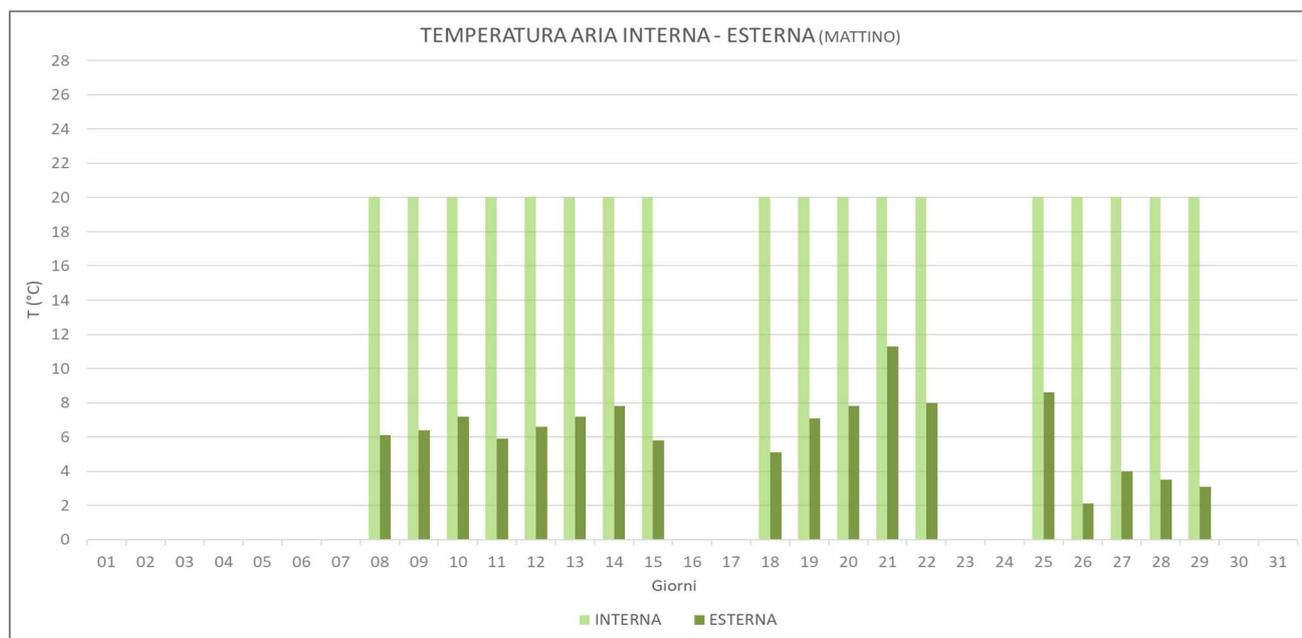


Figura 132. Temperatura dell'aria interna ed esterna registrata al mattino nel mese di ottobre.

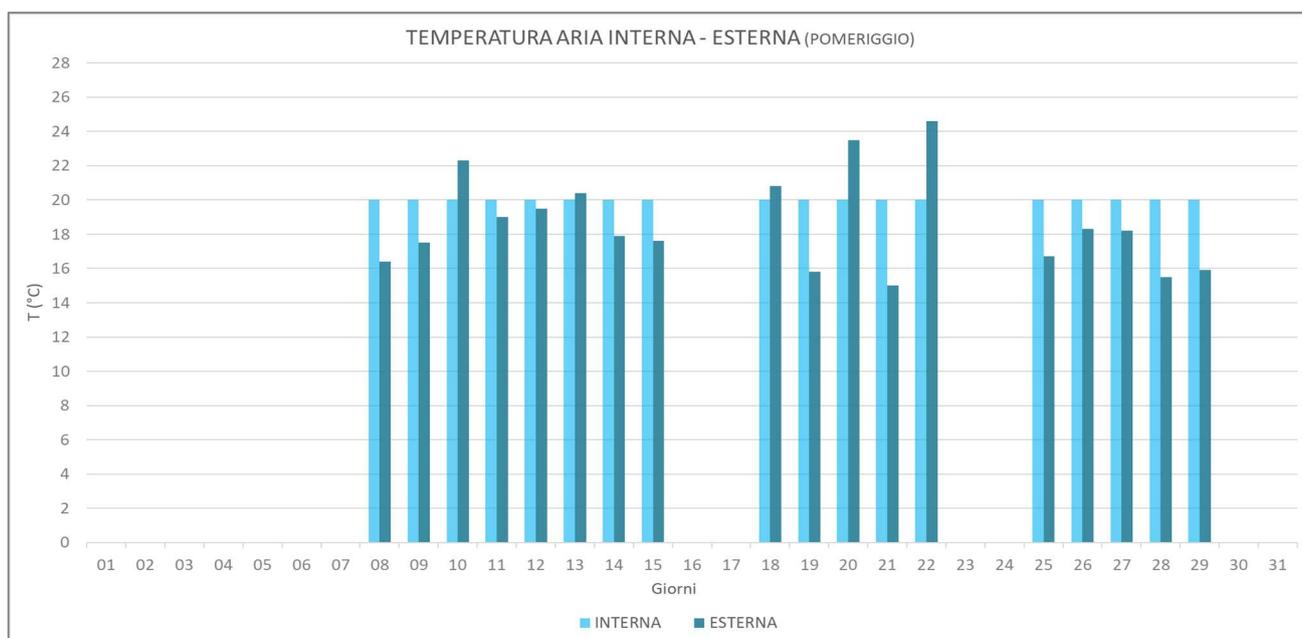


Figura 133. Temperatura dell'aria interna ed esterna registrata al pomeriggio nel mese di ottobre.

A seguito della raccolta dei dati, si è deciso di mettere in relazione i risultati dei mesi di agosto e di ottobre. È possibile notare come la differenza di temperatura tra la facciata sud-est e quella sud-ovest sia maggiore nel mese di agosto, sia nel caso del rilevamento mattutino che di quello pomeridiano. Anche se può risultare scontato data l'esposizione delle due pareti, in entrambi i periodi considerati, la facciata più calda al mattino risulta essere quella di sud est, mentre al pomeriggio quella esposta a sud-ovest. Se ci si sofferma, invece, sulle misurazioni superficiali della stessa parete tra il mattino e il pomeriggio, è possibile notare come questa sia maggiore nel mese di agosto, mentre risulta essere più contenuta nel mese di ottobre. Inoltre, è possibile constatare come, in entrambi i mesi considerati, l'alterazione di temperatura della stessa parete tra mattino e pomeriggio risulta più ampia nella parete a sud-ovest.

Per quanto riguarda, invece, la differenza di temperatura dell'aria interna rispetto a quella esterna, è possibile osservare come la temperatura di quest'ultima, nel mese di agosto risulti tendenzialmente in linea nel corso della mattinata e superiore al pomeriggio nei confronti di quella interna,

mentre nel mese di ottobre quest'ultima risulti quasi nella totalità dei casi maggiore rispetto alla temperatura dell'aria esterna, salvo alcuni momenti del pomeriggio.

La temperatura interna, come anticipato, è risultata stabile nei due diversi periodi di rilevazione, con circa 22°C ad agosto e 20°C ad ottobre. Questa, tuttavia, risulta alquanto influenzata nei momenti di carico e scarico dei materiali in azienda, a causa dell'apertura dei portoni, ma che, attraverso il funzionamento degli impianti presenti, si ristabilizza generalmente nel giro di poco tempo.

L'azienda, per l'appunto, presenta:

- quattro unità di condizionamento interne, per il raffrescamento estivo, tra cui due servite da una pompa di calore posizionata sul fronte sud-ovest e due servite da una pompa di calore collocata sul retro, fronte nord-est;

- cinque termoconvettori (alimentati a gas), per il riscaldamento invernale, tra cui due posizionati sul lato interno della parete del fronte di sud-ovest e tre collocati su quella di nord-ovest.

### 6.5.3 PARETI VERDI

Uno dei sistemi attuabili per la risoluzione, anche se in parte, delle criticità individuate nelle pareti esterne del fabbricato, sia dal punto di vista paesaggistico che energetico, è la possibilità di realizzare un sistema verde in corrispondenza dell'involucro esterno del capannone, ovviamente dove possibile. Questo sistema permette di arredare a verde intere pareti attraverso l'installazione di particolari strutture, sulle quali andranno a radicarsi le essenze vegetali, scelte in funzione del contesto ambientale in cui il progetto è collocato.

Attualmente, la normativa italiana non regola la progettazione e realizzazione di pareti verticali verdi in modo definitivo, siano queste pareti di ombreggiamento (componenti non strutturali dell'edificio) o muri vegetali (componenti strutturali dell'edificio).

L'implemento di sistemi verdi sulle pareti esterne può offrire diversi vantaggi, sia dal punto di vista pubblico che da quello privato. Entrando nel dettaglio, si sono riportati i principali benefici che questa particolare soluzione offre e che, sinteticamente, sono:

-Aumento della biodiversità. Le pareti verdi non solo aumentano la biodiversità di uno

spazio urbano in cui è presente della vegetazione, ma offrono uno spazio per la nidificazione, riparo per uccelli e insetti, come ad esempio api e farfalle.

-Salute e benessere. Le pareti verdi, o comunque il verde urbano in generale, contribuisce in modo massiccio all'assorbimento della CO<sub>2</sub>, assicurando una migliore qualità dell'aria su scala urbana. Inoltre, offrono una soluzione dinamica per connettere le persone con la natura e il contesto circostante, anche negli ambienti più densamente popolati.

-Benefici termici. Su scala urbana, le piante presenti su queste facciate hanno la capacità di raffreddare le aree cittadine durante i mesi più caldi e ridurre l'effetto dell'isola di calore urbano.

-Efficienza energetica. Le piante abbassano la temperatura delle superfici per mezzo dell'evapotraspirazione (la combinazione di acqua evaporata nell'atmosfera e la traspirazione delle piante) anche durante i periodi più caldi della giornata. Inoltre, il muro verde, coprendo la superficie dell'edificio, crea un effetto ombreggiante che impedisce ad essa di assorbire la radiazione solare e di irradiarla nuovamente nell'ambiente circostante. Durante i periodi

più freddi, invece, contribuisce ad aumentare la coibentazione dell'edificio e a limitare le dispersioni termiche, proteggendo le pareti dall'azione del vento.

-Riduzione del rumore. Le facciate verdi hanno la capacità di abbattimento del rumore, quest'ultimo generato generalmente dai veicoli o dalle attività delle persone all'esterno della struttura considerata. La riduzione del rumore avviene attraverso l'assorbimento delle onde sonore da parte della massa vegetale, tenendo in considerazione che il livello di isolamento acustico dipenderà dalla soluzione che si andrà ad applicare e dalla tipologia di vegetazione che andrà ad impiegarsi.

-Marketing. Gli edifici aumentano di valore quanto più sono vicini a spazi verdi o quando essi ne fanno addirittura parte. Ancora più preziosa è la migliore immagine aziendale ottenuta da questa componente: con le problematiche ambientali che diventano sempre più significative sia nelle nostre vite personali che in quelle professionali, una facciata verde è un impegno per la sostenibilità, visto dal personale, dai clienti e dal pubblico.

Se i benefici delle pareti verdi sono numerosi e legati a diversi aspetti, gli svantaggi che si

riscontrano nell'inserimento di questa tecnologia sono principalmente due:

-Elevata manutenzione. In base alla tipologia di soluzione scelta, la manutenzione richiesta per questa tipologia di parete varia dai due ai quattro interventi all'anno, i quali possono riguardare il controllo del sistema di irrigazione, la potatura del verde e la possibile sostituzione di singole piante.

-Costi. Oltre alla spesa da sostenere per la realizzazione di una struttura verde, quantificabile in base alla soluzione adottata, i costi riscontrabili vertono principalmente su: il consumo energetico generato dal sistema di irrigazione previsto, la spesa per i fertilizzanti e tutte le altre spese generate da eventuali interventi di manutenzione, quali taglio, potatura e sostituzione delle specie vegetali ammalorate.

Si distinguono, generalmente, tre tipologie di sistemi di inverdimento verticale per le facciate di un edificio:

-sistema di inverdimento accostato alla parete (inverdimento indiretto);

-sistema di inverdimento integrato all'involucro (inverdimento diretto);

-sistema di inverdimento indiretto in combinazione con elementi contenitori.

-Inverdimento indiretto. Questa soluzione è

caratterizzata dall'applicazione di strutture di supporto (reti, cavi, ecc.) alla parete, sulle quali andranno a svilupparsi le piante rampicanti nel corso del tempo. Con questa tipologia di inverdimento è possibile adottare una soluzione in cui si utilizzano delle entità vegetative piantate direttamente nel terreno, senza l'utilizzo di contenitori, oppure un sistema in cui l'inverdimento della facciata venga innescato da piante contenute all'interno di box, a più livelli.

-Inverdimento diretto. Questo sistema si differenzia dalla soluzione precedente in quanto le piante vengono radicate in un supporto strutturale che viene fissato al muro stesso. Con questa struttura la vegetazione riceve acqua e sostanze nutritive dall'interno del supporto e non dal terreno. Per tale motivo, si tratta di una soluzione fragile e costosa a causa della notevole manutenzione necessaria, compresa la regolare ed essenziale concimazione e irrigazione della vegetazione. Di solito, considerando l'elevato risultato estetico finale, questo particolare sistema viene applicato nei casi in cui le piante non possono essere collocate direttamente nel terreno alla base della facciata.

-Inverdimento con elementi contenitori.

Questa soluzione si basa sulla creazione di una struttura ancorata alla parete, la quale può essere realizzata da un telaio in legno, in plastica o in metallo, su cui andranno ad inserirsi gli elementi contenitori disposti uno di fianco all'altro. Questi tipi di elementi, talvolta, possono presentarsi anche come contenitori modulari, caratterizzati da una serie di tasche per ciascun modulo e collegabili tra loro attraverso il fissaggio alla struttura principale. Alcune tipologie di questi particolari impianti possono essere comprese di un sistema di irrigazione a goccia all'interno dei singoli vasi, per portare acqua a ciascuno di essi.

#### **6.5.4 PROPOSTA DI PROGETTO**

L'individuazione delle criticità riscontrate durante i sopralluoghi e nello studio dello stato di fatto, oltre che nel corso dell'indagine termometrica, ha portato alla definizione di due diversi casi, uno legato alla parete sud-est e l'altro a quella sud-ovest, i quali, anche se possono sembrare simili, si presentano con connotazioni differenti. Le soluzioni proposte sono due e devono entrambe svolgere un effetto schermante nei confronti della radiazione solare; in particolare le

tipologie di verde andranno a formare la coltre di rivestimento esterna, con il fine, dal punto di vista energetico, di abbattere parte del flusso di calore entrante nell'ambiente interno nel periodo estivo.

Nel corso di una prima fase, però, si procederà allo studio per l'inserimento di un cappotto interno alla struttura, con lo scopo di verificare la parete rispetto ai requisiti minimi di trasmittanza termica imposti dalla normativa. Pertanto, attraverso l'integrazione di questa duplice soluzione nei confronti dell'involucro, sarà possibile sia garantire un significativo miglioramento dell'edificio dal punto di vista energetico che di limitare l'impatto visivo della costruzione sul paesaggio circostante.

Partendo, quindi, dalla proposta di progetto relativo all'inserimento di un cappotto, si è ipotizzato l'utilizzo di un isolante nella parte interna della parete piuttosto che sul lato

esterno, dato che in quest'ultimo lo spazio risultava abbastanza limitato, soprattutto in alcuni punti del lato sud-ovest dell'edificio, tenendo in considerazione, inoltre, la successiva proposta di un rivestimento vegetale esterno, il quale avrebbe portato via il poco spazio disponibile per l'inserimento di tale sistema.

Lo strato d'isolamento ipotizzato, quindi, è composto da una semplice fascia di isolante in lana minerale che corre lungo tutte le pareti dell'azienda esposte verso l'esterno, ad esclusione degli uffici e dei bagni, per i quali è già stata prevista una fascia di isolante nella parte interna ai pannelli di involucro. Da una serie di prove di calcolo della trasmittanza effettuate tramite l'uso di un foglio Excel (*Tabella 33*) si è riscontrato che uno strato di 12 cm di isolante, integrato con una doppia lastra in cartongesso a rivestimento di quest'ultimo (*Figura 134*), sia sufficiente a

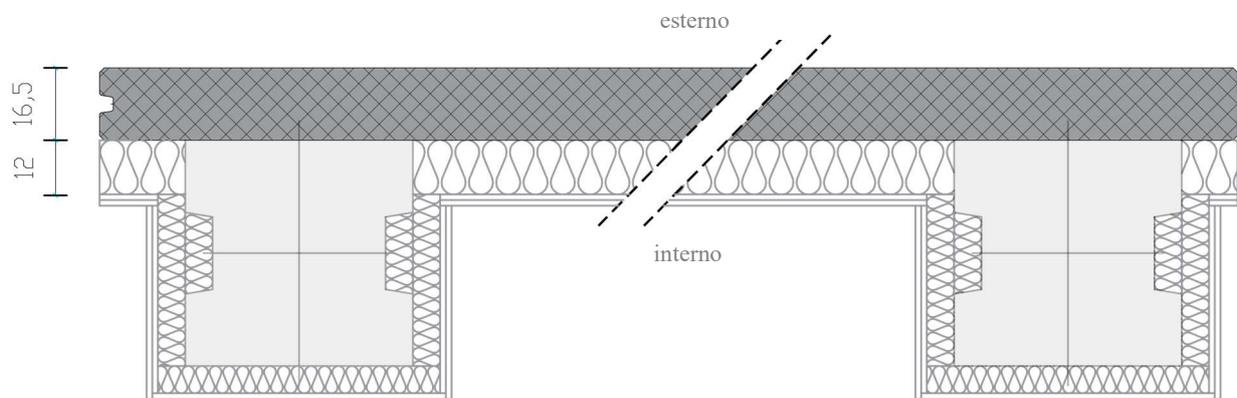


Figura 134. Stratigrafia della parete allo stato di progetto.

soddisfare i requisiti minimi imposti dalla normativa. Infatti, la trasmittanza termica media ottenuta da questa nuova stratigrafia risulta essere pari a  $0,227 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Successivamente, sulla base dei nuovi strati applicati, si è proceduto alla verifica del fenomeno della condensa, attraverso l'utilizzo del diagramma di Glaser, realizzato anch'esso tramite un foglio di calcolo Excel. Pertanto, per ciascuno di essi sono stati definiti, oltre allo spessore, la conducibilità e la permeabilità del materiale e successivamente le caratteristiche termoigrometriche dell'aria interna ed esterna. Non avendo a disposizione i dati di quest'ultime proprietà relative all'intero anno, è stato possibile recuperarle attraverso il sito del Comune, che è collegato, a sua volta, all'indirizzo di *climate-data.org* all'interno del quale sono disponibili i dati climatici minimi, medi e massimi sia di tutto l'anno che dei singoli mesi.

Con l'inserimento delle suddette informazioni all'interno del foglio di calcolo, si è definito l'andamento della pressione di saturazione ( $p_s$ ) e della pressione parziale di vapore ( $p_v$ ) all'interno della copertura, con il confronto mese per mese per la verifica di una possibile formazione di condensa, la quale andrebbe a crearsi nel caso in cui le due curve si intersecassero o anche solo si toccassero, con la pressione di vapore che deve rimanere più alta di quella di saturazione.

Attraverso la verifica dei diagrammi nei diversi periodi è stato possibile osservare l'assenza di condensa in tutti i mesi e, attraverso le *Figura 136*, si è voluto riportare il mese di agosto come esempio.

Nel grafico mostrato è possibile notare come sull'asse delle ascisse non sia inserito lo spessore del tetto  $L$ , ma lo spessore equivalente in aria dato da:

$$\mu * L$$

PARETI ESTERNE - STATO DI FATTO					
Stratigrafia (interno - esterno)		s [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Strato liminare interno				0,13	
1	Doppia lastra in cartongesso	0,025	0,035		
2	Isolante in lana minerale	0,12	0,035		
3	Parete calcestruzzo monostrato	0,165	1,91		
Strato liminare esterno				0,04	
<b>Totale</b>		<b>0,310</b>			<b>0,227</b>

Tabella 33. Trasmittanza termica media della copertura allo stato di progetto.

ossia la situazione in cui tutti gli spessori che compongono la stratigrafia sono diventati spessori di aria ferma equivalente agli spessori reali. In questo modo, il diagramma di Glaser, ci permette di avere un andamento del  $p_v$  rettilineo, essendo diventato omogeneo il materiale.

Ottenuto, quindi, un valore di trasmittanza termica minore rispetto alla norma e avendo verificato la parete dal punto di vista igrometrico, ci si è spostati sulla progettazione del rivestimento esterno, per il quale si è optato alla realizzazione di un sistema di inverdimento verticale indiretto, per motivi sia gestionali che di rapporto

costi-benefici:

- ridotto spazio in diversi punti del lotto per l'installazione di sistemi ingombranti, dato il passaggio continuo di persone e mezzi per lo spostamento di materiali al suo interno;
- minori costi di realizzazione e manutenzione rispetto a soluzioni a inverdimento diretto;
- formazione di un'intercapedine d'aria tra la vegetazione e la parete, la quale, se ben progettata, offre alcuni vantaggi simili a quelli di una parete ventilata, con la conseguente regolazione dell'innalzamento della temperatura nel periodo estivo e dell'abbassamento nel periodo invernale.

Partendo da tali presupposti, si è proceduti

			GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura esterna	$\theta_e$	[°C]	2,0	3,4	7,7	11,7	15,9	20,5	23,0	22,5	18,1	13,1	7,3	2,8
Pressione di vapore esterna	$p_e$	[Pa]	580	600	760	1000	1320	1700	1825	1850	1475	1190	850	610
Umidità relativa esterna	$j_e$	[%]	82%	77%	72%	73%	73%	70%	65%	68%	71%	79%	83%	82%
Temperatura interna	$\theta_i$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,5	27,0	27,0	24,0	22,0	18,0	20,0
Differenza pressione di vapore	$\Delta p$	[Pa]	589	569	409	286	-185	-253	315	469	167	132	319	559
Pressione di vapore interna	$p_i$	[Pa]	1169	1169	1169	1286	1135	1447	2140	2319	1642	1322	1169	1169
Umidità relativa interna	$j_i$	[%]	50%	50%	50%	55%	55%	60%	60%	65%	55%	50%	50%	50%

Tabella 34. Caratteristiche termoigrometriche dall'aria interna ed esterna.

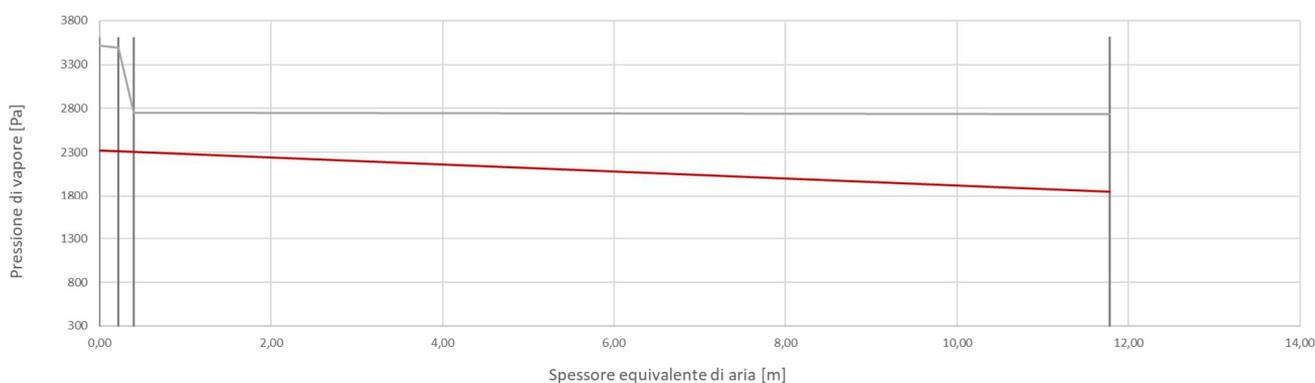


Figura 136. Grafico dell'andamento di  $psat$  (in verde) e di  $p_v$  (in rosso) nel mese di agosto.

con lo studio di una soluzione sulla base del sistema ipotizzato, ricercandolo tra quelli proposti dalle maggiori aziende del settore e ricadendo, infine, su una nota azienda inglese, la S3i Ltd, specializzata nella produzione di sistemi di supporto per il sostegno delle entità vegetali rampicanti lungo le superfici verticali.

La soluzione proposta è la “*Green Wall*” *Cable Trellis System*, un sistema di inverdimento verticale per le facciate esterne degli edifici. Questo è costituito da una serie di cavi in acciaio inossidabile tesi e collegati tra loro attraverso dei mozzi. Ogni mozzo è posto ad una distanza di 50 cm dal successivo ed è ancorato alla parete; per fissarli, come con la maggior parte dei sistemi, sarà necessario forare il muro, inserire un tassello e quindi avvitare il mozzo, per poi collegare i cavi. Quest’ultimi hanno un diametro di 3 mm e hanno la funzione di direzionare lo sviluppo del rampicante, con una distanza dalla parete di circa 10 cm.

Il sistema considerato propone, inoltre, la realizzazione del sistema rampicante a partire da una serie di vasi, di dimensioni 80 x 25 cm e 120 x 25 cm, collocati alla base delle pareti e dai quali si metteranno a dimora le specie vegetative scelte, che si svilupperanno per

mezzo dei cavi d’acciaio inseriti sull’intera facciata.

Come riportato da uno studio sperimentale condotto da due ricercatori di Hong Kong, Zaiyri L. e Niu J. nell’anno 2000 e relativo agli effetti della riduzione della radiazione solare con l’utilizzo delle pareti verdi, è stato riscontrato che il rapporto tra la superficie coperta e scoperta dalla coltre verde non deve essere inferiore al 30%, sotto il quale i benefici dati dalla soluzione tenderebbero ad annullarsi. Un rapporto di copertura di almeno il 40-50%, invece, garantirebbe un netto miglioramento a livello termico, accrescendo la resistenza termica, riducendo la temperatura superficiale esterna, che presenta gli individuati picchi estivi, e contribuendo quindi (in coerenza con gli interventi al suolo) anche alla diminuzione



Figura 137. Esempio di applicazione della soluzione “*Green Wall*” *Cable Trellis System*

dell'effetto isola di calore sulle aree di accesso e parcheggio. Pertanto, considerando sia una maglia di base 50x50 cm che, come vedremo, le tipologie vegetative adottate, il requisito di una coltre verde non troppo dispersiva sarà ampiamente soddisfatto, dato che le specie scelte presentano come caratteristica un grande vigore.

Per quanto concerne, invece, la componente vegetativa, come anticipato, si utilizzeranno soluzioni differenti in base alla facciata considerata.

Inizialmente, si è pensato all'utilizzo di rampicanti di tipo deciduo, quindi con la perdita delle foglie nel periodo invernale, con il fine di garantire un apporto solare alla parete durante i periodi più freddi. Nonostante ciò, si è optato, in entrambi i casi, per l'inserimento di specie sempreverdi; tale scelta, dopo una serie di valutazioni, è stata attuata sulla base dei seguenti motivi:

- mantenere una coltre verde per l'intero periodo dell'anno, con lo scopo di rendere perenne il mascheramento della struttura nei confronti del paesaggio circostante;

- nonostante la perdita del ruolo di contenimento della temperatura delle superfici opache nel periodo invernale, la coltre vegetale garantisce una riduzione,

anche se minima, delle dispersioni termiche e una protezione delle pareti dal vento, il miglioramento del comportamento acustico e la riduzione degli inquinanti aerei.

Nello specifico, per ciascuna parete è stata scelta l'entità vegetativa più idonea, sulla base delle caratteristiche relative all'esposizione al sole e alla temperatura che le pareti raggiungono nei periodi più caldi dell'anno.

Sintetizzando quanto è emerso nel corso dell'indagine termometrica, la parete dell'azienda esposta a sud-est è risultata contrassegnata da un'esposizione al sole nelle prime ore della giornata e da un'ombreggiamento in quelle pomeridiane, in particolare nelle ore più calde. Infatti, la temperatura massima raggiunta dalla parete nell'arco della giornata risulta essere minore rispetto a quella della parete di sud-ovest. Pertanto, da tali considerazioni e dalle tipologie di rampicanti applicabili a sistemi di inverdimento verticale, si è optato per una coltre verde caratterizzata dall'inserimento di edera per l'intera superficie della facciata.

L'edera, infatti, è preferibile inserirla in zone a mezz'ombra o completamente in ombra, in quanto cresce meglio senza sole diretto, specialmente nei periodi più caldi della

giornata. Nonostante ciò, allo stesso tempo, questa specie ha bisogno di luce e quindi la scelta della parete sud-est risulta ideale, in quanto riceverà luce diretta al mattino, ma con un basso irraggiamento, e diffusa al pomeriggio, dato il percorso che il sole compie rispetto alla sua superficie.

Per quanto concerne, invece, la parete dell'azienda esposta a sud-ovest, questa risulta contrassegnata da un totale ombreggiamento per l'intera mattina e da una completa esposizione al sole nelle ore più

calde della giornata. La temperatura massima giornaliera raggiunta, pertanto, risulta essere maggiore rispetto a quella della facciata con esposizione a sud-est.

Da tali valutazioni si è optato per la realizzazione di una coltre verde applicata alla struttura di sostegno, caratterizzata dall'inserimento del falso gelsomino e, come nel caso precedente, applicato per l'intera superficie della parete considerata.

Il falso gelsomino, infatti, è preferibile utilizzarlo in zone a pieno sole oppure a

<b>EDERA - <i>Hedera Helix</i></b>	
	
<b>Caratteri generali</b>	
- Temperatura minima di resistenza: <b>-20°C</b>	- Impiego: <b>adatta su facciate e muri</b>
- Sistema di ancoraggio: <b>radici aeree</b>	- Fabbisogno idrico: <b>nei periodi di siccità</b>
- Sostegni: <b>non strettamente necessari</b>	- Vigore: <b>grande</b>
<b>Tipo</b>	Sempreverde
<b>Terriccio</b>	Terriccio universale, sabbia, torba
<b>Messa a dimora</b>	Primavera / Autunno
<b>Esposizione</b>	Mezz'ombra o ombra (pieno sole se necessario)

Tabella 35. Scheda riassuntiva della specie vegetativa utilizzata per il rivestimento della parete sud-est (edera).

mezz'ombra, in quanto riesce a fiorire meglio e più velocemente in queste condizioni. Per tale motivo sarà inserito a schermatura della parete di sud-ovest, data l'esposizione al sole nel periodo più caldo della giornata e a cui consegue un maggior surriscaldamento della superficie.

Dal punto di vista energetico, come anticipato, lo scopo sarà quello di ricavare la percentuale di abbattimento del flusso di calore entrante nel corso del periodo estivo nel caso in cui le pareti fossero protette da

una coltre vegetale.

Per far ciò, risulterà necessario ottenere uno specifico valore, ossia quello della costante verde  $K_v$ , il quale quantificherà la riduzione del flusso termico entrante.

Il valore della costante verde è ricavabile dalla seguente formula:

$$K_v = \frac{T_{PN} - T_{PP}}{T_{PN} - T_{AE}}$$

dove:

$T_{PN}$  = temperatura parete nuda

$T_{PP}$  = temperatura parete protetta

#### FALSO GELSOMINO – *Rincospermum Jasminoides*



#### Caratteri generali

- Temperatura minima di resistenza: **-5/-10°C**
- Sistema di ancoraggio: **fusto volubile**
- Sostegni: **strutture tesate**

- Impiego: **adatta su facciate e muri**
- Fabbisogno idrico: **nei periodi di siccità**
- Vigore: **grande**

#### Tipo

Sempreverde

#### Terriccio

Torba, sabbia argillosa

#### Messa a dimora

Primavera

#### Esposizione

Pieno sole o mezz'ombra

Tabella 36. Scheda riassuntiva della specie vegetativa utilizzata per il rivestimento della parete sud-ovest (falso gelsomino).

$T_{AE}$  = temperatura aria esterna

E da cui:

- $K_v = 0$  non vi è alcun effetto di riduzione del flusso termico entrante;
- $K_v = 1$  l'effetto di riduzione del flusso termico entrante è massimo.

Per quanto concerne, invece, il flusso termico entrante nel caso del nostro edificio, si è voluto calcolarlo prima dell'installazione della coltre vegetale, in modo tale da osservare in seguito il cambiamento attraverso l'integrazione di quest'ultima sulle facciate esterne.

In regime stazionario, la quantità di calore assorbita nell'unità di tempo attraverso l'unità di superficie della parete viene in parte ceduta all'ambiente esterno e in parte trasmessa alla parete. La quantità di calore che entra in un ambiente attraverso una parete sottoposta ad irraggiamento solare, quindi, è data dal flusso che si trasmetterebbe se la superficie non fosse sottoposta ad irraggiamento più la parte dovuta a quest'ultimo.

Nonostante ciò, avendo nota sia la temperatura media dell'aria interna nel periodo considerato che la temperatura fittizia al sole è possibile calcolare il flusso di calore entrante attraverso la seguente

formula:

$$Q_{tot} = U * \Delta_{te} = U * (T_{FS} - T_{AI})$$

dove:

$U$  = trasmittanza termica media della parete

$\Delta_{te}$  = differenza di temperatura equivalente

$T_{FS}$  = temperatura fittizia al sole

$T_{AI}$  = temperatura aria interna

Per il calcolo della riduzione del flusso termico, i soli dati a noi noti, e ricavati nel corso dell'indagine termometrica, sono quelli relativi alla temperatura della parete nuda e della temperatura dell'aria esterna; non si dispone, perciò, della temperatura della parete nel caso essa risultasse protetta.

Non possedendo, quindi, le informazioni relative alla temperatura delle due pareti nel caso in cui ad esse fossero integrate coltri verdi di rivestimento, si è deciso di ricercare un caso studio simile al nostro, attraverso il quale sarà possibile ipotizzare una serie di informazioni sulla base di rilevazioni, per l'appunto, già effettuate.

In funzione a quest'ultimo aspetto, si vuole precisare che quello che seguirà sarà solamente una procedura di calcolo semplificata a causa, per l'appunto, della scarsità di dati a nostra disposizione.

Tra i diversi documenti analizzati, è stato

preso come riferimento un studio reso pubblico dall'ENEA (Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica), attraverso il quale è stato individuato un approfondimento sull'uso della vegetazione addossata alle facciate di un edificio, con una soluzione avente caratteristiche simili a quelle del nostro caso di studio.

La ricerca realizzata da quest'ultima verte sull'utilizzo del verde per il miglioramento dell'efficienza energetica dei fabbricati, oltre che sull'impiego di sistemi di climatizzazione rinnovabile.

La costruzione presa in esame è un edificio sperimentale dell'Agenzia situato a Roma, presso il Centro Ricerca Casaccia, sul quale sono stati realizzati, durante il periodo estivo, una serie di esperimenti, tra cui quelli relativi all'utilizzo di un sistema a verde rampicante di facciata. Per di più, come nel nostro caso, sono state prese in esame sia la parete sud-est che quella sud-ovest, le quali si presentano una con trasmittanza termica iniziale (antecedente all'applicazione del verde in facciata) pari a  $1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

A questo punto, come anticipato, non disponendo della temperatura delle nostre pareti nel caso in cui esse fossero protette, tali valori sono stati stimati attraverso i risultati

ottenuti dallo studio ENEA in giornate con condizioni climatiche simili a quelle del nostro caso di progetto, basandoci sui valori della temperatura delle loro facciate schermate in funzione della temperatura dell'aria esterna da loro ricavata e su come le prime cambiano al variare della seconda, con lo scopo di individuare tali differenze e riportarle all'interno del nostro caso attraverso una stima di tale valore. La temperatura della parete protetta risulterà comunque maggiore rispetto alla temperatura dell'aria esterna in quanto è influenzata, per lo più, dalla temperatura di quest'ultima più l'apporto relativo alla radiazione che passa attraverso la coltre verde.

Sulla base di quest'ultima considerazione, per la stima del dato mancante, si è deciso di non prendere in considerazione il valore della temperatura della parete nuda ottenuto dallo studio ENEA, in quanto la differenza di temperatura tra quest'ultima e quella protetta, e riportata successivamente nel nostro caso studio attraverso la stima, potrebbe portare all'ottenimento di valori più bassi rispetto alla temperatura dell'aria esterna, invalidando così il calcolo della costante verde. Pertanto, sulla base di tale considerazione, sono stati riportati i dati di

ENEA relativi alla temperatura delle pareti protette di sud-est e sud-ovest, nonché quelle dell'aria esterna per gli stessi periodi.

All'interno dello studio si sono cercate le condizioni più simili a quelle del nostro caso studio, con lo scopo di ottenere una stima approssimata più veritiera possibile.

Noti, quindi, i dati relativi alla temperatura dell'aria esterna e la temperatura della parete protetta del caso ENEA e della temperatura dell'aria esterna da noi rilevata, tramite una proporzione, si è ottenuta la temperatura della parete protetta per il nostro caso studio. A questo punto, riprendendo la formula precedentemente riportata, sarà possibile ottenere il valore della costante verde per il caso specifico dell'azienda.

Successivamente, quindi, si procederà con la determinazione del valore del flusso termico abbattuto dalla coltre vegetale attraverso la seguente formula:

$$Q_{tot}' = U * K_V ( T_{PN} - T_{AE} )$$

Infine, relazionando quest'ultimo valore con il  $Q_{tot}$  ottenuto inizialmente, sarà possibile determinare la percentuale di riduzione del flusso termico entrante.

Sulla base di tale procedura di calcolo adottata, nelle pagine a seguire si sono

riportati i calcoli in relazione alle due pareti dell'azienda, ciascuna con la propria specie vegetativa selezionata.

In relazione ai successivi calcoli, si vuole sottolineare che:

-il mese di riferimento considerato è stato quello di agosto, dal momento in cui la disponibilità dei dati confrontabili è stata solo per tale arco temporale;

-per il fronte di sud-est è stato considerato come periodo di riferimento la mattina, mentre per quello di sud-ovest il pomeriggio, in funzione della radiazione solare diretta su entrambi i fronti nei due diversi momenti della giornata.

Si precisa che, in riferimento a quest'ultimo aspetto, la percentuale di riduzione del flusso di calore si rivelerà pertanto superiore sulla facciata di sud-ovest, in quanto si è deciso di prendere per quest'ultima la temperatura superficiale maggiore rilevata nel corso dei diversi pomeriggi (nonché quella più alta dell'intera indagine). Infine, per quanto riguarda la parete di sud-est si è optato per l'utilizzo della stessa metodologia, considerando, quindi, la temperatura superficiale maggiore rilevata nel corso delle diverse mattinate.

## PARETE SUD-EST

- Flusso di calore entrante:

$$Q_{tot} = U * \Delta t_e = U * (T_{FS} - T_{AI})$$

$$Q_{tot} = 0,227 * (31,5 - 22,0) = 2,15 \text{ W/m}^2$$

- Calcolo costante verde:

### Caso studio ENEA:

Temperatura aria esterna (10 agosto 2018 ore

10:00): 31,5°C

Temperatura parete protetta (10 agosto 2018

ore 10:00): 33°C

### Caso di progetto:

Temperatura aria esterna (16 agosto 2021 ore

09:35): 28,6°C

Temperatura parete non protetta (16 agosto

2021 ore 09:35): 31,5°C

Temperatura parete protetta stimata

(attraverso proporzione): 29,9°C

Costante verde (*Hedera Helix*):

$$K_v = \frac{T_{PN} - T_{PP}}{T_{PN} - T_{AE}}$$

$$K_v = \frac{31,5 - 29,9}{31,5 - 28,6} = 0,55$$

A questo punto è possibile determinare il valore del flusso termico abbattuto dalla coltre vegetale:

$$Q_{tot}' = U * K_v * (T_{PN} - T_{AE})$$

$$Q_{tot}' = 0,227 * 0,55 * (31,5 - 28,6) = 0,36 \text{ W/m}^2$$

È possibile stimare, quindi, che l'inserimento della coltre vegetale sulla parete sud, con una costante verde  $K_v$  media pari a 0,55, porti ad un abbattimento del flusso termico entrante ( $Q_{tot}'$ ) di circa il 16,75%.



Figura 138. Prospetto della parete sud-est con l'inserimento del verde rampicante in facciata.

## PARETE SUD-OVEST

- Flusso di calore entrante:

$$Q_{tot} = U * \Delta t_e = U * (T_{FS} - T_{AI})$$

$$Q_{tot} = 0,227 * (51,5 - 22,0) = 6,69 \text{ W/m}^2$$

- Calcolo costante verde:

### Caso studio ENEA:

Temperatura aria esterna (10 agosto 2018 ore 16:00): 33°C

Temperatura parete protetta (10 agosto 2018 ore 16:00): 35,5°C

### Caso di progetto:

Temperatura aria esterna (5 agosto 2021 ore 16:30): 29,2°C

Temperatura parete non protetta (5 agosto 2021 ore 16:30): 51,5°C

Temperatura parete protetta stimata (attraverso proporzione): 31,4°C

Costante verde (*Rincospermum Jasminoides*):

$$K_v = \frac{T_{PN} - T_{PP}}{T_{PN} - T_{AE}}$$

$$K_v = \frac{51,5 - 31,4}{51,5 - 29,2} = 0,92$$

A questo punto è possibile determinare il valore del flusso termico abbattuto dalla coltre vegetale:

$$Q_{tot}' = U * K_v * (T_{PN} - T_{AE})$$

$$Q_{tot}' = 0,227 * 0,90 * (51,5 - 29,2) = 4,55 \text{ W/m}^2$$

Si stima, quindi, che l'inserimento della coltre vegetale sulla parete sud, con una costante verde  $K_v$  media pari a 0,90, porti ad un abbattimento del flusso termico entrante ( $Q_{tot}'$ ) di circa il 68%.



Figura 139. Prospetto della parete sud-ovest con l'inserimento del verde rampicante in facciata.

Per quanto concerne, invece, la trasmittanza termica media di entrambe le pareti nella situazione invernale, bisogna tenere in considerazione che la presenza di uno strato vegetativo comporterà una discontinuità dello strato di ventilazione, oltre che eventuali moti convettivi all'interno dell'intercapedine per l'effetto dei flussi d'aria, causati dall'immissione del vento attraverso gli spazi tra il fogliame della coltre, non contribuendo, quindi, ad un particolare abbassamento della trasmittanza termica della parete.

Pertanto, sulla base di tali considerazioni, non è risultato possibile calcolare con esattezza i valori di quest'ultimo dato in funzione dell'applicazione della coltre, ma, attraverso uno studio realizzato dal Dott. Olivieri Michele in merito alle superfici vegetali applicate all'involucro edilizio, è stato possibile constatare che l'applicazione di uno strato vegetativo rampicante sulle pareti di un edificio possa portare al miglioramento della trasmittanza termica nell'ordine del 6% per le pareti costituite esclusivamente da pietra o calcestruzzo (quest'ultimo, come nel nostro caso), attraverso dei dati raccolti per mezzo di misurazioni svolte in Germania su edifici con

tali caratteristiche materiche.

Pertanto, se andassimo ad applicare tale percentuale nei confronti dell'involucro del nostro caso studio, sia nell'eventualità in cui l'isolante interno fosse assente che nel caso esso fosse applicato, i valori di trasmittanza termica risulterebbero i seguenti:

-nuova trasmittanza termica  $U'$  senza cappotto interno:

$$U' = 3,900 - (3,900 * 0,06) = 3,666 \text{ W/m}^2\text{K}$$

-nuova trasmittanza termica  $U''$  con cappotto interno:

$$U'' = 0,227 - (0,227 * 0,06) = 0,214 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Infine, è possibile appurare come, nei mesi più freddi, l'utilizzo di un sistema avrà comunque una serie di altre conseguenze positive sull'edificio: l'effetto camino tra la parete e la coltre verde, ad esempio, porterà alla creazione di una ventilazione naturale, anche se minima, al suo interno, con la conseguente eliminazione dell'umidità dalla superficie della facciata esterna, oltre che un'eventuale protezione dal vento incidente in modo diretto sulla parete.

Ultimi temi da considerare in relazione al progetto sono quelli relativi all'irrigazione del verde e alla manutenzione del sistema.

Come nel più comune dei giardini, anche nelle pareti a verde rampicante l'irrigazione è alla base della sopravvivenza e dello sviluppo della vegetazione. Il sistema utilizzato per questa tipologia di soluzione è l'irrigazione a goccia, impiegata per mantenere il corretto rapporto idrico all'interno dei vasi che ospitano le piante. Il tempo di rilascio delle gocce è gestito da una centralina di comando, la quale permette una somministrazione mirata della soluzione, composta da acqua e concimi, oltre che un controllo preciso del suo Ph. Quest'ultima, data la necessità di inserirla in uno spazio prossimo a quello delle pareti verdi, potrebbe essere collocata nella parte retrostante del capannone, più precisamente nella parete di nord-est, la quale, come descritto all'interno dell'indagine termometrica, presenta già una serie di macchine e impianti e quindi risulterebbe ideale la sua installazione lungo tale fascia di muratura. Si specifica, in aggiunta, che la differenza di comportamento termico fra la parete su cui è posta la centralina e quelle oggetto di intervento verrebbe affrontata con opportuna taratura dell'apparecchio o il posizionamento di sensori diretti.

Inoltre, se posizionata sul fronte nord-est,

essa non risulterebbe visibile né dalla strada né da altre zone al di fuori della recinzione del lotto, ma, allo stesso tempo, si dimostrerebbe facilmente accessibile data la sua collocazione all'interno del cortile.

Le attività gestionali e manutentive del sistema rampicante possono essere suddivise sulla base del tipo d'intervento, il quale potrà presentarsi in modo sia programmato che imprevisto, data la possibilità di una manifestazione improvvisa di eventuali problemi, anche se con cadenze più rade in quest'ultimo caso. Pertanto, si avranno operazioni sia di tipo ordinario, che andranno dal semplice controllo dello stato di salute delle piante alle attività indirizzate a garantire una crescita vegetativa idonea del sistema (nutrimento, potature, controllo dello stato di coltivo, ecc.), che attività di tipo straordinario, le quali verteranno, ad esempio, sulla sostituzione delle entità morte, sul debellamento di eventuali attacchi da parte di parassiti ecc. Inoltre, particolare attenzione dovrà essere destinata al monitoraggio del sistema impiantistico basato sulla centralina, dato che un eventuale malfunzionamento del tale potrebbe condurre a gravi ripercussioni sull'intero sistema vegetativo delle pareti.

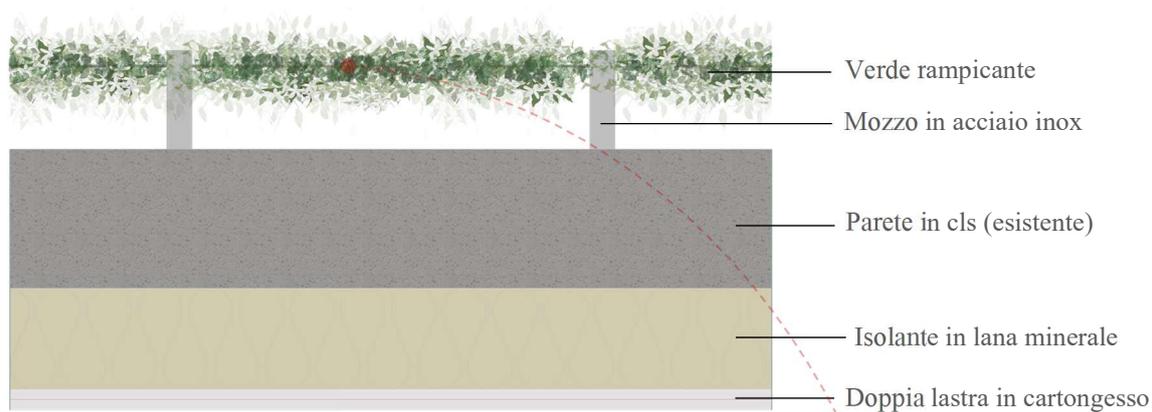


Figura 140. Stratigrafia della parete esterna allo stato di progetto.

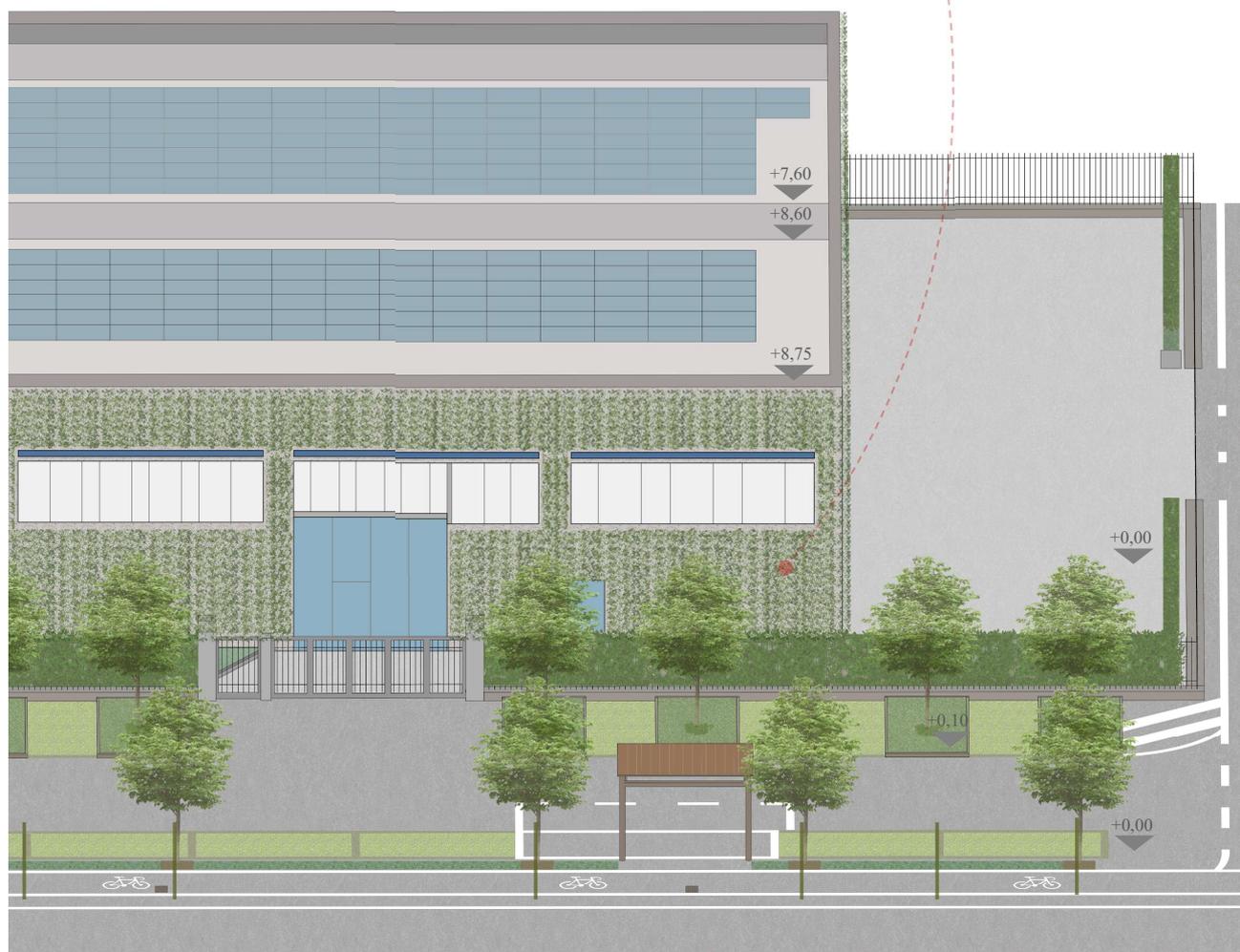


Figura 141. Vista dell'azienda (fronte sud-ovest) con inserimento della proposta di progetto della parete verde.

## 6.6 COPERTURA

### 6.6.1 STATO DI FATTO

Il tetto dell'azienda, com'è possibile osservare dalle foto mostrate nei paragrafi precedenti, si presenta in buono stato di conservazione e, sviluppandosi su un'area di 1100 m<sup>2</sup> ca, è caratterizzato da una superficie di copertura formata da quattro facce piane inclinate, con due falde esposte a sud-est e le altre due a nord-ovest, aventi una pendenza del 10%.

Sulle due facce di sud-est, attualmente, una porzione di superficie di circa 365 m<sup>2</sup> è occupata da una serie di pannelli fotovoltaici, i quali, installati poco dopo la realizzazione

del capannone nel 2004, garantiscono parte del fabbisogno energetico del fabbricato attraverso l'autoproduzione di energia rinnovabile. Inoltre, com'è possibile osservare dalla *Figura 142*, la copertura presenta l'installazione di una linea vita di tipo C (permanente), con la quale è possibile attuare in sicurezza l'eventuale controllo e manutenzione del tetto evitando il rischio di caduta dall'alto da parte degli operatori.

La struttura della copertura, così come il resto del capannone, è caratterizzata dall'utilizzo di elementi in calcestruzzo armato prefabbricato; attraverso questa scelta progettuale, come è stato riscontrato in

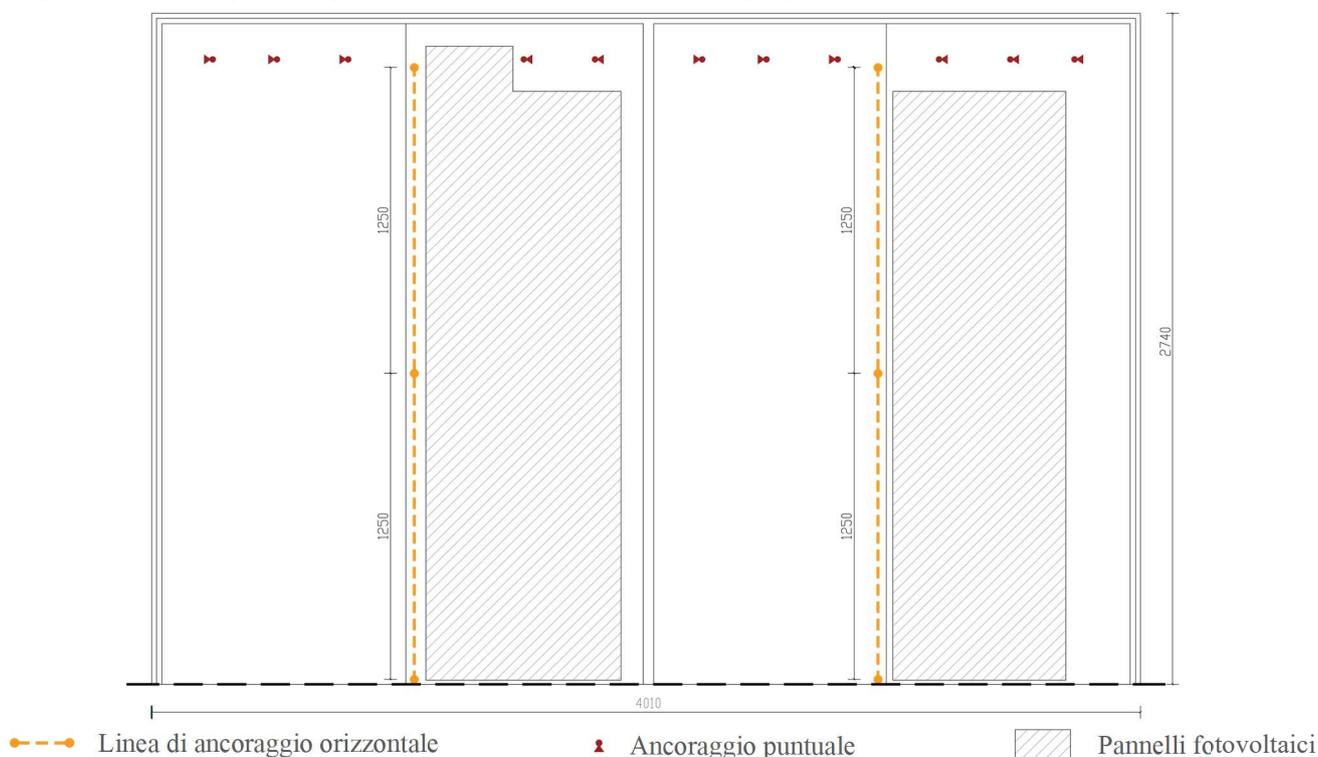


Figura 142. Pianta della copertura dell'edificio allo stato di fatto con individuazione della linea vita e dei pannelli fotovoltaici.



presenti i tegoli in c.a.p. aventi dimensioni di 1,25 e 1,50 m di larghezza, per una lunghezza di 8,98 m. Questi elementi prefabbricati, con la loro peculiare caratteristica di sezione, garantiscono buone prestazioni strutturali e, al contempo, un peso proprio contenuto. Subito sopra è presente un materassino coibente in lana di vetro di uno spessore di 50 mm; nella parte superiore ai tegoli e al materassino sono collocate delle lastre in fibrocemento e, al di sopra, una lamiera di colore grigio chiaro, a completamento del tetto, aggiunta in una seconda fase in seguito all'installazione dei pannelli fotovoltaici in copertura. Spostandoci, invece, sui limiti esterni del tetto, è possibile osservare un rivestimento in

lamiera color cemento che, partendo dal canale di gronda fino al cappuccio superiore del bordo, protegge le componenti perimetrali della copertura, dato il contatto diretto di tali elementi con i fenomeni meteorologici. Per quanto concerne quest'ultimi, i pluviali per lo scolo delle acque meteoriche presenti nei canali di gronda lungo i confini del tetto hanno un diametro di 10 cm e non sono visibili dall'esterno, dato il loro passaggio nella parte interna del fabbricato fino all'arrivo a terra. Attraverso la consultazione dei documenti e disegni di progetto e in seguito all'individuazione dei diversi elementi che lo compongono, si è passati ad uno studio della copertura esistente dal punto di vista termico,

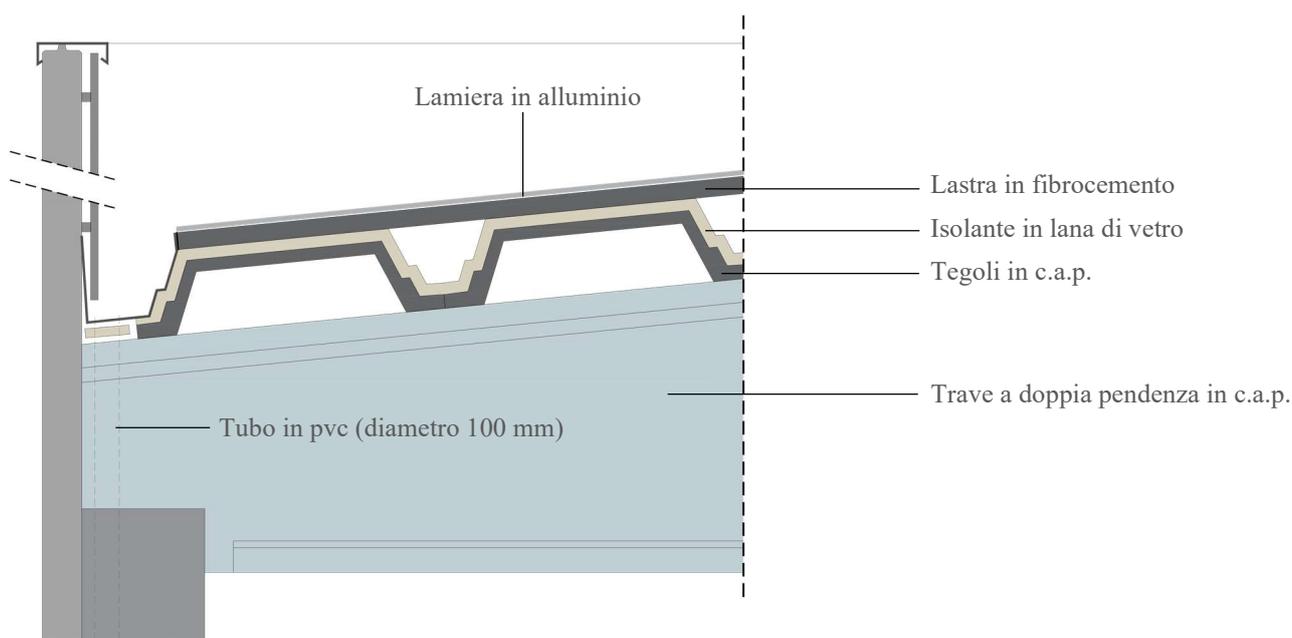


Figura 144. Particolare costruttivo della copertura esistente.

con lo scopo di ottenere dei dati aggiuntivi per le decisioni da prendere, eventualmente, nella fase progettuale nel caso fosse necessario.

Noti gli spessori dei diversi elementi stratigrafici e ricercate le conducibilità termiche di ciascun materiale, si è determinato tramite un foglio di calcolo Excel (*Tabella 37*) la trasmittanza termica della copertura, calcolata con la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R_{se} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_x}{\lambda_x} + \dots + R_{si}}$$

dove:

U = trasmittanza termica;

$R_{se}$ ,  $R_{si}$  = resistenze termiche liminari, interna ed esterna (definite dalla UNI EN ISO 6946:2008);

s = spessore dello strato;

$\lambda$  = conducibilità termica dello strato.

Dai calcoli, quindi, è scaturito che la

trasmittanza termica della copertura è pari a  $0,698 \text{ W/m}^2\text{K}$ , non considerando, oltretutto, l'incidenza dei vari ponti termici.

È stato così verificato che il valore ottenuto non rispetta quelli massimi imposti sia dal D.M. dei Requisiti Minimi del 26/06/2015 che del Decreto Efficienza Energetica del 06/08/2020, rispettivamente di valori 0,24 e  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Un valore di trasmittanza termica così elevato della copertura è causato dalla soluzione progettuale adottata, in particolare legata allo spessore complessivo del pacchetto stratigrafico e di un limitato utilizzo di isolante. Il tutto porta ad una serie di problematiche dal punto di vista termico sull'intero edificio, con la conseguenza di un cattivo isolamento e di dispersioni di calore che influenzano negativamente le spese di raffrescamento e riscaldamento del fabbricato nelle diverse stagioni.

COPERTURA - STATO DI FATTO					
Stratigrafia (interno - esterno)		s [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Strato liminare interno				0,10	
1	Tegoli in calcestruzzo	0,06	1,91		
2	Isolante in lana di vetro	0,05	0,04		
3	Lastra in fibrocemento	0,0065	0,6		
4	Lamiera in alluminio	0,008	220		
Strato liminare esterno				0,04	
<b>Totale</b>		<b>0,12</b>			<b>0,698</b>

Tabella 37. Trasmittanza termica media della copertura allo stato di fatto.

### 6.6.2 COPERTURE VERDI

La formazione di coperture verdi, sia nei riguardi degli edifici ex nove che quelli destinati ad interventi di ristrutturazione, offre una serie di vantaggi sia dal punto di vista pubblico che da quello privato e che, considerando i principali, sono:

-Migliore qualità dell'aria. La vegetazione presente su queste tipologie di coperture può catturare gli inquinanti e i depositi atmosferici e filtrare i gas nocivi.

-Riduzione dell'effetto isola di calore. Attraverso il ciclo giornaliero di rugiada ed evaporazione, la vegetazione presente sui tetti verdi è in grado di raffreddare le aree urbane durante i mesi più caldi e ridurre l'effetto UHI (*Urban Heat Island*).

-Gestione delle acque meteoriche. Con l'utilizzo di tetti verdi, l'acqua delle precipitazioni viene immagazzinata dal substrato; una parte verrà ripresa dalle piante e restituita all'atmosfera attraverso l'evaporazione e la traspirazione, mentre una parte defluirà nei sistemi fognari. Queste coperture permettono di ridurre la quantità di deflusso dell'acqua piovana, ritardandone anche il momento, con la conseguente diminuzione dello stress sui sistemi fognari nei periodi di flusso di punta.

-Miglioramenti estetici. L'inverdimento urbano è una strategia semplice ed efficace per migliorare paesaggisticamente l'ambiente edificato e aumentare le opportunità di investimento. Oltretutto, possono diventare delle vere e proprie aree dove poter rilassarsi e godersi dei benefici di stare all'aperto.

-Efficienza energetica. L'isolamento termico offerto dai tetti verdi può ridurre la quantità di energia necessaria per moderare la temperatura di un edificio dal momento che le coperture sono uno dei luoghi di maggiore dispersione di calore. Quindi, fornendo un'ottima coibentazione, esso è in grado di ridurre i costi di riscaldamento e raffrescamento dell'edificio. Oltretutto, le coperture verdi sono compatibili, mantenendo una distanza di rispetto fra piano verde e quello dell'impianto atto a evitare il surriscaldamento del primo e l'elevata ombreggiatura, con l'installazione di fotovoltaici e impianti solari termici, permettendo in questo modo di massimizzare il risparmio energetico.

-Riduzione del rumore. Le coperture verdi hanno una grande capacità di attenuazione del rumore. Un tetto verde di tipo estensivo può ridurre il suono proveniente dall'esterno

di circa 40 dB, mentre uno di tipo intensivo può ridurre il suono fino 50 dB.

-Riduzione delle radiazioni. I tetti verdi sono in grado di diminuire il passaggio delle radiazioni elettromagnetiche di circa il 99%.

-Maggiore durata della membrana del tetto. L'utilizzo di una copertura verde riduce l'esposizione delle membrane impermeabilizzanti a grandi sbalzi di temperatura, le quali possono causare microstrappi, a condizione che siano opportunamente protette anche dall'azione meccanica dello strato drenante.

-Ritardo di fuoco. I tetti verdi hanno un carico termico di combustione (ossia il calore generato quando una sostanza brucia) inferiore rispetto ai tetti convenzionali.

-Marketing. Le coperture verdi possono accrescere la commerciabilità di un edificio, essendo un simbolo della bioedilizia e fungendo da incentivo per chi è interessato ai molteplici vantaggi offerti da queste soluzioni.

Se passiamo, invece, dal lato delle problematiche, è necessario considerare una serie di svantaggi rispetto alla realizzazione di un tetto tradizionale, i quali, da un certo punto di vista, possono risultare paragonabili ai problemi riscontrati con la realizzazione di

pareti verdi; questi, sinteticamente, sono:

-Elevata manutenzione. Il tetto verde deve essere curato periodicamente. Se per le coperture verdi estensive la manutenzione è limitata, per quelle intensive il mantenimento crea del vero e proprio lavoro extra, in quanto saranno necessarie una serie di mansioni periodiche, come avverrebbe in un autentico giardino.

-Costi. I costi d'investimento iniziale, se paragonati con una copertura tradizionale, sono maggiori e variano a seconda di diversi fattori: la dimensione dell'installazione, la profondità del substrato, la vegetazione che si vuole utilizzare, la presenza o meno di un sistema d'irrigazione e la possibilità di renderla accessibile.

Dal punto di vista stratigrafico, le coperture verdi possono essere, generalmente, classificate sulla base dello spessore del substrato terroso impiegato, sia che questi siano tetti piani o a falde; questi sono:

- tetto verde estensivo;

- tetto verde semi-intensivo;

- tetto verde intensivo (o giardino pensile).

-Tetto verde estensivo. Tipologia di copertura più adatta agli spazi in cui le persone raramente camminerebbero sulla sua superficie, dato che la presenza di

quest'ultime avviene quasi esclusivamente per la manutenzione del tetto. Questa tipologia di tetto è generalmente utilizzata per edifici industriali e garage; inoltre, essendo relativamente leggera a differenza dei giardini pensili, può essere installata in modo più agevole su superfici inclinate e ondulate. Nel complesso, questa soluzione consente elevate prestazioni a livello dell'uso dell'acqua e a livello termico, mantenendo basso il peso complessivo della copertura; infatti, il suo limitato spessore varia tra i 5 e i 12 cm con un sovraccarico di 60-250 kg/m<sup>2</sup> sulla struttura dell'edificio.

-Tetto verde semi-intensivo. Tipologia di copertura caratterizzata da piccole piante, arbusti ed erbe che richiedono una manutenzione moderata e un'irrigazione occasionale. Questa soluzione è in grado di trattenere più acqua piovana rispetto a un sistema estensivo e fornisce il potenziale per ospitare un'ecologia più ricca. Questo tipo di copertura ha uno spessore di terreno che varia tra i 12 e i 30 cm e un sovraccarico di 250-400 kg/m<sup>2</sup> sulla struttura dell'edificio.

-Tetto verde intensivo. Tipologia di copertura avente una profondità del substrato maggiore rispetto ai due casi precedenti. Il terreno più profondo consente ai tetti

intensivi di ospitare piante anche di grandi dimensioni. Gli orti e le erbe aromatiche si adattano bene su questi tetti e in una certa misura si può affermare che la loro cura è leggermente più facile dei giardini a livello del suolo poiché meno parassiti ed erbacce trovano la loro strada verso quote più elevate. Il tetto verde intensivo, quindi, è caratterizzato da un peso superiore rispetto a quello estensivo, con uno spessore minimo del terreno di circa 30 cm e un sovraccarico di almeno 400-1000 kg/m<sup>2</sup> sulla struttura dell'edificio.

### 6.6.3 DECRETI ATTUATIVI

Quando si prevede la realizzazione di una copertura verde, la legge impone un controllo delle prestazioni sia invernali che estive e la norma italiana che regola la realizzazione di queste tipologie di coperture è il D.M. dei Requisiti Minimi del 26/06/2015.

Secondo quanto riportato all'interno del documento, possiamo dire, semplificando, che le caratteristiche minime per la realizzazione di un tetto verde sono:

*-il controllo della trasmittanza termica media (Tabella 38);*

*-l'analisi del rischio di formazione di*

*condensa interstiziale;*

*-l'analisi del rischio di surriscaldamento.*

Nonostante ciò, come già visto per le pareti, è possibile prendere come riferimento il D.E.E. del 06/08/2020, il quale, anche se maggiormente restrittivo, permette di non considerare la presenza di ponti termici che, a causa del notevole numero di impianti all'interno del fabbricato di progetto, risulterebbero difficili da calcolare.

All'interno della *Tabella 39* si sono volute riportare una serie di proprietà tecniche da tenere in considerazione nel corso delle fasi di progettazione e realizzazione, quest'ultime presenti all'interno di una ricerca realizzata dall'ISPRA, il "*Verde pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico*"; queste sono:

-Spessore minimo dello strato terroso sulla base delle entità vegetative da impiegare. Questo, tuttavia, dovrà essere valutato in funzione di altri aspetti, come ad esempio

quelli legati all'esposizione, all'inclinazione del solaio, all'età delle piante ecc.

-Peso. Per determinare il peso dell'intero sistema verde è necessario operare la somma di tutti gli elementi che lo compongono, considerando il peso alla massima saturazione dei singoli elementi. Infatti, per quanto riguarda gli elementi drenanti ed il substrato terroso si considererà il peso a capacità di campo, ossia il peso che gli strati raggiungerebbero con tutta l'acqua che possono contenere.

-Manutenzione. Così come per ogni opera, anche la progettazione di una copertura verde va integrata con un piano di manutenzione. In tali piani vanno previste tutte quelle operazioni finalizzate al mantenimento delle funzionalità della copertura prevista, indicandone la tipologia d'intervento e la frequenza con i quali dovranno essere effettuati.

Zona climatica	U <sub>limite</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	D.M. R.M. 26/06/2015	D.E.E. 06/08/2020
A-B	0,32	0,27
C	0,32	0,27
D	0,26	0,22
E	0,24	0,20
F	0,22	0,19

*Tabella 38. Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali verso l'esterno.*

-Fabbisogno idrico. Molto spesso le coperture realizzate sul territorio italiano sono quelle che utilizzano specie tipiche di ambienti temperati. Quest'ultime, purtroppo, sono entità vegetative adatte ad ambienti piovosi, caratterizzate da inefficaci strategie di risparmio idrico. Per questo motivo, è sempre consigliato progettare una copertura verde tenendo in considerazione questo aspetto e preferendo, se possibile, l'utilizzo di soluzioni con vegetazione adatta a climi locali più aridi e caratterizzata da un ridotto fabbisogno idrico, conferendo al progetto una maggiore probabilità di riuscita e una minore quantità di risorse per la manutenzione e l'irrigazione.

-Fruibilità. La fruibilità è un aspetto che molto spesso genera equivoci. Tutte le coperture verdi, sia estensive che intensive, devono essere accessibili al manutentore. Com'è possibile vedere in *Tabella 39*, le tipologie di sistema adottate in copertura tengono conto di parametri come la resistenza al calpestio, la fruibilità visiva piuttosto che la capacità di fornire comfort all'utente.

-Isolamento termico. Al verde in copertura sono state riconosciute diverse funzioni e benefici dal punto di vista termodinamico e lo stesso DPR 59/2009 ne promuove l'utilizzo, legato principalmente all'aumento della resistenza termica in coperture, al

Caratteristiche	Tipo sistema (espresso in base alla vegetazione prevista)						
	Prato fruibile	Tappeto di sedum	Prato - Pascolo	Tappeto di perenni	Arbusti e suffrutici	Orto	Siepi ed alberi
<b>Spessore substrato (cm)</b>	15-10	8-10	12-15	10-15	15-35	25-35	35-100
<b>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	220-440	120-160	160-300	120-300	220-550	300-550	450-1500
<b>Manutenzione</b>	Medio-Alta	Medio-Bassa	Bassa	Medio-Bassa	Medio-Bassa	Alta	Medio-Alta
<b>Fabbisogno idrico</b>	Alto	Basso	Basso	Medio-Basso	Medio-Basso	Alto	Alto
<b>Fruibilità</b>	Alta	Nulla	Bassa	Bassa	Media	Media	Alta
<b>Isolamento termico</b>	Alto	Basso	Medio	Medio-Basso	Alto	Alto	Alto
<b>Abbattimento inquinanti</b>	Medio	Basso	Medio	Medio-Basso	Medio	Basso	Alto
<b>Tasso di concimazione</b>	Alto	Basso	Basso	Medio-Basso	Medio	Medio-Alto	Alto

Tabella 39. Matrice delle proprietà del sistema per tipologie di verde pensile più comuni - ISPRA.

raffrescamento passivo nel periodo estivo e alla mitigazione delle temperature esterne. Inoltre, com'è possibile osservare in *Tabella 40*, sulla base dello spessore del substrato colturale è possibile determinare le prestazioni termodinamiche attese dal sistema.

-Abbattimento inquinanti. Il verde pensile assolve un ruolo importante per la capacità di assorbire gli ossidi di azoto e le polveri sottili. Per quanto riguarda l'assorbimento della CO<sub>2</sub>, seppur esistendo un bilancio positivo fra carbonio sottratto e quello prodotto dalle piante, l'apporto della sola copertura non risulta significativo nel ciclo di vita della stessa; ma se, insieme a questi fattori, si considerano nell'equazione gli altri

benefici che queste soluzioni producono, anche in modo indiretto, allora si ottiene un beneficio complessivo considerevole.

#### 6.6.4 PROPOSTA DI PROGETTO

In merito alle considerazioni fatte sullo stato attuale del tetto dell'edificio, sulle norme che regolano la realizzazione dei sistemi verdi in copertura e sui requisiti minimi da rispettare nel corso della fase progettuale, si è voluta proporre una soluzione a verde. Data la collaborazione con l'azienda Harpo, la quale, in seguito al sopralluogo effettuato, ha aiutato a comprendere al meglio la soluzione attuabile sulla base dell'esistente, si è deciso di proporre una soluzione stratigrafica già utilizzata dall'azienda in casi studio simili e

Spessore di substrato a compattazione avvenuta	Prestazione termodinamica
8 cm	Riduzione delle temperature massime all'estradosso del tetto, delle gelate e delle escursioni termiche. Funzionale all'aumento della durata di vita dell'impermeabilizzazione.
15 cm	Riduzione del carico termico sulla copertura. Buono sfasamento temporale del flusso di calore: su strutture coibentate è da aspettarsi uno sfasamento di 7-8 ore. Permette di ritardare l'ingresso del calore alla seconda metà della giornata.
20 cm	Riduzione del carico termico in ingresso e raffrescamento passivo. Elevato sfasamento temporale del flusso di calore: su strutture realizzate a norma è da aspettarsi uno sfasamento superiore alle 12 ore. Permette di ritardare l'ingresso del calore al periodo notturno e raffrescare nelle ore centrali della giornata.
Variabile da 15 a 35 cm	Contributo alla mitigazione dell'isola di calore nell'ambiente esterno, ricreando vegetazione mista a prato e grossi arbusti.

Tabella 40. Spessori del substrato in funzione della prestazione termodinamica attesa - ISPRA.

che, sulla base delle sue caratteristiche, soddisfi i requisiti e limiti i costi nel ciclo di vita.

In una prima fase, in merito ai dati raccolti dai disegni di progetto e dal documento relativo alla denuncia delle opere in cemento armato, è stato necessario individuare il peso della copertura esistente e quanto questo può essere caricato con eventuali integrazioni stratigrafiche.

Pertanto, sulla base dei dati all'interno dei documenti, è risultato che il peso proprio della copertura allo stato attuale, tenendo in considerazione tutti gli elementi stratigrafici, risulta pari a  $178,60 \text{ kg/m}^2$  (Tabella 41).

Inoltre, all'interno del documento relativo alle opere in c.a. è indicato il carico accidentale che la struttura può sopportare, ossia di  $220 \text{ kg/m}^2$ .

Da queste informazioni, quindi, è possibile determinare la soluzione adattabile alla copertura sulla base del peso che questa può

reggere, non prima però di scorporare dal totale il carico accidentale derivante dalla neve e dal vento.

Per la definizione del carico della neve sulla copertura si è preso come riferimento le NTC 2018, all'interno delle quali è indicata l'espressione per il suo calcolo:

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

dove:

$q_{sk}$  = valore di riferimento del carico della neve al suolo;

$\mu_i$  = coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  = coefficiente di esposizione;

$C_t$  = coefficiente termico

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni di clima e di esposizione in base alla zona presa come riferimento. In mancanza di indagini statistiche e specifici studi locali, le NTC 2018 ci forniscono una serie di valori (Tabella 42) sulla base della zona, all'interno del territorio italiano, in cui è situata la costruzione. Il Piemonte rientra

COPERTURA - STATO DI FATTO				
Stratigrafia (interno - esterno)		spessore [m]	peso per unità di volume [ $\text{kg/m}^3$ ]	peso per unità di superficie [ $\text{kg/m}^2$ ]
1	Tegoli in calcestruzzo	0,06	2400	144,00
2	Isolante in lana di vetro	0,05	20	1,00
3	Lastra in fibrocemento	0,006	2000	12,00
4	Lamiera in alluminio	0,008	2700	21,60
<b>Totale</b>		<b>0,12</b>		<b>178,60</b>

Tabella 41. Carico permanente in copertura allo stato di fatto.

nelle zone di Categoria 1 e il carico della neve al suolo assume un valore pari a  $1,50 \text{ kN/m}^2$ .

Considerando, invece, il coefficiente di forma della copertura  $\mu_i$ , questo dipende dalla forma stessa del tetto e dall'inclinazione sull'orizzontale delle sue componenti. Le NTC 2018 ci forniscono i valori del coefficiente  $\mu_i$  (Tabella 43) sulla base dell'inclinazione formata tra le falde e l'orizzontale e che nel nostro caso risulta essere pari a  $0,8$ .

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  tiene conto delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera considerata. I valori consigliati per

tali coefficienti sono forniti dalle NTC 2018 e sono riportati in Tabella 44. Per il nostro caso studio si assume un valore di  $0,9$ .

Infine, per la determinazione del coefficiente termico  $C_t$  si tiene in considerazione la riduzione del carico della neve, derivato dal suo scioglimento, causato dalla perdita di calore della costruzione. Non avendo uno specifico documento riportante la descrizione di tale fenomeno sulla nostra struttura, le NTC 2018 consigliano, nel caso non fosse reperibile tale valore, di assumere tale coefficiente pari a 1.

In conclusione, sulla base dei valori raccolti

Zona di carico della neve	Carico della neve [kN/m <sup>2</sup> ]
1	1,50
2	1,00
3	0,60

Tabella 42. Valori del carico della neve per le diverse zone - NTC 2018.

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 * \frac{60 - \alpha}{30}$	0,0

Tabella 43. Valori del coefficiente di forma - NTC 2018.

Topografia	Descrizione	$C_e$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutte i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

Tabella 44. Valori del coefficiente di esposizione per le diverse classi di esposizione - NTC 2018.

possiamo determinare che il valore del carico della neve in copertura da considerare risulta pari a:

$$q_s = 1,50 * 0,9 * 0,9 * 1 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

e corrispondente a  $108 \text{ kg/m}^2$ .

Per quanto concerne, invece, il carico dovuto all'azione del vento in copertura, si è deciso di omettere tale valore, in quanto il tetto presenta su tutti i suoi lati un parapetto con altezza superiore alla linea di colmo e che, considerata tale situazione, risulterebbe ininfluente prenderlo in esame sulla base del calcolo finale.

Ottenuti tali risultati, è emerso che il carico accidentale ancora sfruttabile risulta limitato per considerare la realizzazione di una tipologia di copertura verde con un elevato spessore del substrato. Pertanto, considerati gli effetti della struttura all'aumento dei carichi, si ipotizza la realizzazione di un tetto verde di tipo estensivo, con un tappeto verde di pochi centimetri di spessore.

Infatti, oltre agli elementi principali che compongono questa tipologia di tetto, bisogna tenere in conto una serie di fattori legati all'accumulo di acqua all'interno della copertura, i quali potrebbero portare ad un eccessivo peso del pacchetto stratigrafico installato. Si dovrà infatti considerare come

questo, a seguito di eventi meteorici, potrà influire sia sul peso del substrato colturale che sull'accumulo di acqua all'interno dello strato drenante. Per questo motivo, nei calcoli che seguiranno, si è voluta considerare la situazione più gravosa con il substrato terroso completamente saturo e la presenza di uno strato d'acqua all'interno dell'elemento drenante.

Come anticipato, la soluzione proposta riguarda uno dei sistemi già utilizzati dall'azienda Harpo e che, con una serie di minime variazioni in base alla tipologia di copertura esistente, potrà essere installata sull'azienda nonostante il limitato peso che questa copertura può sopportare.

Inizialmente, data la presenza di lastre in fibrocemento e lamiera sull'estradosso della copertura, si è optato per eliminare gli elementi presenti fino ai tegoli in c.a.p., in modo tale da creare uno strato di compensazione sopra di essi per la regolarizzazione della superficie del tetto ai fini del successivo inserimento del sistema verde. Tale strato si è deciso di realizzarlo attraverso una lamiera grecata posta al di sopra dei tegoli e integrata con il getto di un calcestruzzo alleggerito, con l'intento di creare una solida base per il pacchetto

stratigrafico successivo. Si è ipotizzato l'uso di una lamiera grecata in alluminio avente uno spessore totale di 5,5 cm e integrato con un getto di calcestruzzo di 7 cm e quindi con uno spessore di 1,5 cm oltre la lamiera. Si è optato, appunto, per un calcestruzzo di tipo alleggerito, più precisamente del “*Lecamen Classic*” dell'azienda Leca, il quale offre elevate prestazioni (resistenza a compressione pari a 25 kg/cm<sup>2</sup>) nonostante la limitata massa volumica, quest'ultima pari a 600 kg/m<sup>3</sup>, necessaria per garantire un ridotto carico della nuova struttura sull'esistente e rimanere all'interno dei parametri di carico minimi calcolati in precedenza; dal sito della stessa azienda è precisato che tale materiale viene utilizzato per la realizzazione di coperture per la formazione, oltretutto, di

eventuali pendenze, beneficiando allo stesso tempo dal punto di vista termico, dato il basso coefficiente di conducibilità termica ( $\lambda = 0,136$  W/mK) utile per la riduzione della trasmittanza del tetto.

Con la definizione di tale strato, si è passati successivamente alla vera e propria progettazione del sistema a verde estensivo e che, sulla base dei suggerimenti avuti da Harpo è così composto:

- strato di separazione;
- impermeabilizzante anti-radice;
- feltro di protezione - MediPro MP500;
- strato drenante - MediDrain MD400;
- telo filtrante - MediFilter MF1;
- substrato culturale.

Com'è osservabile dalla *Tabella 45*, per ciascun elemento si sono tenuti in

COPERTURA - PROPOSTA DI PROGETTO				
Stratigrafia (interno - esterno)		spessore [m]	peso per unità di volume [kg/m <sup>3</sup> ]	peso per unità di superficie [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Tegoli in calcestruzzo	0,06	2400	144,00
2	Isolante in poliuretano espanso rigido	0,05	350	17,50
3	Lamiera grecata	0,003	2700	8,10
4	Calcestruzzo alleggerito - Lecacem Classic	0,07	600	25,50
5	Strato di separazione (polietilene)	0,01	30	0,3
6	Impermeabilizzante antiradice	0,0018	4	0,0072
7	Feltro di protezione - MediPro MP500	0,0015	40	0,06
8	Strato drenante - MediDrain MD40 (polistirene)	0,001	15	0,015
9	Acqua di accumulo	0,04	997	18,99
10	Telo filtrante - MediFilter MF1	0,0006	6	0,0036
11	Substrato culturale	0,05	1350	67,50
<b>Totale nuovo pacchetto strutturale</b>		<b>0,18</b>		<b>137,98</b>

Tabella 45. Carico permanente in copertura allo stato di progetto.

considerazione lo spessore e il peso per unità di volume, al fine di ottenere il peso per unità di superficie che andrà a gravare sulla struttura. Inoltre, come anticipato precedentemente, si è considerato il substrato completamente saturo e uno strato di acqua all'interno della componente drenante. Oltretutto, per quest'ultimo elemento e quello relativo alla lamiera grecata con il calcestruzzo, si è considerato l'effettivo peso delle componenti sulla base dei vuoti presenti al loro interno, i quali porterebbero ad un carico maggiore se presenti interamente nello specifico strato.

In sintesi, considerando i vari strati e i singoli fattori, il nuovo pacchetto strutturale risulta avere un peso complessivo, nella situazione più gravosa, pari a  $137,98 \text{ kg/m}^2$ . Inoltre,

considerando l'esclusione dei carichi relativi agli elementi in fibrocemento e lamiera eliminati nella proposta di progetto ( $35,10 \text{ kg/m}^2$ ) e l'aggiunta del carico della neve sulla copertura ( $108 \text{ kg/m}^2$ ), i carichi totali in copertura risultano in linea con i carichi ammissibili ricavati dai documenti di progetto della struttura.

Spostandosi, invece, sulla questione legata all'aspetto termico, è stata ricalcolata la trasmittanza termica della copertura con la realizzazione del nuovo sistema e, com'è possibile osservare dalla *Tabella 46*, questa risulta rispettata sulla base dei valori massimi riportati dal D.E.E. del 06/08/2020, in quanto quello ottenuto è risultato essere pari a  $0,197 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a fronte  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  del decreto.

Successivamente, sulla base della nuova

COPERTURA - PROPOSTA DI PROGETTO					
Stratigrafia (interno - esterno)		s [m]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Strato liminare interno				0,10	
1	Tegoli in calcestruzzo	0,06	1,91		
2	Isolante in poliuretano espanso rigido	0,05	0,022		
3	Lamiera grecata	0,003	220		
4	Calcestruzzo alleggerito - Lecacem Classic	0,07	0,136		
5	Strato di separazione (polietilene)	0,01	0,05		
6	Impermeabilizzante antiradice	0,0018	0,15		
7	Feltro di protezione - MediPro MP500	0,0015	0,045		
8	Strato drenante - MediDrain MD40 (intercapedine)	0,04	0,025		
9	Telo filtrante - MediFilter MF1	0,0006	0,032		
10	Substrato colturale	0,05	0,20		
Strato liminare esterno				0,04	
<b>Totale</b>		<b>0,29</b>			<b>0,197</b>

Tabella 46. Trasmittanza termica media della copertura allo stato di progetto.

stratigrafia applicata, si è proceduti alla verifica del fenomeno della condensa all'interno della copertura, attraverso l'utilizzo del diagramma di Glaser, realizzato, come nel caso delle pareti, tramite foglio di calcolo Excel. Pertanto, per ciascuno strato sono state definite sia le proprietà dei materiali che le proprietà dell'aria interna, quest'ultime recuperate attraverso il sito del Comune, come già visto in precedenza.

Con l'inserimento dei dati all'interno del foglio di calcolo si è definito l'andamento della pressione di saturazione ( $p_s$ ) e della pressione parziale di vapore ( $p_v$ ) all'interno

della copertura, con il confronto mese per mese per la verifica di una possibile formazione di condensa. Attraverso la verifica dei diagrammi nei diversi mesi è stata osservata l'assenza di condensa in tutti i periodi e attraverso la *Figura 146* si è voluto riportare il mese di agosto come esempio.

Anche con la verifica della condensa in copertura è possibile notare che sull'asse delle ascisse non sia inserito lo spessore equivalente in aria del tetto, in modo tale da avere un andamento del  $p_v$  rettilineo.

Verificata, quindi, la formazione di condensa sia superficiale che interstiziale, si è passati alla verifica di un ultimo requisito, quello

			GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura esterna	$\theta_e$	[°C]	2,0	3,4	7,7	11,7	15,9	20,5	23,0	22,5	18,1	13,1	7,3	2,8
Pressione di vapore esterna	$p_e$	[Pa]	580	600	760	1000	1320	1700	1825	1850	1475	1190	850	610
Umidità relativa esterna	$j_e$	[%]	82%	77%	72%	73%	73%	70%	65%	68%	71%	79%	83%	82%
Temperatura interna	$\theta_i$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,5	27,0	27,0	24,0	22,0	18,0	20,0
Differenza pressione di vapore	$\Delta p$	[Pa]	589	569	409	286	-185	-253	315	469	167	132	319	559
Pressione di vapore interna	$p_i$	[Pa]	1169	1169	1169	1286	1135	1447	2140	2319	1642	1322	1169	1169
Umidità relativa interna	$j_i$	[%]	50%	50%	50%	55%	55%	60%	60%	65%	55%	50%	50%	50%

Tabella 47. Caratteristiche termometriche dell'aria interna ed esterna.

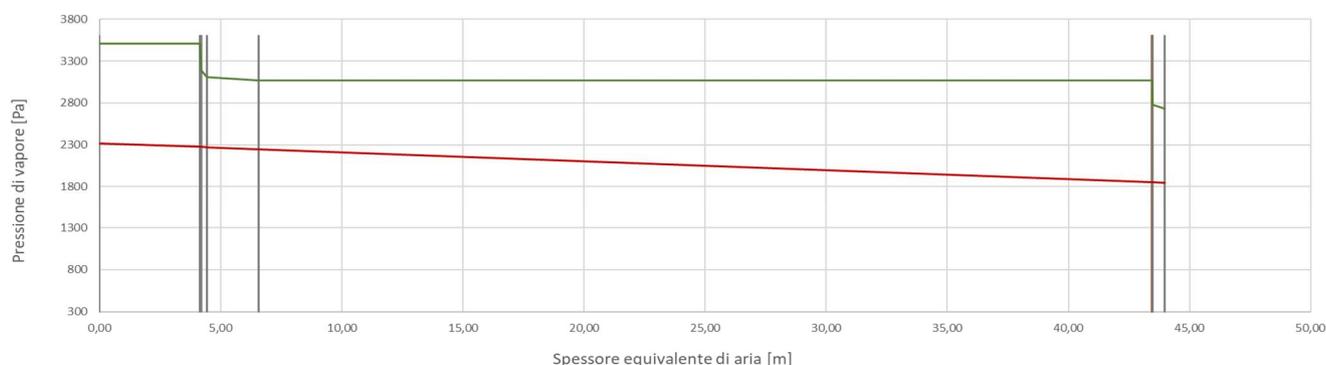


Figura 146. Grafico dell'andamento di  $p_t$  (in verde) e di  $p_v$  (in rosso) nel mese di agosto.

relativo al rischio di surriscaldamento del nuovo sistema utilizzato. Per individuare il comportamento del tetto rispetto alle condizioni climatiche esterne è necessario definire parametri relativi a:

- orientamento della copertura;
- temperatura dell'aria esterna;
- irradianza oraria;
- fattore di assorbimento solare.

Se il primo parametro dipende dall'inclinazione delle falde della copertura, esposte a sud-est e a sud-ovest, e i due successivi dalle condizioni climatiche della località in cui è inserito l'edificio, il quarto parametro dipende dalle caratteristiche dell'elemento considerato, legato appunto alla superficie esposta alla radiazione solare. Il coefficiente di assorbimento solare ( $\alpha$ ) è colui che indica la propensione di una

superficie ad assorbire radiazione solare e può assumere un valore che va da 0 a 1. La norma indica le seguenti tre categorie generiche:

- colore chiaro:  $\alpha = 0,3$
- colore medio:  $\alpha = 0,6$
- colore scuro:  $\alpha = 0,9$

Un rivestimento vegetativo rappresenta un'ottima strategia di protezione dalla radiazione solare, in grado di controllare il rischio di surriscaldamento della copertura; infatti, come raffigurato in *Figura 147*, dagli studi condotti dall'ANIT (Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico) è possibile osservare l'andamento della temperatura della superficie del tetto di un edificio (a Verona), in un giorno tipico estivo, in accordo alla norma UNI EN 13786. Ultimi temi da considerare in relazione al

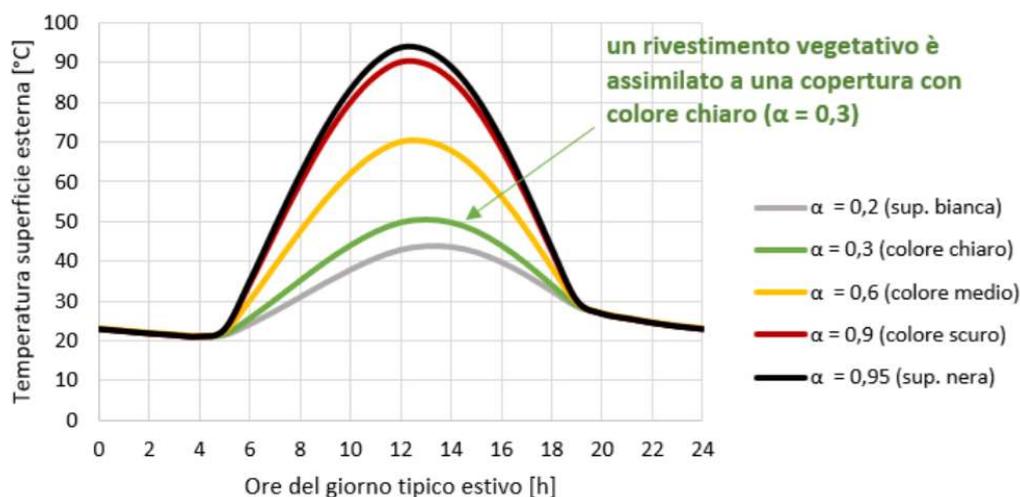


Figura 147. Andamento della temperatura esterna di una copertura in base al fattore di assorbimento solare, realizzato con il software PAN.

progetto sono quelli relativi alla gestione dei pannelli fotovoltaici esistenti, alla periodica manutenzione della copertura e all'irrigazione del verde.

Per quanto concerne il fotovoltaico, attraverso la consulenza di Harpo è scaturito che questo non creerà problemi con l'eventuale soluzione a verde, in quanto basterà creare un supporto di rialzo con semplici elementi in metallo, i quali, ancorati alla struttura sottostante, saranno in grado di sorreggere i pannelli rispetto al livello dello strato colturale, con un distanziamento di almeno 50 cm atto a permettere il necessario soleggiamento diretto, con irrilevante visione dal livello stradale e sufficiente mitigazione dal livello collinare.

L'eventuale manutenzione del tetto, invece, avverrà con accesso esterno per mezzo di un ponte su ruote, come avviene già nel presente e come precisato dal responsabile dell'azienda.

Infine, per quanto riguarda l'irrigazione del verde si precisa che, trattandosi di uno strato di tappeto colturale ridotto, questo non necessiterà di un impianto di irrigamento artificiale, in quanto saranno necessari solamente un paio di trattamenti di concimazione e diserbo nell'arco dell'anno.

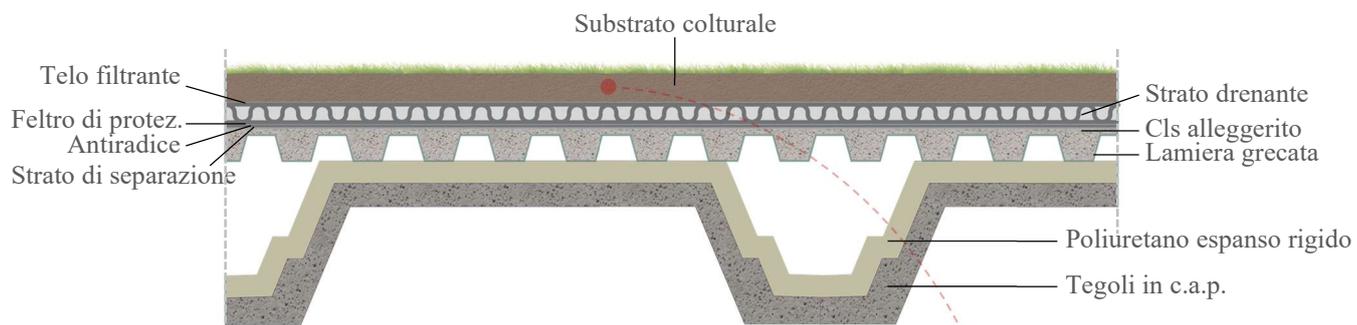


Figura 148. Stratigrafia della copertura allo stato di progetto.



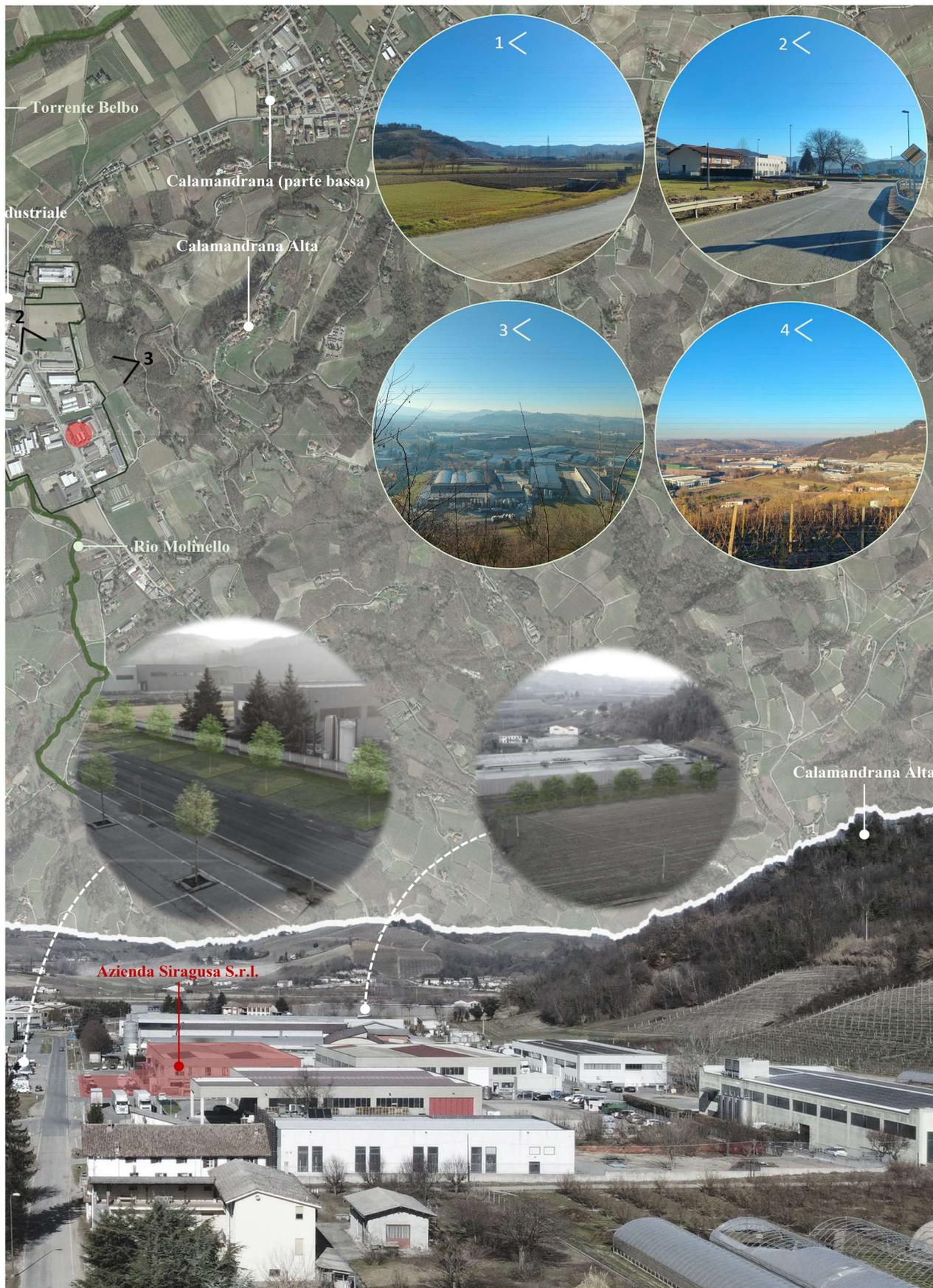
Figura 149. Vista dell'azienda (fronte sud-ovest) con inserimento della proposta di progetto della copertura verde.







Figura 150. Tavola di progetto riassuntiva.





## 7. CONCLUSIONI

Questo studio ha cercato di chiarire le principali criticità all'interno del territorio dell'area industriale di Calamandrana, le quali potrebbero essere rivolte a qualsiasi altro centro produttivo all'interno dei paesaggi limitrofi che, a causa di una massiccia antropizzazione del territorio, hanno portato ad un'alterazione del paesaggio, ormai contraddistinto da segni estranei che vanno ad incidere sugli aspetti caratterizzanti del luogo.

Attraverso l'incontro con l'azienda che ha fornito la sua disponibilità per intraprendere il percorso di realizzazione delle linee guida sul suo fabbricato, è stato possibile concepire come molte realtà industriali abbiano mirato all'unico obiettivo di elaborazione del prodotto finale, senza affrontare, nella maggior parte dei casi, il tema legato alla sostenibilità in termini ambientali, sociali ed economici del contesto. Questo viene spesso associato ad un problema di soli "costi"; molti imprenditori, soprattutto quelli legati a realtà aziendali più piccole, percepiscono i fattori di qualità ambientale e paesaggistica con perplessità, senza pensare che la sostenibilità è ormai diventata un fondamento

anche per l'attrattività economica del territorio. Per questo motivo, è importante stimolare un salto culturale che porti le aziende su una direzione sempre più sostenibile, fornendo risposte valide e applicabili a insicurezze e visioni negative che ancora esistono in quest'ambito di sviluppo.

Risulta possibile affermare che il percorso svolto all'interno della tesi integri il sistema, già esistente, riguardante l'utilizzo di nuove soluzioni e tecnologie con le conseguenze evolutive caratterizzanti i territori negli ultimi decenni e che, a causa della mano dell'uomo, hanno permesso di proporre queste nuove iniziative atte alla conservazione del paesaggio.

Tuttavia, è importante sottolineare che le linee guida fornite all'interno del documento sono da riferirsi, in particolar modo, all'area del progetto trattato e che, nel caso di applicazione in altri contesti, dovranno essere verificate e adeguate, in quanto non è possibile formulare un modello operativo capace di adattarsi in qualunque contesto e su qualsiasi edificio, data la grande varietà di sistemi paesaggistici e industriali esistenti.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- Abram P., 2002. *Coperture viventi*, Acer, n. 3, pp. 68-71.
- Campiotti C., Cancellara A., Consorti L., Giagnacovo G., Marani S., Margiotta F., Nencini L., Pazzola L., Puglisi G., Scoccianti M., 2017. *L'uso della vegetazione per aumentare l'efficienza energetica degli edifici e l'impiego di sistemi di climatizzazione rinnovabile*, Dipartimento Unità Efficienza Energetica - ENEA, report RdS/PAR2017/084, Roma.
- Ciliutti I., 2018. *Proposte di analisi e intervento per la mitigazione di edifici nel territorio delle Langhe*, Tesi di Laurea Magistrale, rel. Bosia D., Savio L., Politecnico di Torino, Torino.
- Cipolla S. S., 2015. *Tetti verdi: analisi sperimentale e simulazione numerica*, Tesi di Dottorato, rel. Maglionico M., Politecnico di Torino, Torino.
- Dipartimento di Progettazione Architettonica e Disegno Industriale DIPRADI (a cura di), 2010. *Indirizzi per la qualità paesaggistica degli insediamenti. Buone pratiche per la progettazione edilizia*, Politecnico di Torino, Torino.
- Fracastoro G. V., Corgnati P., Ariaudo F., Raimondo D., 2009. *Sostenibilità e innovazione dei sistemi edificio-impianti: pareti verdi*, Gruppo di ricerca, Politecnico di Torino, Torino.
- Gambini F., 1999. *Il valore del verde pensile*. Acer n. 4.
- Gruppo per la riqualificazione e la moderazione stradale - GRMS (a cura di), 2017. *Concezione dello spazio stradale all'interno delle località. Dimensionamento, moderazione, arredo e segnaletica*, Repubblica e Cantone Ticino - Dipartimento del territorio, Paradiso.
- IPLA S.p.A. (a cura di), 2017. *La Carta Forestale del Piemonte*, Regione Piemonte.
- ISPRA, 2012. *Verde pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico*, ISPRA - Settore Editoria, Roma.
- Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente IPLA S.p.A. (a cura di), 2004. *Alberi e arbusti. Guida alle specie spontanee del Piemonte*, Regione Piemonte.
- Kompatscher P., 2008. *Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche*, Agenzia provinciale per l'ambiente, Bolzano.
- Lotto V., 2011. *Guida pratica ai sistemi di coperture a verde*, Tesi di Master, rel. Abram P., Libera Università di Bolzano, Bolzano.

- Milillo M., 2017. *Integrazione tra verde urbano ed edifici. Aspetti progettuali e confronto tra soluzioni*, Tesi di Laurea Magistrale, rel. Caldera C., Politecnico di Torino, Torino.
- Olivieri M., 2009. *Superfici vegetali applicate all'involucro edilizio per il controllo microclimatico dell'ambiente costruito*, Tesi di Dottorato, tutore Zaffagnini T., Politecnico di Torino, Torino.
- Pellegrini G. (a cura di), 2015. *Patrimonio artistico culturale paesaggistico*, Atti della Giornata di Studi, Scuola Politecnica dell'Università degli Studi di Genova, Genova.
- Produzioni Agrarie e Zootecniche (a cura di), 2015. *Sito UNESCO. I paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato. Linee guida per l'adeguamento dei piani regolatori e dei regolamenti edilizi alle indicazioni di tutela per il sito UNESCO*, Regione Piemonte.
- Regione Piemonte, 2010. *Indirizzi per la qualità paesaggistica degli insediamenti. Buone pratiche per la pianificazione locale*, a cura di DIPRADI - Politecnico di Torino, Torino.
- Riffero M., 2008. *Riqualificazione paesaggistica dell'area produttiva del comune di Calamandrana in provincia di Asti*, Tesi di Laurea Magistrale, rel. Buffa di Perrero C., Devecchi M., Politecnico di Torino.
- Siragusa L. (a cura di), *Sistemi di inverdimento verticale per l'architettura urbana*, Università IUAV di Venezia.
- Volterrani M., Magni S., Altissimo A., Lenzi C., 1997. *Parcheggi inerbiti*. Acer, n. 6, pp. 57-60
- Volterrani M., Magni S., Grossi N., Miele S., 2002. *Parcheggi in erba*. Acer, n. 2, pp. 58-63.

#### Strumenti urbanistici e normative

- Comune di Calamandrana (AT), 2012. *Variante strutturale al P.R.G. vigente*.
- Città di Torino, 2020. *Regolamento del verde pubblico e privato della città di Torino*, n. 317.

#### Siti internet consultati

- <https://www.comune.calamandrana.at.it>
- <https://www.comune.calamandrana.at.it/it/page/storia-del-paese>
- <https://www.comuni-italiani.it>
- <https://verdeprofilo.com>

- <https://www.ilpianetaverdeblog.it>
- <http://www.fabriziagianni.it>
- <https://www.studioforest.it>
- <https://www.actaplantarum.org>
- <https://www.greenme.it/abitare/bioedilizia-e-bioarchitettura>
- <https://www.regione.piemonte.it>
- <https://www.geoportale.piemonte.it>
- <http://www.unesco.org>
- <https://www.paesaggivitivinicoliunesco.it>
- <https://it.climate-data.org>
- <https://www.sunearthtools.com/it/index.php>
- <https://www.testo.com/it-IT/testo-830-t2/p/0560-8312>
- <https://www.urbangreenbluegrids.com>
- <https://www.infobuild.it>
- <https://www.dipintosucci.com>
- <https://www.harpgroup.it>
- <https://www.hedgesdirect.co.uk>
- <https://www.s3i.co.uk/greenwall.php>
- <http://it.wikipedia.org>
- <https://earth.google.com/web>
- <https://www.google.it/maps>



## 9. RINGRAZIAMENTI

Una sincera gratitudine è espressa a tutte le persone che mi hanno aiutato nella redazione di questa tesi, in particolare alla mia relatrice, la professoressa Rossella Maspoli, per il supporto fornito e le conoscenze che è stata in grado di trasmettermi; un ringraziamento al Sindaco Fabio Isnardi e ai Consiglieri del Comune di Calamandrana, in particolare a Francesco Cesareo, i quali si sono rivelati sempre disponibili nelle diverse occasioni in cui necessitavo di supporto; un ringraziamento all'azienda Harpo S.p.A., in particolare al sig. Giuseppe Brunazzo, il quale, attraverso diverse consulenze avvenute nell'ultimo anno, è risultato di grande aiuto per la definizione delle soluzioni adottate nel corso del progetto; un ringraziamento al titolare dell'azienda Siragusa S.r.l., il sig. Massimo Siragusa, il quale mi ha dato l'opportunità di realizzare un proposta progettuale sul fabbricato industriale di sua proprietà, oltre ad aver dimostrato un grande interesse nei

confronti del tema legato alla sostenibilità ambientale; un ringraziamento al laboratorio LAMSA del Politecnico di Torino, in particolare al professore Gabriele Piccablotto, per la disponibilità concessami nel prestito e nell'utilizzo della strumentazione necessaria ai fini dello svolgimento dell'indagine termometrica.

Un ringraziamento particolare a tutti i miei amici, i quali hanno sempre dimostrato un grande sostegno nei miei confronti, trasmettendomi ogni giorno entusiasmo e coraggio. Grazie per essere stati miei complici, nel bene e nel male.

Infine, un ringraziamento speciale ai miei familiari, ai miei nonni, a mio fratello e in particolare ai miei genitori, per avermi sempre appoggiato nelle scelte e permesso di portare a termine gli studi universitari. Questa tesi la dedico a voi, che siete la mia famiglia, perché senza di voi non sarei mai arrivato in fondo a questo lungo e tortuoso percorso.