

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Architettura e Società
Corso di Laurea in Architettura Ambientale



DALLA MACINA AL MICRO HYDRO *Riquilificazione tecnologica e funzionale del Mulino Galletto*

Tesi di laurea di:
Fabio CRESPI
Matricola n. 719294

Relatore:
Giuliano DALL'O'
Correlatore:
Annalisa GALANTE

Anno Accademico 2010/2011

INDICE

OBIETTIVI	Pag. 01
 CAPITOLO 1: IL PARCO DEI MULINI	
1.1 Storia dell'area del parco dei Mulini.....	Pag. 03
1.2 Il parco oggi.....	Pag. 05
1.3 Agenda 21 ed Ecomuseo del Paesaggio.....	Pag. 06
1.4 Risorse ambientali.....	Pag. 07
1.4.1 Fauna.....	Pag. 07
1.4.2 Flora.....	Pag. 08
1.4.3 Elementi del paesaggio: gli ecosistemi.....	Pag. 09
1.4.4 Elementi storico-architettonici.....	Pag. 09
1.5 Vivere il Parco.....	Pag. 12
1.5.1 Eventi.....	Pag. 12
1.5.1.1 La campestre dei Cinque Mulini.....	Pag. 12
1.5.1.2 Il Palio di Legnano.....	Pag. 14
1.5.2 Attività motorie.....	Pag. 15
1.5.2.1 I percorsi ciclo-pedonali.....	Pag. 15
1.5.2.2 Altre attività motorie.....	Pag. 16
1.5.3 Attività didattiche.....	Pag. 16
 CAPITOLO 2: IL FIUME OLONA	
2.1 Geografia.....	Pag. 18
2.2 Storia del fiume Olona.....	Pag. 18
2.3 Normativa per la tutela.....	Pag. 20
2.3.1 L'approccio europeo.....	Pag. 20
2.3.2 Il recepimento della normativa europea in Italia.....	Pag. 21
2.4 Le potenzialità del fiume Olona.....	Pag. 22
2.4.1 Irrigazione.....	Pag. 22
2.4.2 Energia idraulica.....	Pag. 22
2.5 I progetti di riqualificazione fluviale.....	Pag. 22
2.5.1 L'argine verde.....	Pag. 23
2.5.2 Fitodepurazione.....	Pag. 24
2.5.3 Ripopolamento della fauna ittica.....	Pag. 24
 CAPITOLO 3: L'ANALISI DELLO STATO DI FATTO	
3.1 Inserimento nel contesto.....	Pag. 26
3.2 Analisi del sistema tecnologico.....	Pag. 27

CAPITOLO 4: PROPOSTA PROGETTUALE

4.1 La riqualificazione funzionale.....	Pag. 31
4.2 La riqualificazione tecnologica.....	Pag. 32
4.3 I nuovi sistemi impiantistici.....	Pag. 34
4.3.1 Il generatore di calore.....	Pag. 34
4.3.2 Il micro idroelettrico.....	Pag. 35
4.3.2.1 Perché l'idroelettrico.....	Pag. 35
4.3.2.2 La scelta della turbina.....	Pag. 36
4.3.2.3 Caratteristiche della vite idraulica.....	Pag. 37
4.3.2.4 Dimensionamento di massima.....	Pag. 39
4.3.3 Il solare termico.....	Pag. 40
4.3.3.1 Caratteristiche della Techtile Therm.....	Pag. 40
4.3.3.2 Dimensionamento di massima.....	Pag. 41

CAPITOLO 5: PRESTAZIONI ENERGETICHE E RITORNO ECONOMICO

5.1 La normativa di riferimento.....	Pag. 43
5.2 Intervento di ristrutturazione ai minimi di legge.....	Pag. 44
5.2.1 Prestazioni energetiche.....	Pag. 44
5.2.2 Analisi dei costi.....	Pag. 46
5.3 Intervento di ristrutturazione in progetto.....	Pag. 48
5.3.1 Prestazioni energetiche.....	Pag. 48
5.3.2 Analisi dei costi.....	Pag. 50
5.4 Ritorno economico.....	Pag. 51

CONCLUSIONI.....	Pag. 52
-------------------------	---------

BIBLIOGRAFIA.....	Pag. 53
--------------------------	---------

SITOGRAFIA.....	Pag. 54
------------------------	---------

ALLEGATI TECNICI

A. Dimensionamento del generatore di calore	
Dati climatici NASA.....	Pag. 55
Dati RETScreen.....	Pag. 56

B. Verifica delle prestazioni termiche delle strutture esistenti	
Solaio controterra.....	Pag. 58
Parete in laterizio pieno.....	Pag. 59
Parete in laterizio forato.....	Pag. 60
Copertura.....	Pag. 61
C. Verifica delle prestazioni termiche delle strutture in progetto	
Solaio controterra.....	Pag. 62
Parete in laterizio pieno.....	Pag. 64
Parete in laterizio forato.....	Pag. 67
Copertura.....	Pag. 70
D. Schede tecniche di prodotto	
Cappotto in pannelli di poliuretano espanso.....	Pag. 73
Rivestimento in legno.....	Pag. 74
Elementi trasparenti.....	Pag. 81
Ventilazione della copertura.....	Pag. 89
Pannelli radianti.....	Pag. 99
Pompa di calore.....	Pag. 113
Microturbina idraulica a coclea.....	Pag. 124
Techtile therm.....	Pag. 129
E. Programma di Tutela e Uso delle Acque	
Allegato 2: Stima dei valori di portata nel bacino dell'Olona.....	Pag. 135

ELEBORATI GRAFICI

TAVOLA 1: Inquadramento territoriale
TAVOLA 2: Scheda della ciclabile dei Mulini
TAVOLA 3: Scheda della ciclabile del Villorosi
TAVOLA 4: Scheda della ciclabile della Valle Olona
TAVOLA 5: Planimetria dello stato di fatto
TAVOLA 6: Piante dello stato di fatto
TAVOLA 7: Sezioni e prospetti dello stato di fatto
TAVOLA 8: Dettagli costruttivi dello stato di fatto X-X e Y-Y
TAVOLA 9: Dettaglio costruttivo dello stato di fatto Z-Z
TAVOLA 10: Dettaglio costruttivo dello stato di fatto K-K
TAVOLA 11: Dettaglio costruttivo dello stato di fatto J-J
TAVOLA 12: Planimetria della proposta progettuale
TAVOLA 13: Piante della proposta progettuale
TAVOLA 14: Sezioni e prospetti della proposta progettuale
TAVOLA 15: Sezioni e prospetti della proposta progettuale
TAVOLA 16: Sezioni e prospetti della proposta progettuale
TAVOLA 17: Dettaglio costruttivo della proposta progettuale Z-Z

OBIETTIVI

L'immobile oggetto di indagine è il mulino Galletto, un vecchio mulino che sorge lungo il corso del fiume Olona in Canegrate e situato all'interno del parco di interesse sovracomunale dei Mulini, il quale è stato oggetto di una ristrutturazione nel 2001 che ne ha alterato tutte le caratteristiche originarie e, successivamente, abbandonato a causa, probabilmente, dell'esaurimento dei fondi di investimento.

L'interesse per questo caso studio è scaturito dopo aver analizzato il contesto territoriale in cui è inserito l'immobile e dopo aver compreso le grandi potenzialità offerte dal sistema di attività ed eventi: la fiorente attività agricola e pastorale, gli itinerari ciclo-pedonali esistenti e in progetto, le attività didattiche organizzate dall' "Ecomuseo del paesaggio", lo svolgersi di grandi eventi come il Palio di Legnano e la campestre dei Cinque Mulini che riescono a suscitare l'interesse della popolazione non solo locale, ma anche proveniente da tutto il mondo come nel caso del "World Cross Challenge".

L'obiettivo di questo studio è la riqualificazione funzionale e tecnologica del vecchio mulino, con lo scopo di trasformarlo in un polo di riferimento di grande rilevanza per le attività del parco, approfondendo le tematiche della progettazione sostenibile, mirando al risparmio energetico e al minimo impatto ambientale, cercando di ripristinare le caratteristiche di pregio e notabilità che possedeva prima che cessasse lo sfruttamento dell'energia idraulica lungo il fiume Olona.

Il conseguimento di questi obiettivi avviene tramite i seguenti punti:

- progettazione di un agriturismo in grado di valorizzare i prodotti dell'agricoltura e dell'allevamento locale;
- progettazione di una struttura per ospitare gli atleti durante gli eventi sportivi e i turisti durante gli altri eventi;
- assegnazione di un'area al noleggio di biciclette e organizzazione di parte dell'esterno a spazio di sosta per ciclisti in modo da realizzare un centro di supporto al sistema di greenways che attraversano il parco;
- destinazione di uno spazio alla funzione di Infopoint e Museo del PLIS dei Mulini in grado di fornire indicazioni ai visitatori, organizzare e promuovere le varie iniziative e attività didattiche organizzate dall' "Ecomuseo del Paesaggio";
- studio di un involucro edilizio e di un sistema impiantistico che miri a ridurre i consumi e riduca le emissioni di CO₂.

L'indagine viene affrontata secondo le seguenti fasi:

1. Inquadramento territoriale e studio del sistema del Parco dei Mulini;

2. Analisi dello stato di fatto che comprende il rilievo fotografico, il rilievo geometrico e lo studio del sistema tecnologico dell'esistente;
3. Proposta progettuale di riqualificazione funzionale e tecnologica e studio di un sistema impiantistico che utilizzi le energie rinnovabili;
4. Analisi delle prestazioni energetiche del nuovo edificio e calcolo del relativo ritorno economico.

1. IL PARCO DEI MULINI

1.1 Storia dell'area del Parco dei Mulini

Le testimonianze archeologiche mostrano, lungo il corso dell'Olona insediamenti stabili a partire dal III millennio a.C., ma solo nell'età del bronzo, nel XIII sec a.C., la presenza dell'uomo si fa più rilevante.

In epoca celtica, a partire dal IV secolo a. C., la zona fu popolata con insediamenti stabili dagli Insubri.

Gran parte della pianura Padana era coperta da densissime foreste, ritenute sacre dagli abitanti, interrotte soltanto lungo i corsi d'acqua e, qua e là da piccoli appezzamenti di terra dove veniva praticata l'attività agropastorale con coltivazioni di frumento, orzo, vite e allevamento di bovini, caprini, ovini e suini.

I romani ebbero un ruolo importantissimo nella modifica del paesaggio milanese probabilmente solo a partire dall'età augustea. Nella zona, infatti, lo sviluppo della cultura romana a scapito di quella celtica fu molto lenta ma, nonostante ciò, ebbe conseguenze assai durature.

A partire da questo periodo, alcuni storici ipotizzano un ruolo significativo degli insediamenti lungo il Fiume Olona, come Legnano e Parabiago, divenuti fiorenti empori artigianali e commerciali grazie anche alla loro posizione lungo la via fluviale e l'asse viario che collegava Milano allo scalo lacustre di Angera e che poi proseguiva per la Gallia attraverso i valichi alpini; queste vie erano dei tramiti tra l'area mediterranea e quella transalpina.

In base alle ricerche topografiche compiute, si può ipotizzare che parte del territorio a Ovest di Milano in età imperiale subì profonde trasformazioni: in primo luogo vennero disboscate molte foreste per far spazio alle aree agricole, in secondo luogo le aree agricole vennero divise ai fini fiscali. I segni di questa divisione sono ancora oggi evidenti e caratterizzano il disegno del paesaggio, talora anche quello urbano, dei centri abitati.

Gli studi paleobotanici indicano inoltre che le foreste rimaste subirono, a partire dal I secolo d. C., importanti cambiamenti consistenti nell'introduzione da parte dell'uomo del castagno il cui frutto, nella zona prealpina, era utilizzato per la produzione di farina e come alimento per i suini, e degli alberi da frutto, prima scarsamente coltivati o del tutto sconosciuti come il pero e il melo.

La decadenza ed il progressivo disfacimento della struttura statale ed economica romana (dal finire del III a tutto il V secolo d.C.) e poi l'arrivo dei Longobardi, determinarono in pianura Padana la riduzione della popolazione e degli scambi commerciali.

Boschi e pascoli ebbero una ripresa a scapito dei terreni seminativi ed alcuni valori propri della cultura celtica, dimenticati durante il periodo romano, vennero recuperati: i boschi, che progressivamente si espandevano, tornarono ad avere una notevole importanza alimentare e una forte valenza simbolica e sacrale, sapientemente rielaborata dal cristianesimo, il quale iniziò a diffondersi nella zona a partire dal V secolo.

La presenza del fiume Olona continuò ad essere fonte di ricchezza per la zona sia per la possibilità di irrigare i campi, sia per la possibilità di sfruttare l'energia dell'acqua per il funzionamento dei mulini, già attivi in zona attorno all'anno mille.

L'arrivo in pianura Padana dei Franchi, alla fine dell'VIII sec., non portò a modifiche significative del paesaggio; fu solo a partire dal XII sec., in epoca comunale, che si moltiplicarono le opere di sistemazione dei terreni e vi fu una forte espansione della vite coltivata soprattutto insieme ai cereali, nelle zone di aperta campagna.

Questa trasformazione profonda del paesaggio fu causata dalla grande crescita demografica, già attestata per la Lombardia dal X secolo: si trattò di una rivoluzione sociale ed economica nella quale l'istituzione ecclesiastica ebbe un ruolo fondamentale, rappresentata dall'ordine degli Umiliati e, in epoca rinascimentale, quello degli Olivetani e dei Cistercensi.

L'aumento della superficie agraria avvenne a scapito dei boschi e l'importanza della vite, fatta crescere in filari posti ai margini dei terreni coltivati, crebbe nel tempo e raggiunse il suo apice nei secoli XVIII e XIX, nell'epoca della dominazione austriaca e nei primi anni successivi all'unità d'Italia, quando gran parte dei terreni coltivati erano caratterizzati da arativi con gelso e viti.

Nonostante l'ascesa dell'arativo vitato e la diffusione del mais, nel XVIII secolo una consistente superficie dell'attuale Parco del Roccolo e dell'area tra Lainate e Varese era ancora costituita da boschi e pascoli.

Per capire l'importanza che dovevano avere i boschi in quelle zone basti pensare che, ancora nei primi decenni del 1800, essi coprivano circa il 50% degli attuali confini amministrativi del Parco, oltre ad essere ancora indispensabili fonti di legna da ardere e di materiale da costruzione, anche se non erano privi di pericoli, in quanto vi si aggiravano i lupi.

Erano diffusi anche i campi irrigui, in particolare i prati, lungo la valle dell'Olonza, ma anche a nord grazie alla costruzione del canale Diotti.

Nella seconda metà del XIX secolo, a causa di gravi malattie della vite e del gelso, l'agricoltura dell'Alto Milanese entrò in crisi.

Dopo anni di difficoltà, tuttavia, la bachicoltura ne uscì addirittura rafforzata: si optò infatti per l'uso di varietà di bachi da seta resistenti alle malattie mentre per la vite si decise in gran parte dei casi per l'espianto.

L'epoca di crisi dell'agricoltura coincise con la prima crescita industriale: si svilupparono in zona le manifatture e le prime infrastrutture come la ferrovia, la tramvia Milano – Gallarate lungo la strada del Sempione e si realizzò il canale Villoresi.

Tuttavia la costruzione del canale Villoresi non fu sufficiente a risolvere la depressione economica che, anzi, si acuì con la fine del XIX secolo, sull'onda della prima grande crisi mondiale e del crollo dei prezzi agricoli, avvenuto a seguito del riversarsi sul mercato italiano dei prodotti provenienti dall'estero.

Il protezionismo, lo sviluppo tecnico e culturale e la nascita delle casse rurali alleviarono la crisi del settore agricolo ma il fattore che diede il maggiore contributo a risolverla fu proprio lo sviluppo industriale: con l'avvento dell'energia elettrica che soppiantò l'acqua dell'Olonza come forza motrice, le industrie vennero costruite anche lontano dai corsi d'acqua, e i mulini cominciarono a scomparire.

Nel periodo tra le due guerre mondiali ci fu inoltre il tracollo definitivo della bachicoltura, determinato da un altro periodo di crisi e dalla difficoltà di collocare la seta sul mercato estero. Così i gelsi, che avevano caratterizzato il paesaggio dell'Alto Milanese per circa cinque secoli, vennero pian piano eliminati (oggi ne rimangono alcuni esemplari lungo la rete irrigua del canale Villoresi).

Nel primo scorcio del Novecento, in particolar modo nel primo dopoguerra, la nostra zona assistette ad uno sviluppo industriale rapido ed incontrollato.

La presenza di industrie determinò un repentino cambiamento nell'economia e nel paesaggio locale, mutandone il volto nel breve volgere di un paio di generazioni e la forte crescita ebbe come ricaduta positiva un diffuso aumento del benessere e della ricchezza, ma dall'altro portò con sé inquinamento ambientale e una crescita urbana esponenziale.

Con gli anni Cinquanta la meccanizzazione dell'agricoltura, l'uso dei prodotti chimici e la diffusione di vegetali (in particolare cereali e mais) e animali (in particolare bovini) ad alto rendimento determinarono un forte aumento della produzione agricola, ma anche grandi trasformazioni del paesaggio agrario: scomparvero alcuni filari di alberi, fossi e sentieri, poiché ostacolavano il lavoro dei mezzi agricoli, e si diffuse la monocoltura del mais.

L'uso di fertilizzanti e pesticidi e il conseguente abbandono delle pratiche di rotazione agraria e di concimazione naturale che per secoli avevano mantenuto un certo equilibrio ambientale, concorsero all'estinzione di alcune specie sia animali sia vegetali.

Negli anni Sessanta l'avvio della politica agraria comunitaria aggravò la situazione, favorendo l'incremento della produttività agricola con misure di protezionismo e tutela dei prezzi.

Negli ultimi decenni lo sviluppo urbano sempre più intenso e senza una pianificazione efficace dal punto di vista ecologico, ha frammentato il territorio dell'Alto Milanese, contribuendo a smarrire l'identità socio culturale dei paesi e alterando, talora gravemente, l'equilibrio degli ecosistemi agricoli residui.

In particolare, i terreni incolti, dovuti all'urbanizzazione disordinata ed il forte impulso dato dalla comunità europea alle colture "no food" quali soia e girasole, hanno determinato nel Parco del Roccole le stesse conseguenze che al tempo degli antichi romani produsse il disboscamento, ossia l'impoverimento e dilavamento del suolo, la perdita di humus e di conseguenza il riaffiorare dell'originale terreno ciottoloso e ghiaioso, tipico dell'alta pianura alluvionale.

In passato da questi suoli, poco fertili e non coltivati, nasceva la brughiera; oggi gli stessi suoli, lasciati incolti o destinati alla coltivazione solo per alcuni mesi l'anno, sono diventati, nel Parco, l'habitat ideale di una pianta infestante: l'Ambrosia.

1.2 Il Parco oggi

Grazie all'associazionismo ambientalista che concorse a risvegliare quella coscienza ecologica e di tutela dei beni naturali che si era sopita negli anni della crescita economica, presero forma le idee, condivise dalla volontà politica delle Amministrazioni Comunali coinvolte, per istituire il Parco del Roccole e il Parco dei Mulini, avvenuta nel 1983.

Fu rivendicata l'importanza della conservazione e della fruizione del patrimonio naturale e culturale racchiuso nel paesaggio agrario, allora considerato spazio "vuoto" perché non edificato e legato ad una economia ormai sempre meno rilevante, a confronto delle attività artigianali ed industriali in forte espansione.

L'impegno delle Amministrazioni Comunali coinvolte e delle organizzazioni sociali attive sul territorio, in particolare agricoltori e associazioni ambientali, salvaguardarono il Parco dei Mulini dall'urbanizzazione, tanto che oggi esso costituisce un'area strategica nella rete ecologica della Provincia.

Il Parco dei Mulini rappresenta la naturale espansione del Parco Bosco di Legnano, lungo l'Olonza, con la partecipazione anche dei comuni di San Vittore Olona, Canegrate, Parabiago e Nerviano, la cui collocazione riveste, nel quadro del Piano Territoriale di

Coordinamento Provinciale (PTCP), un'importanza strategica rappresentando una porzione di territorio dai plurimi valori.

L'ambito territoriale del PLIS dei Mulini si colloca immediatamente a est e a nord della proposta della "Dorsale verde Nord Milano", progetto della Provincia di Milano del 2007 che consiste nella realizzazione di una grande area protetta che connetta tra loro tutti i PLIS, i SIC, le ZPS, le aree agricole e non urbanizzate formando così un unico grande corridoio ecologico dal Ticino all'Adda; grazie a questo progetto sarebbe finalmente possibile creare, anche a Nord di Milano, una grande area di protezione ambientale come quella che già esiste a Sud della città rappresentata dal Parco Agricolo Sud.

Il parco risulta avere un'estensione di circa 265 ettari ripartiti rispettivamente in 38,99 ettari per Legnano, 91,89 ettari per Canegrate, 62,47 ettari per San Vittore Olona e 72,26 ettari per Parabiago.

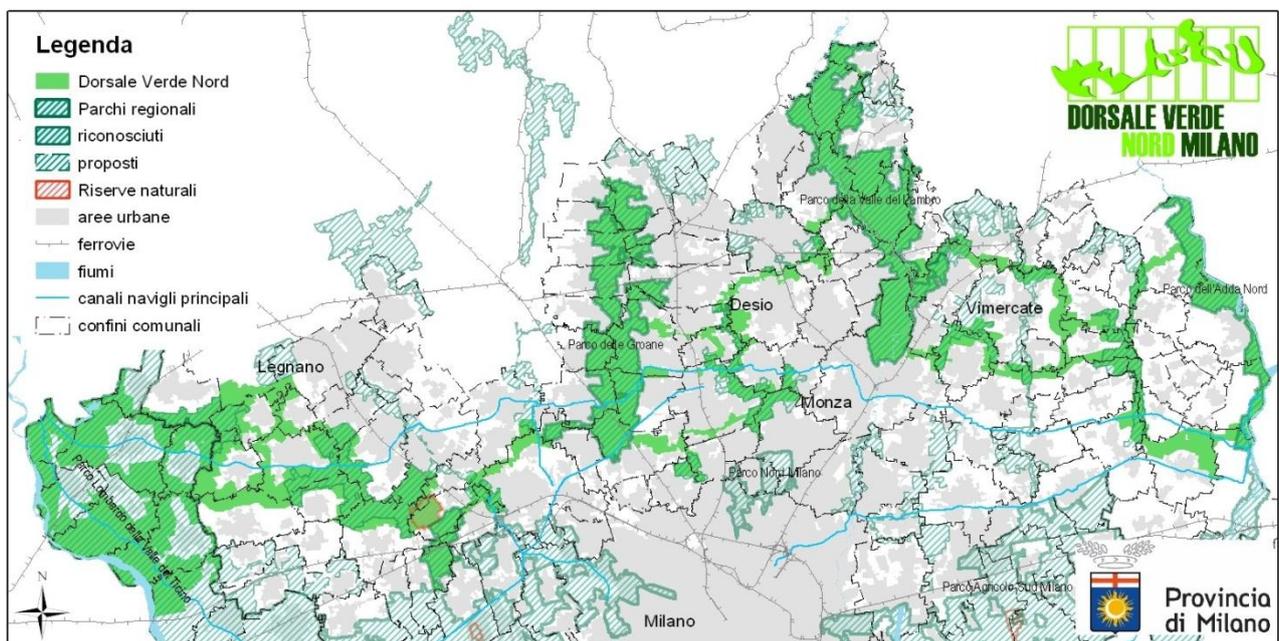


Immagine 1.1: Progetto della "Dorsale verde Nord"

1.3 Agenda 21 ed Ecomuseo del Paesaggio

Durante il summit delle Nazioni Unite su "Ambiente e Sviluppo" svoltosi a Rio de Janeiro nel 1992, 178 governi di tutto il mondo hanno sottoscritto il programma di Agenda 21, un documento di quaranta capitoli contenenti principi, obiettivi e azioni a cui devono orientarsi le politiche a livello globale, nazionale e locale per la promozione di uno sviluppo più equilibrato de XXI secolo.

L'Agenda 21 poi, in considerazione delle peculiarità di ogni singola comunità, invita le autorità locali di tutto il mondo a dotarsi di una propria Agenda, denominata Agenda 21 locale: questo aggettivo sta a rappresentare il processo di miglioramento volontario in un contesto locale come il territorio comunale.

Ogni autorità locale dovrebbe dialogare con i cittadini, le organizzazioni locali e le imprese private ed adottare una propria Agenda 21 locale.

Uno strumento che si inserisce nelle attività di Agenda 21 locale è quella dell'Ecomuseo del Paesaggio, un'istituzione che ha come scopo la conservazione, il restauro e la valorizzazione di ambienti di vita tradizionali di una comunità, dal patrimonio naturalistico e

di quello storico-artistico attraverso la predisposizione di percorsi sul territorio, oltre alla promozione di attività didattiche e di ricerca tramite il coinvolgimento diretto della popolazione, delle associazioni e delle istituzioni culturali.

Si tratta quindi di un ponte fra uomo e natura, ma è anche uno strumento di sviluppo del territorio capace di integrarsi con l'artigianato e l'agricoltura locale, valorizzando in chiave turistica il patrimonio etnografico-culturale della popolazione che risiede sul territorio.

1.4 Risorse ambientali

1.4.1 Fauna

Nel parco dei Mulini i censimenti della fauna vertebrata terrestre compiuti dalla Lega Nazionale Protezione Uccelli (LIPU) di Parabiago, hanno riguardato solo le specie guida. Studi specifici sono stati realizzati per l'area del Parco Bosco di Legnano, dove una zona umida e una buona estensione di bosco costituiscono l'habitat ideale per numerose specie animali

Nel parco dei Mulini sono state osservate 39 delle 73 specie guida utilizzate dalla Regione Lombardia per lo studio della biodiversità, addirittura quattro in più del ben più vasto PLIS del Roccolo, anche se è da sottolineare che le specie guida sono localizzate per lo più nel Bosco di Legnano.

La scarsità del numero di specie guida presenti nel parco dei Mulini escluso il bosco di Legnano, è da attribuire al fatto che questo Parco è quasi completamente circondato dalle aree urbanizzate sviluppatesi lungo l'asse del fiume Olona: i disturbi provocati da queste ultime, la scarsa presenza di boschi e filari nell'area, l'artificializzazione delle rive fluviali e la scomparsa di aree umide presenti ancora in un recente passato contribuiscono ad acuire il problema.

ANFIBI		UCCELLI			
1	Rospo smeraldino	11	Colombaccio	32	Usignolo
RETTILI		12	Tortora	33	Codiroso
2	Orbettino	13	Picchio verde	34	Saltimpalo
3	Ramarro	14	Picchio rosso	35	Pigliamosche
4	Biacco	15	Capinera	36	Averla piccola
5	Saettone	16	Cinciarella	37	Passera mattugia
MAMMIFERI		17	Garzetta	38	Zigolo giallo
6	Riccio occidentale	18	Airone cenerino	39	Strillozzo
7	Talpa europea	19	Gallinella d'acqua	40	Nibbio
8	Scoiattolo comune	20	Piro piro piccolo	41	Poiana
9	Ghiro	21	Martin pescatore	42	Germano reale
10	Moscardino	22	Ballerina gialla	43	Cornacchia grigia
		23	Ballerina bianca	44	Piccione torraio
		24	Usignolo di fiume	45	Merlo
		25	Gheppio	46	Pettiroso
		26	Fagiano	47	Cincia mora
		27	Quaglia	48	Codibugnolo
		28	Upupa	49	Regolo
		29	Torcicollo	50	Fringuello
		30	Allodola	51	Cardellino
		31	Rondine	52	Passero mattugia

Tabella 1.1: elenco delle Biodiversità del parco

1.4.2 Flora

L'area del fiume Olona è caratterizzata da una scarsa dotazione di aree boschive, riscontrabili soprattutto nella zona del Parco di Legnano e lungo alcuni tratti del fiume, in modo particolare nelle zone dell'isola di Parabiago e dell'intersezione con il canale Villorresi associata però ad una discreta varietà floristica.

Il territorio è prevalentemente destinato ad usi agricoli, seminativi, prati ed erbai con una presenza costante e significativa, specialmente in alcune aree verso nord, di filari e siepi. Questi elementi vegetali lineari, oltre ad avere un significato storico-paesaggistico, sono estremamente importanti come ecosistemi e come corridoi ecologici floro-faunistici.

Le principali specie arboree presenti sono la farnia, limitata a pochi esemplari presenti nell'area sud, nel comune di Nerviano, e di origine antropica, il carpino presente nella zona di Nerviano e nel Parco di Legnano, oltre che aceri, tigli, sambuchi, gelsi (anche se molto rari) e frassini.

Nelle aree umide si trovano pioppi, salici ed anche olmi, mentre lo strato arbustivo è formato da rovi, ligustri, noccioli, biancospini e sanguinelle.

Fra le essenze alloctone è stata rilevata una forte presenza di robinia a cui si associano spesso altre due piante infestanti: il ciliegio tardivo e la quercia rossa. Queste ultime due specie tendono a creare popolamenti monospecifici occupando, oltre allo strato arboreo, anche quello erbaceo ed arbustivo.

Per quanto riguarda invece le boschine di robinia si deve evidenziare che le stesse costituiscono attualmente l'unico rifugio per le specie autoctone nello strato erbaceo.

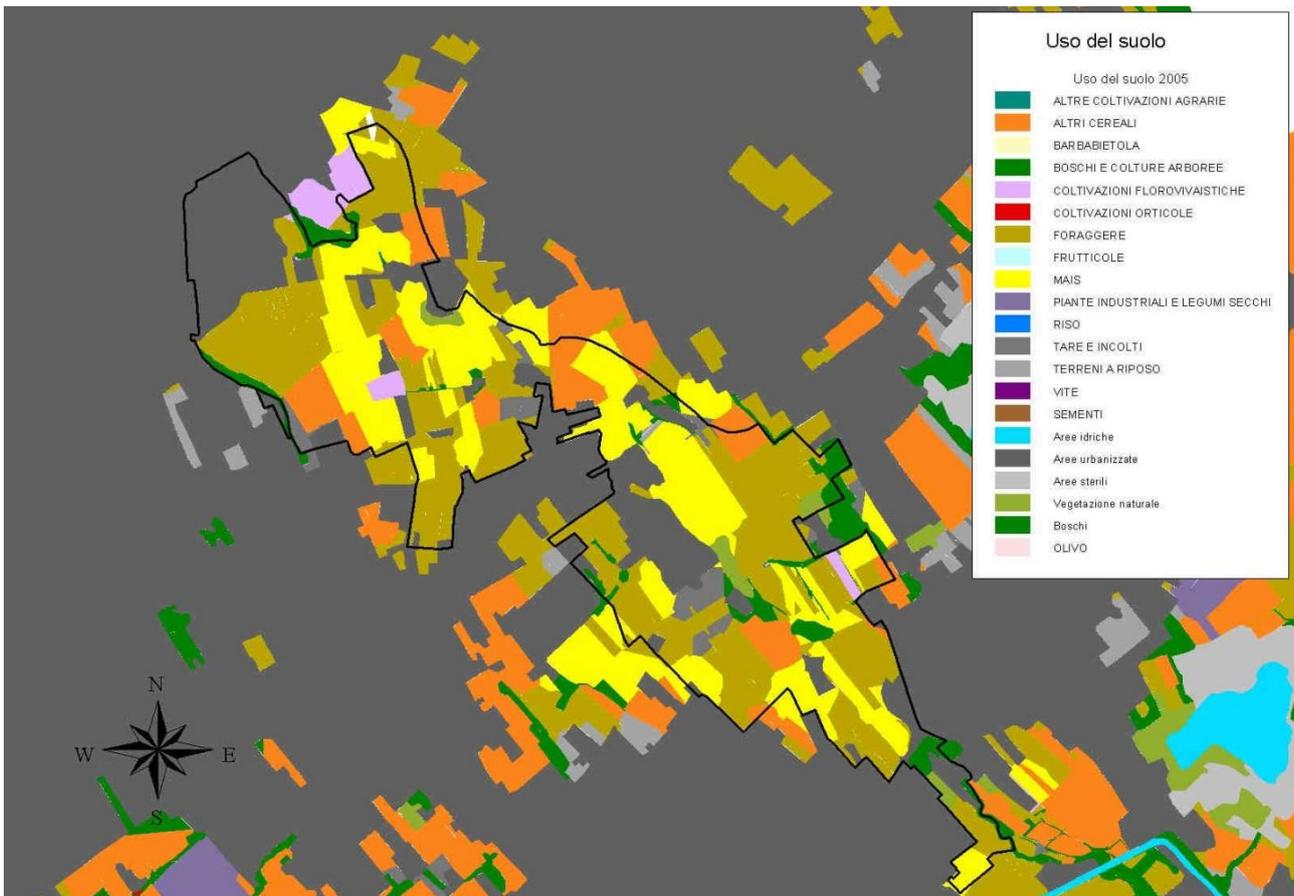


Immagine 1.2: Carta d'uso del suolo

1.4.3 Elementi del paesaggio: gli ecosistemi

Se si considera la biodiversità ad un livello di organizzazione superiore osserviamo che l'insieme degli ecosistemi presenti nel territorio del parco formano un paesaggio, o meglio un' Unità di Paesaggio (UdP).

Date le caratteristiche, questa UdP è stata definita di tipo urbano, composta quindi da tutte le aree edificate dei comuni che si sviluppano da Milano verso Legnano lungo l'asse del Sempione.

Degli ecosistemi presenti nessuno può essere considerato vicino alla situazione naturale e quindi poco alterato dall'uomo: ciò significa che il territorio ha subito una forte se non totale trasformazione che va a discapito degli ecosistemi naturali (boschi, prati, zone umide, ecc.) e a favore di quelli antropici quali campi agricoli e aree urbanizzate.

Pur in assenza di specifici studi di ecologia del paesaggio nell'area, possiamo sostenere che il Parco dei Mulini costituisce un'area strategica per il riequilibrio della stabilità paesistica che consente al paesaggio di incorporare i disturbi delle aree urbanizzate.

Secondo la rete ecologica del PTCP della provincia di Milano, il Parco dei Mulini assume un ruolo strategico in quanto costituisce il principale corridoio ecologico dei corsi d'acqua.

1.4.4 Elementi storico-architettonici

Nel parco sono presenti importantissime testimonianze storiche come il Castello di Legnano risalente, al XIII secolo, l'ex opificio Visconti di Modrone (oggi adibito a in centro residenziale) e sei mulini, ultimi a testimoniare l'antica tradizione molinatoria della zona; un tempo infatti, tra le sorgenti dell'Olonza e Nerviano, il corso del fiume era disseminato di mulini.

Fin dal Medioevo, a Legnano in particolare, prosperava l'attività molitoria: tale era il numero di mulini da far supporre che nel XV secolo questa attività costituisse, per l'intera zona, una notevole fonte economica, visto che nel 1608 si contavano sulle sponde dell'Olonza 116 mulini

Queste supposizioni sono confermate da una serie di documenti, di cui il più antico conosciuto nel quale si nomina un mulino sull'Olonza risale al 1043.

Durante lo sviluppo industriale del XIX e XX secolo i mulini vennero trasformati in attività produttive, e con l'arrivo della corrente elettrica l'attività molitoria lungo il fiume vide il suo declino.

Attualmente restano pochi mulini e da essi prende il nome una tradizionale gara di cross campestre, la Cinque Mulini: si tratta dei mulini "Cozzi" (o "Melzi" o "Salazar", il meglio conservato), "Cornaggia" lungo l'Olonza adiacente al Parco comunale del Castello di Legnano, "De Toffol", "Montoli" di San Vittore Olona, "Galletto" di Canegrate ed un altro a valle di Nerviano.

L'unico con le macine ancora in efficienza, utilizzate più che altro per tritare foraggio per bestiame è il mulino annesso alla fattoria agricola Meraviglia nel territorio di San Vittore Olona, che è certamente il più antico tra i rimasti poiché risalirebbe al XIV secolo.

A valle di San Vittore Olona ne rimangono pochi altri, come i mulini "Rancilio" (o "Mulino del Miglio"), "Gajo-Lampugnani" e "Bert", tutti a Parabiago.

Per secoli hanno scandito la vita lungo il fiume Olona, come strumenti per trasformare l'energia idraulica in energia meccanica, sia per macinare le granaglie che per azionare altre macchine, nell'industria tessile e conciaria.

I mulini ad acqua sono considerati come bene culturale e in tutta Italia sono oggetto di studio e di valorizzazione, anche turistica; meritano approfondimento e dibattito non solo i fabbricati destinati alla macinazione dei cereali, ma tutti quei manufatti accomunati dall'utilizzo dell'acqua come forza motrice, ad esempio i canali di adduzione e di scarico dell'acqua, le macine di pietra.

Importanti anche i fattori di inserimento nel paesaggio circostante come, innanzitutto, il rapporto con i corsi d'acqua e, pertanto, lo stato di conservazione di sistemi e apparati tecnico-meccanici che ne regolavano il funzionamento.

Occorre ricordare il loro indispensabile ruolo socio-economico, gli aspetti idraulici e idrogeologici, ingegneristici, tecnologici, anche allo scopo di farli conoscere al più ampio pubblico e di indirizzare gli Amministratori a svolgere un'opera di informazione-educazione e, nei casi dove sia possibile, di recuperarli a scopi culturali e didattici.



Immagine 1.3: Castello Visconteo di Legnano



Immagine 1.4: Mulino Melzi in S. Vittore Olona



Immagine 1.5: Mulino Meraviglia



Immagine 1.6: Mulino Montoli in Canegrate



Immagine 1.6: Mulino Star Quà in Nerviano

LEGNANO	S. VITTORE OLONA	CANEGRATE	PARABIAGO	NERVIANO
Cornaggia	Melzi (o Cozzi)	Montoli	Rancilio	Star quà
Bianchi	Meraviglia	Galletto	Corvini	Lombardi
	De Toffol	Giulini	Moroni	Arese
	Agrati	Bersoldo	Gajo-Lampugnani	
	Moriggia			

Tabella 1.2: Elenco delle testimonianze, tra memorie e rovine, di mulini all'interno del parco

Non mancano nemmeno esempi di architettura industriale: a partire dagli anni '60-'70, infatti, l'industria, specialmente quella tessile, entrò in una crisi irreversibile e da allora a oggi, progressivamente, la maggior parte delle fabbriche ha chiuso, lasciando in Valle Olona un imponente patrimonio di archeologia industriale come il Cotonificio Cantoni di Castellanza, che nel 1991 è stato adibito a sede dell'università Carlo Cattaneo o, anche se di dimensioni notevolmente ridotte, la ciminiera ex Visconti.



Immagine 1.7: cotonificio Cantoni in Nerviano

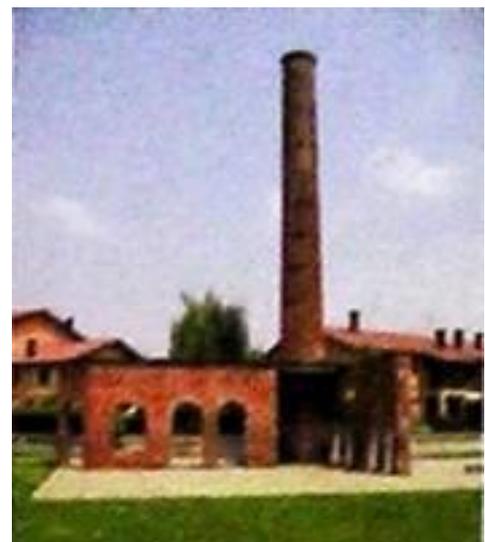


Immagine 1.8: ciminiera Visconti in S. Vittore Olona

1.5 Vivere il parco

1.5.1 Eventi

1.5.1.1 La campestre dei Cinque Mulini

La Cinque Mulini è una corsa campestre che si svolge tra i comuni di San Vittore Olona e Canegrate, organizzata per la prima volta nel 1933, il cui nome deriva dal fatto che il percorso si snoda attraverso le zone rurali intorno all'Olona toccando i mulini ancora presenti lungo il fiume, anche se questi rientrarono ufficialmente nel percorso della gara solamente nel 1937, anno in cui fu allungato di 12 Km fino a passarci attraverso.

Nei suoi 78 anni di storia la Cinque Mulini non ha mai subito interruzioni, nemmeno durante la Seconda Guerra Mondiale, periodo in cui tutte le attività sportive in Italia subiscono un drastico ridimensionamento, restando così l'unica manifestazione sportiva che resiste al conflitto.

Nel 1946 la FIDAL (Federazione Italiana di Atletica Leggera) consentì, per la prima volta alla Cinque Mulini, la presenza di stranieri, limitata ad alcuni atleti svizzeri e nel 1952 la diventa ufficialmente internazionale; l'anno successivo iniziò una grande serie di vittorie di atleti stranieri: il 21 febbraio 1953 Hamed Labidi, tunisino, diventa il primo vincitore straniero della Cinque Mulini.

Dal 1960 la Cinque Mulini ha anche una gara riservata agli atleti juniores e, negli anni '70, conosce un periodo di grande splendore con il debutto della gara femminile e la partecipazione di primatisti mondiali e campioni olimpici.

Dopo aver festeggiato il suo cinquantenario con la partecipazione di atleti di ben 12 nazioni diverse, a Cinque Mulini viene inserita nel nascente World Cross Challenge, il circuito internazionale della IAAF (*International Association of Athletics Federations*) che raggruppa le più importanti gare di cross del mondo.

Nel 2000 il percorso viene ridisegnato: partenza dallo "Stadio del Cross" per poi attraversare i campi e infilarsi nei due mulini che hanno fatto storia, il Cozzi e il Meraviglia. La gara è stata così riportata nel suo ambiente originario, i campi.

Ma il percorso è destinato ad essere ulteriormente modificato a causa della crescente urbanizzazione della zona; così nel 2010, per la settantottesima edizione, la Cinque Mulini cambia completamente percorso e ne propone uno del tutto nuovo: il tracciato si allontana dallo "Stadio del Cross", ormai costretto fra il cemento, per avvicinarsi ai mulini, e non solo ai tradizionali Cozzi e Meraviglia, ma anche agli altri tre che hanno fatto la storia della prova, il De Toffol, Montoli e Galletto.

La particolare conformazione del "Vallo", così si chiamano i campi a ridosso dei mulini, è tale da offrire agli spettatori delle tribune naturali dalle quali osservare tutte le fasi salienti della competizione.

Per la ottantesima edizione della Cinque Mulini sono previste, oltre alle classiche gare agonistiche maschili, femminili e juniores, competizioni riservate a studenti delle scuole secondarie di primo e di secondo grado e ad atleti diversamente abili che si correranno in Marzo 2012 e un'edizione notturna che si terrà in Luglio 2012.

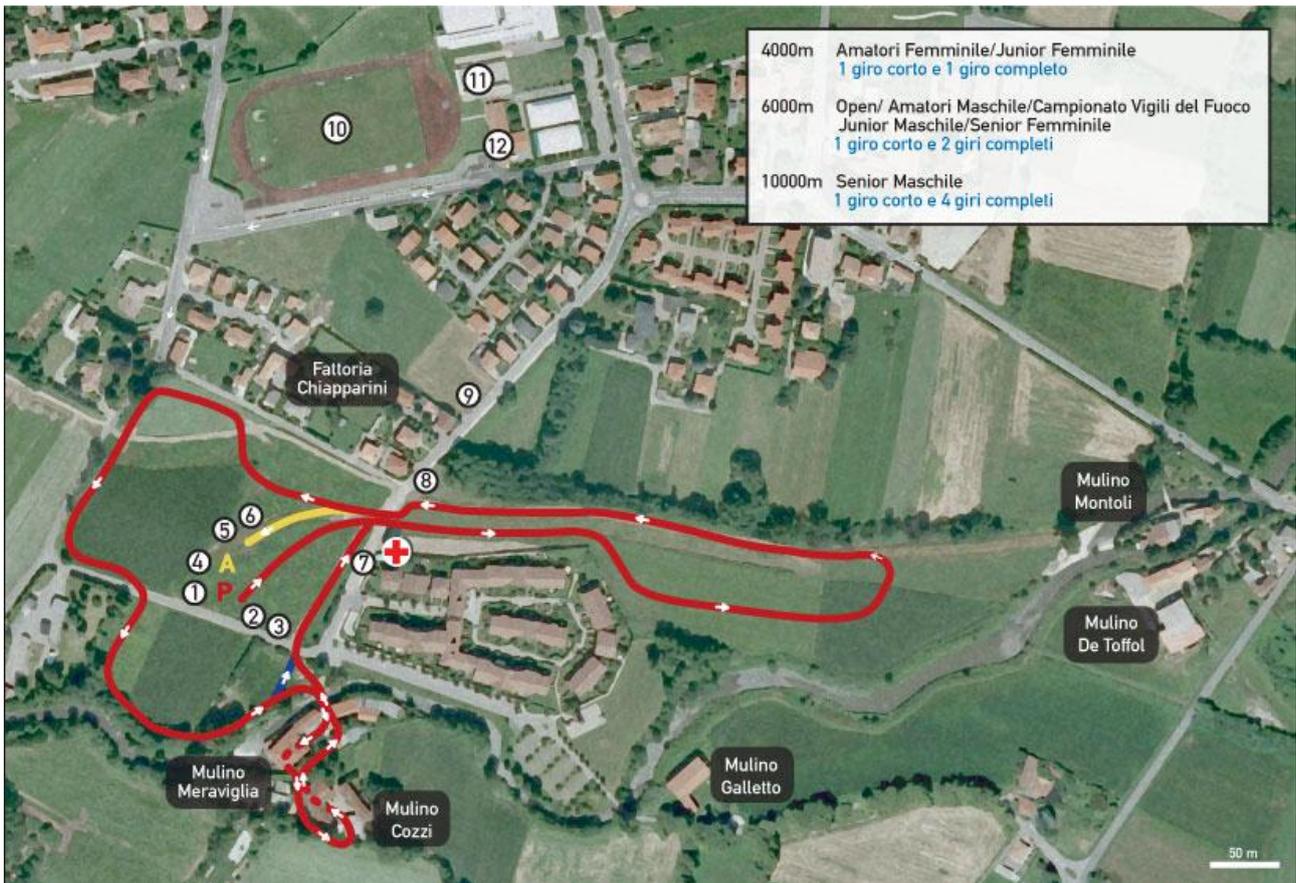


Immagine 1.9: percorso della campestre dei Cinque Mulini 2011



Immagine 1.10: passaggio per il Mulino Meraviglia



Immagine 1.11: passaggio per il Mulino Melzi

1.5.1.2 Il Palio di Legnano

Il Palio di Legnano è una manifestazione che si svolge ogni anno nell'ultima domenica di maggio per commemorare la vittoriosa Battaglia di Legnano, combattuta il 29 maggio 1176 dagli eserciti della Lega Lombarda contro l'imperatore di Germania, Federico Barbarossa.

Le commemorazioni più antiche della battaglia di Legnano risalgono al 1393 e si svolsero a Milano nella Basilica di San Simpliciano, mentre il Palio, nella sua versione attuale, venne disputato per la prima volta il 26 maggio 1935.

La manifestazione fu interrotta dopo l'edizione del 1939 per le vicende belliche e fu ripresa solo nel 1952 per iniziativa dell'associazione "Famiglia Legnanese" e del Comune di Legnano, diventando la manifestazione più importante della Sagra del Carroccio.

Prima del Palio si tiene per le strade una sfilata storica formata da più di 1.200 figuranti in costumi medievali, i cui abiti, scudi e attrezzature rispecchiano scrupolosamente quelli del XII secolo.

Il momento culminante del palio è la corsa ippica che si manifesta la domenica e alla quale partecipano le 8 contrade in cui è stato simbolicamente diviso il territorio della città: Flora, San Bernardino, San Martino, San Domenico, San Magno, Sant'Ambrogio, Legnarello, Sant'Erasmo.

Si corre su manto sabbioso ed è composto da due batterie eliminatorie di quattro giri dell'anello, a cui partecipano quattro contrade ciascuna, e da una finale di cinque giri tra le prime due classificate delle batterie precedenti.

La contrada vincitrice del Palio ha diritto a conservare nella propria chiesa, fino all'anno successivo, la Croce di Ariberto da Intimiano, che è una scultura in gesso del 1935 opera dello scultore legnanese Gersam Turri, che riproduce fedelmente la croce originale.



Immagine 1.12: la sfilata per la città



Immagine 1.13: la corsa ippica

1.5.2 Attività motorie

1.5.2.1 I percorsi ciclo-pedonali

I Comuni di Arconate, Bernate Ticino, Buscate, Busto Garolfo, Canegrate, Casorezzo, Castano Primo, Cerro Maggiore, Cuggiono, Legnano, Nerviano, Nosate, Parabiago, Rescaldina, San Giorgio su Legnano, San Vittore Olona, Turbigo, Vanzaghella e Villa Cortese, nel mese di aprile 2009, hanno sottoscritto il Protocollo d'Intesa “ *Rete integrata di percorsi ciclabili nei comuni dell'Alto Milanese* ”, con il quale si impegnano ad assumere la proposta progettuale di una rete integrata di percorsi ciclabili nell'area dell'Alto Milanese, quale strumento di indirizzo negli atti di pianificazione.

Il Protocollo si pone il duplice obiettivo di valorizzare le risorse per la mobilità ciclabile già esistenti nella zona e completare i tratti mancanti della rete ciclabile portante consentendo un potenziamento funzionale di livello strategico per la mobilità in questa zona.

La decisione parte dalla presa d'atto della necessità di mobilità all'interno del territorio urbanizzato: il superamento di situazioni di congestione e di elevati tassi di inquinamento determinati dagli spostamenti quotidiani può essere infatti attuato solo attraverso un ripensamento della mobilità in termini di integrazione dei diversi sistemi di trasporto collettivo ed individuale.

In questo quadro, attuare una mobilità sostenibile significa fornire risposte adeguate secondo il tipo di spostamento richiesto all'interno del territorio.

Per questi motivi la Conferenza dei Sindaci, all'interno del più complessivo piano “*MiBici*” della Provincia di Milano, ha promosso l'elaborazione di un progetto di rete ciclabile integrata sull'area dei comuni dell'Alto Milanese, con l'intento di creare i presupposti per avviare un cambiamento, culturale prima e nelle abitudini poi, che consenta ad una fascia ampia di popolazione di passare dall'uso sporadico della bicicletta ad una mobilità ciclistica quotidiana.

La mobilità ciclistica può rispondere, infatti, all'esigenza di un trasporto quotidiano di corto raggio, rivolto agli spostamenti casa-scuola-lavoro, ma anche integrarsi in maniera efficace con il sistema di trasporti pubblici: l'Alto Milanese, infatti, è caratterizzato da un territorio pianeggiante attraversato da due linee ferroviarie ad alta frequenza, e ben si presta a questa modalità di trasporto. Se si considera un raggio di percorrenza di massimo 5 km dalle stazioni ferroviarie, quasi la totalità del territorio può essere coperto in questo modo; è quindi possibile immaginare una rete che integri bicicletta e treno per gli spostamenti di medio raggio o verso Milano.

Questa rete deve prevedere però una serie di servizi attorno e nelle stazioni relativi all'accessibilità, ai parcheggi custoditi, alla manutenzione della bicicletta.

Inoltre, le caratteristiche dei territori interessati e la loro posizione strategica anche in previsione di Expo 2015, consentiranno uno sviluppo anche della ciclabilità di tipo turistico ed escursionistico.

Per il Parco dei Mulini, in particolare, è in corso di progettazione una pista ciclabile già finanziata dalla Regione Lombardia che collegherà il parco urbano del Castello di Legnano a Nerviano, ma già ora si trova al centro di un sistema di greenways ed è quindi visitabile in bicicletta; è infatti possibile attraversare il Parco su strade sterrate o asfaltate idonee ai ciclisti (*vedi Tavola 2*) e si collega ad altri due itinerari:

-la ciclabile lungo il canale Villaresi, che si sviluppa secondo un asse est-ovest collegando la pista ciclabile del Parco delle Groane a quella della Valle del Ticino, permette di attraversare interessanti pezzi di campagna lombarda.

Questo pista è quasi esclusivamente sterrata ed è caratterizzata dalla presenza di un robusto steccato in legno che funge da protezione verso il canale. (Vedi Tavola 3)

-la ciclabile della Valle Olona, che si sviluppa secondo un asse nord-sud, ha inizio nei pressi delle stazione Ferroviaria di Castellanza e termina, per ora, a Vedano Olona ma un ambizioso progetto prevede la continuazione in futuro sino a Mendrisio.

Lungo la pedalata si attraversano zone di archeologia industriale, zone di rilievo naturale nelle anse prodotte dal fiume, nonché siti assolutamente rilevanti da un punto di vista storico culturale quale il Monastero di Torba o il centro storico medioevale di Castiglione Olona. (Vedi Tavola 4)

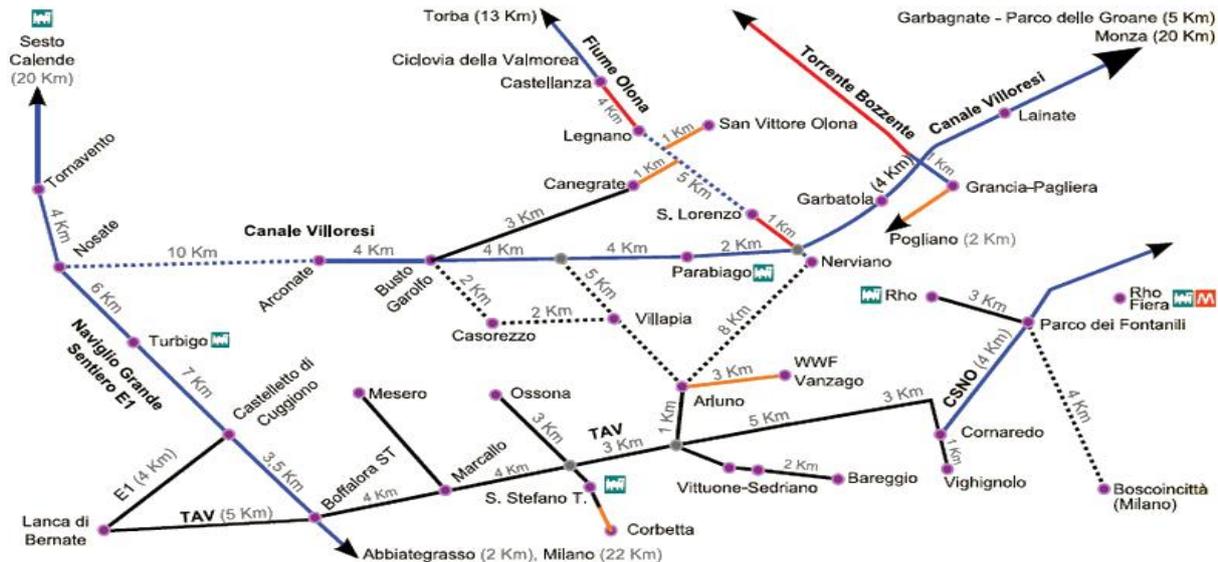


Immagine 1.14: itinerari ciclabili

1.5.2.2 Altre attività motorie

All'interno del Parco è possibile praticare jogging, oltre che lungo il tracciato della famosa Cinque Mulini, presso il Parco Castello di Legnano dove, collegati tra loro, ci sono sentieri che danno la possibilità di scegliere percorsi di diverse lunghezze, il più lungo dei quali è di 1.920 m.

Inoltre, è stato recentemente installato un "time point", cioè un sistema che, utilizzando un chip da legare alla stringa delle scarpe, rileva su un tabellone luminoso i tempi.

Sempre all'interno del Parco Castello, è presente un percorso benessere, una pista di pattinaggio, un half-pipe con annesso skatepark e un campo di bocce.

1.5.3 Attività didattiche

Numerose sono anche le iniziative organizzate dall'Ecomuseo per "l'educazione al paesaggio", le quali non sono rivolte solo ai ragazzi delle scuole, che rimangono comunque i soggetti principali di questa azione, ma, data l'importanza dei valori e coerentemente agli obiettivi dell'Ecomuseo, dovrebbe raggiungere anche gli adulti.

Per questo motivo i progetti educativi realizzati con i più giovani vengono estesi anche ai genitori, ai nonni, agli anziani della casa di riposo di Parabiago e a tante altre figure,

cercando di coinvolgere più popolazione possibile, sensibilizzandola e instaurando un “forum di discussione”.

Conoscere il paesaggio e di conseguenza agire in modo corretto, rispettarlo e conservarlo, trasmettere questi valori alle generazioni future e coinvolgere diverse generazioni sono le finalità principali di queste iniziative.

Il programma formativo 2011/2012 prevede diversi percorsi didattici ed eventi: dall’“Itinerario Virgiliano”, dove vengono studiate le trasformazioni del paesaggio nel corso della storia e sperimentato l’uso della groma, agli incontri sull’alimentazione e la conoscenza dei prodotti della terra dove viene sperimentato l’utilizzo di attrezzi agricoli per piantumare alberi, dalla visita delle biodiversità del Parco dei Mulini, alle iniziative di ripopolamento della fauna ittica mediante immissione di pesci nel Fiume Olona e nel Canale Villorosi.



Immagine 1.15: visita alle biodiversità del parco



Immagine 1.16: immissione di pesci nell'Olona

2. IL FIUME OLONA

2.1 Geografia

Il fiume Olona nasce alla Rasa in Val di Brinzio, nelle Prealpi del varesotto, a quota 548 metri sul livello del mare; il suo corso ha una lunghezza totale di circa 71 km con una caduta di m 435, una pendenza media del 6 per mille, una larghezza media di 10 metri circa, una portata di magra compresa tra i 17 e 20 moduli.

Il bacino idrografico dell'Olona ha un'estensione complessiva, compresi i suoi affluenti, di circa 475 km² ed è caratterizzato da due zone distinte: la prima è prettamente montana e termina in località ponte di Gurone in Malnate con una superficie di 105 km² circa, di cui la parte occidentale è prevalentemente industrializzata rispetto a quella orientale dove prevalgono terreni boschivi e di cui i principali affluenti sono i torrenti Bevera, Anza, Vellone, Selvagna, Quadronna; la seconda, quella che interessa il PLIS dei Mulini, è pianeggiante ed alterna zone densamente urbanizzate ed agricole, di cui i principali affluenti sono i torrenti Bozzente e Lura.

Solcata la Valle Olona e attraversata l'alta pianura milanese, giunge a Rho, dove versa parte delle sue acque e le sue piene nel Canale Scolmatore di Nord Ovest, regolatore delle piene del Seveso. Passata Pero, l'Olona entra infine a Milano, dove, al termine del suo percorso sotterraneo, confluisce nel Lambro Meridionale, in località San Cristoforo.

I terreni irrigati dal fiume sono di natura alluvionale, quindi prevalenza di sabbia e ghiaia e, negli strati superficiali, di argilla.

La stratigrafia può essere pertanto così riassunta:

- uno strato superficiale, pari a circa 2 metri è costituito da argilla limosa, di spessore più impermeabile e compatto rispetto agli strati sottostanti;
- a seguire e fino alla profondità di circa 20 metri dal piano di campagna, uno strato di ghiaia con sabbia a matrice, dapprima, limoso-argillosa e di seguito a matrice limoso-sabbiosa;
- oltre la profondità di 20 metri uno strato costituito da sabbia e ghiaia.

Pertanto questi terreni presentano elevata permeabilità, buon drenaggio, moderata capacità protettiva per le acque presenti nel sottosuolo.

2.2 Storia

I ritrovamenti più antichi scoperti nelle zone intorno al fiume Olona sono dell'Età del bronzo (XIII secolo a.C.) e sono riconducibili alla cultura di Canegrate: furono scoperte 50 tombe con ritrovamenti databili fino all'Età del Ferro.

Successivamente, le sue sponde furono oggetto di un'intensa colonizzazione romana, con le terre del Rhodense e del Legnanese centuriate e coltivate usando le acque del fiume per irrigarle. Già nel Tardo Impero, Castel Seprio aumentava la sua importanza estendendo la sua influenza su un vasto territorio e diventando successivamente caposaldo longobardo e capoluogo del Contado del Seprio.

Nel XIII secolo fu roccaforte del Comune di Milano e vi si alternarono Torriani e Visconti per contendersi il predominio della città. Il corso dell'Olona era fondamentale già dall'XI

secolo come preziosa fonte di vettovagliamento grazie ai suoi mulini, mentre il controllo del Seprio era la chiave d'apertura dell'intera Valle Olona.

I Visconti, una volta sconfitti i Torriani nella battaglia di Desio nel 1286, nel 1287 conquistarono Castel Seprio e ne imposero la distruzione.

Entrate a far parte del Ducato di Milano e già da secoli protette da una formidabile catena di fortezze e castelli, le sponde dell'Olona accrebbero il suo sviluppo: si moltiplicarono i mulini, dall'alto corso fino alle porte della città, e accanto all'attività molitoria si imposero insediamenti di tipo preindustriale come magli, folle, attorcitoi, concherie, segherie per il legno e per la pietra, mentre restava ancora rilevante l'apporto all'irrigazione.

Un uso così intensivo delle acque richiese, da parte del Ducato, l'emanazione di apposite norme, gli "Statuti delle acque": ciò avvenne la prima volta nel 1346 e successivamente nel 1396.

Vennero così regolamentate l'irrigazione e le derivazioni in modo tale che tutte le acque defluissero normalmente a Milano; a garanzia di ciò, veniva nominato annualmente un "Ufficiale forastero giurisperito", assistito da una vera e propria burocrazia responsabile delle acque e delle strade dello Stato. Il sistema così concepito favoriva il continuo scambio di merci di diversa natura tra città e campagna, gettando le basi di un'economia metropolitana integrata, alla base della prosperità della nazione milanese, creando altresì per l'intero comprensorio dell'Olona i presupposti per diventare un grande complesso industriale, che sopravvive ancora ai giorni nostri.

Nel 1608 i mulini sull'Olona erano già 166, con 463 rodigini (prese di forza) e nel 1610 cambiarono le disposizioni per la gestione: si costituì un consorzio fra gli utilizzatori, sotto la sorveglianza di un membro del Senato cittadino, che controllava l'uso delle acque.

Si trattava di una gestione privatistica che proseguirà fino al 1921 quando le acque del fiume verranno restituite al demanio pubblico; il Consorzio, che ha sede a Castellanza, sopravvive ancora mantenendone il controllo.

Dopo quell'epoca, le attività si diversificarono ulteriormente, con l'introduzione di filande per la seta, dato che nel territorio si era diffusa la coltura del gelso o del cotone.

A metà del XIX secolo, le ruote vennero sostituite dalle turbine idrauliche in grado di ottimizzare lo sfruttamento della corrente, poi subentrarono il vapore e l'elettricità e le industrie si allargarono dalla valle alla pianura circostante, dando vita a uno straordinario bacino industriale compreso tra Legnano, Busto Arsizio, Parabiago e Rho.

Ancora oggi, nei sedici comuni che si affacciano sulla Valle Olona, si contano circa 2600 unità produttive tra artigianali e industriali.

Un'enorme crisi ambientale iniziò quando cessò lo sfruttamento della forza idraulica del fiume e l'Olona divenne un facile sversatoio dei residui e dei liquami derivati dalle diverse produzioni, in particolare tessili, conciarie e cartarie.

Nel periodo di massimo tasso di inquinamento, le acque dell'Olona apparivano colorate dagli scarichi delle tintorie e con una spessa schiuma bianca sulla superficie, ed il colore mutava giornalmente a seconda delle industrie che vi scaricavano.

Ancora oggi raccoglie scarichi civili ed industriali malgrado già dagli anni ottanta sia in atto un'azione di bonifica con la costruzione di depuratori.

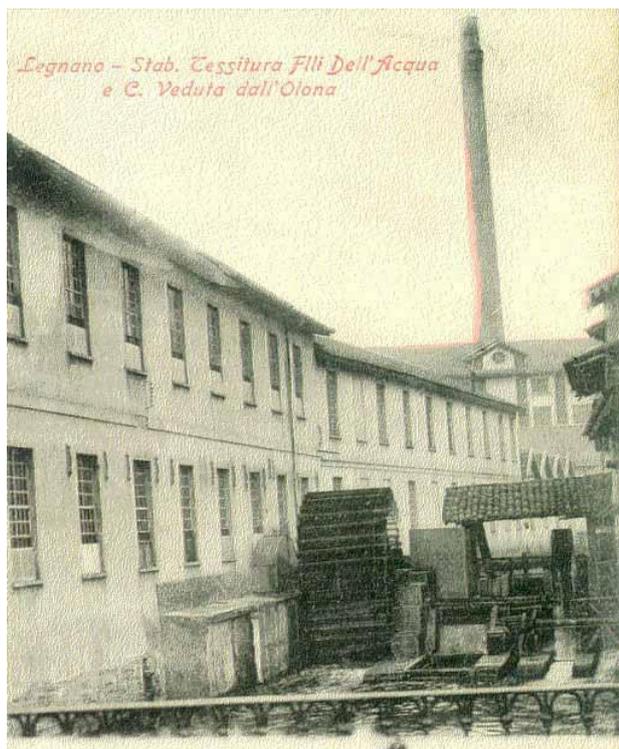


Immagine 2.1: il cotonificio Dell'Acqua

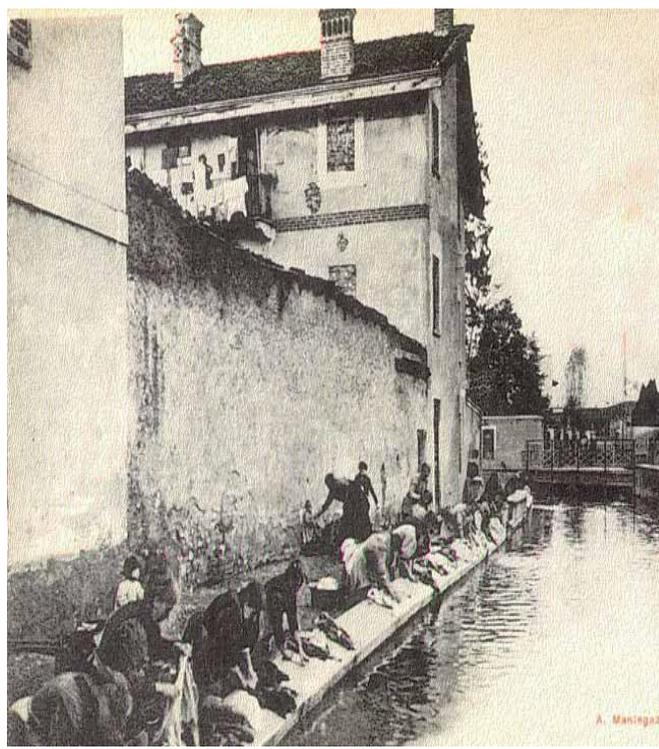


Immagine 2.2: lavatoio sull' Olona a Legnano (1903)

2.3 Normativa per la tutela

2.3.1 L'approccio europeo

Il quadro normativo del nostro Paese in materia di acque si è dimostrato nel passato del tutto inadeguato.

È solo con la direttiva del 23 ottobre 2000 del Parlamento Europeo che avviene l'importante cambio di tendenza che antepone la tutela del fiume e del suo bacino alla visione antropocentrica del passato.

La Direttiva si pone gli "obiettivi ambientali" di protezione, miglioramento e ripristino dei corpi idrici superficiali e delle acque sotterranee al fine di raggiungere un buono stato delle acque entro il 2015, fissa obiettivi di qualità per ogni corpo idrico e prevede che, qualora tali obiettivi non siano ancora stati raggiunti, se ne debbano comprendere le cause, nonché ipotizzare e pianificare le soluzioni che ne consentano il raggiungimento, facendo ricorso a tutti gli strumenti disponibili e coinvolgendo i diversi portatori d'interesse.

La normativa, che entra in vigore il 22 dicembre 2000 ed istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, si sviluppa nei seguenti punti:

- Scopo: organizzare la gestione delle acque superficiali e sotterranee, di transizione e costiere per prevenirne e ridurre l'inquinamento, promuoverne l'utilizzo sostenibile, proteggere l'ambiente, migliorare le condizioni degli ecosistemi acquatici e mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità;

- Individuazione e analisi delle acque: gli Stati membri sono tenuti a individuare tutti i bacini idrografici presenti nel loro territorio e ad assegnarli a singoli distretti idrografici per i quali deve essere designata un'autorità competente entro il 22 dicembre 2003.

Entro quattro anni dall'entrata in vigore della direttiva gli Stati membri sono tenuti a provvedere affinché, per ciascun distretto idrografico, siano effettuati l'analisi delle caratteristiche del distretto, l'esame dell'impatto delle attività umane sulle acque e l'analisi economica dell'utilizzo idrico e si compili un registro delle aree alle quali è stata attribuita una protezione speciale;

- Misure di gestione e di protezione: entro nove anni dall'entrata in vigore della direttiva, per ciascun distretto idrografico, devono essere predisposti un piano di gestione e un programma di misure che tengano conto dei risultati delle analisi e degli studi effettuati.

Le misure previste nel piano di gestione del distretto idrografico mirano a impedire il deterioramento, migliorare e ripristinare le condizioni dei corpi idrici superficiali, fare in modo che raggiungano un buono stato chimico ed ecologico e ridurre l'inquinamento dovuto agli scarichi e alle emissioni di sostanze pericolose, proteggere, migliorare e ripristinare le condizioni delle acque sotterranee, evitarne l'inquinamento e il deterioramento, garantire un equilibrio fra l'estrazione e il ravvenamento e, infine, preservare le aree protette.

Questi obiettivi devono essere conseguiti entro quindici anni dall'entrata in vigore della direttiva, data che può essere però rinviata o resa meno vincolante, fermo restando il rispetto delle condizioni stabilite dalla direttiva.

Gli Stati membri promuovono la partecipazione attiva di tutte le parti interessate all'attuazione della direttiva, in particolare per quanto concerne i piani di gestione dei distretti idrografici.

A partire dal 2010 gli Stati membri devono provvedere affinché le politiche dei prezzi dell'acqua incentivino adeguatamente i consumatori a usare le risorse idriche in modo efficiente e affinché i vari settori di impiego dell'acqua contribuiscano al recupero dei costi dei servizi idrici, compresi i costi per l'ambiente e le risorse.

Essi inoltre devono stabilire sanzioni efficaci, proporzionate e dissuasive in caso di violazione della direttiva quadro;

-Disposizioni amministrative: entro dodici anni dalla data dell'entrata in vigore della direttiva, e successivamente ogni sei anni, la Commissione pubblica una relazione sulla sua attuazione. Al momento opportuno, la Commissione convoca una conferenza delle parti interessate alla politica comunitaria in materia di acque alla quale partecipano gli Stati membri, i rappresentanti delle autorità competenti del Parlamento europeo, delle ONG, delle parti sociali e dei soggetti economici, dei consumatori e del mondo accademico e scientifico.

2.3.2 Il recepimento della direttiva europea in Italia

La normativa italiana dimostra di aver recepito la direttiva comunitaria 2000/06 e sostituisce il Decreto Legislativo 152/1999 e il 258/2000 con il Decreto Legislativo 152/2006, introducendo quindi un testo unico per tutte le normative precedenti, il cui contenuto si basa su una politica di tutela delle acque integrando gli aspetti qualitativi con quelli quantitativi.

Il suo strumento cardine sono i "Piani di Tutela delle Acque" (PTUA) che devono essere predisposti dalle Regioni.

In questo contesto normativo si inserisce il "Contratto di fiume" (L.R. 26/2003) come strumento di programmazione negoziata per la promozione della *"concertazione e l'integrazione delle politiche a livello di bacino e sottobacino idrografico"*, con la

partecipazione dei soggetti pubblici e privati, per la tutela e la valorizzazione delle risorse idriche e degli ambienti connessi e la salvaguardia del rischio idraulico. In particolare, un allegato di questo documento stilato dalla Regione Lombardia verrà utilizzato in seguito per lo studio delle misure di portata del fiume Olona.

2.4 Le potenzialità del fiume Olona

2.4.1 Irrigazione

Storicamente il fiume Olona assolveva il compito di gestire gli antichi diritti irrigui. L'irrigazione interessa, oggi, circa 500 ettari, i quali si trovano per la maggior parte in provincia di Milano nei comuni di Legnano, San Vittore Olona, Canegrate, Parabiago, Nerviano, Vanzago, Pogliano Milanese, Pregnana Milanese, Rho e Cornaredo.

L'irrigazione dei fondi agricoli, che ha andamento stagionale (inizia il 25 di marzo e si chiude l'8 settembre di ogni anno), viene effettuata attraverso una bocca di presa che, progettata per garantire un volume di acqua costante, convoglia le acque prima dal fiume ai canali principali per farla giungere, in un secondo momento e attraverso una rete secondaria di canali chiamati "adacquatori", ai singoli appezzamenti di terreno.

La gestione delle prese irrigue (24 nella sola Provincia di Milano) e la regolamentazione del flusso di acqua tra fiume e campi è affidata al Consorzio.

2.4.2 Energia idraulica

Coerentemente agli obiettivi individuati dal Contratto di Fiume e alle finalità assunte dal proprio Statuto che, oltre alle funzioni irrigue contempla lo sfruttamento della forza motrice, il Consorzio del Fiume Olona intende spronare e valutare la possibilità di ripristinare tutte quelle forme di sfruttamento della corrente fluviale come fonti energetiche alternative.

Tale interesse impone una particolare attenzione, in modo da conciliare la produzione energetica con le funzionalità ambientali e paesaggistiche del corso d'acqua, al fine di creare occasioni per riqualificare contesti che ad oggi presentano notevoli criticità: ad esempio dovrà essere data particolare attenzione alla localizzazione delle strutture al fine di non creare impatti diretti sull'alveo fluviale, creando interruzioni o modificazioni al suo percorso.

A tal proposito verranno considerate le vecchie concessioni per lo sfruttamento della forza motrice che erano relative a mulini e a canali di derivazione e le scelte localizzative e progettuali dovranno considerare i cambiamenti che nel tempo si sono verificati in termini di antropizzazione, di usi dell'acqua e di modificazione delle derivazioni.

2.5 I progetti di Riquilificazione Fluviale

Il Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale (CIRF) definisce il concetto di riquilificazione fluviale come *"l'insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche, di tipo anche molto diverso (dal giuridico-amministrativo-finanziario, allo strutturale), volte a portare un corso d'acqua, con il territorio ad esso più strettamente connesso, in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche e dotato di maggior valore ambientale, cercando di soddisfare nel contempo anche gli obiettivi socio-economici"*.

Un'azione relativa ad un corpo idrico, quindi, si può definire di riqualificazione fluviale solo se ha come obiettivo il miglioramento dello stato ecologico; non si tratta pertanto di realizzare piste ciclabili lungo l'alveo, che è un'azione che soddisfa l'obiettivo "fruizione" e che spesso riduce sensibilmente il valore dello stato ecologico, né di ripulire i fiumi da vegetazione o sedimenti, azioni cioè finalizzate al conseguimento dell'obiettivo "riduzione del rischio idraulico".

La riqualificazione fluviale non va confusa con l'ingegneria naturalistica, che costituisce una classe alternativa di tecniche di intervento (generalmente di stabilizzazione dell'alveo o delle sponde) che, a seconda dell'obiettivo per cui vengono utilizzate, a volte possono essere utili per riqualificare a volte, al contrario, possono peggiorare lo stato ecologico dei corsi d'acqua.

2.5.1 L'argine Verde

L'Olona, dal punto di vista dell'assetto d'alveo, si presenta oggi come un corso d'acqua artificiale, in genere canalizzato e comunque ricco di manufatti che costituiscono grossi ostacoli al deflusso della corrente, specie in condizioni di piena; sono ormai molto ridotti i tratti in cui il fiume è libero di divagare.

Per questo motivo, i Comuni all'interno del PLIS dei Mulini, puntano alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, attraverso interventi di rinaturalizzazione delle sponde e miglioramento delle componenti vegetazionali da attuarsi soprattutto all'esterno del centro urbano, dove gli argini sono confinanti con zone agricole.

Si tratta di aree molto vulnerabili che possono giocare un ruolo rilevante nel riequilibrio ambientale del territorio, proprio per il potenziale ecologico che sono in grado di offrire e vengono classificate come aree a vegetazione spontanea; in esse non è ammessa alcuna attività di trasformazione morfologica ed è prioritaria la conservazione e la ricomposizione di un ambiente naturale al fine di assicurare il mantenimento e il ripristino di un corridoio ecologico continuo.

Il primo Comune a muoversi in questa direzione è quello di Nerviano, con una proposta di riqualificazione fluviale mediante la sperimentazione di tipologie di intervento sugli argini con tecniche di ingegneria naturalistica ed elaborazione di modelli progettuali "tipo" da applicare su corsi d'acqua del reticolo principale a scala territoriale.



*Immagine 2.3:
esempio di
intervento
sulle sponde
del fiume a
Nerviano*

2.5.2 Fitodepurazione

La fitodepurazione è una moderna tecnologia che usa la capacità depurativa degli ecosistemi naturali per trattare liquami provenienti da depuratori convenzionali, da fognature o dal dilavamento dei campi senza l'utilizzo di mezzi meccanici.

È quindi un valido strumento di riqualificazione del territorio che permette elevati rendimenti depurativi, un miglior inserimento ambientale, la creazione di habitat umidi, la possibilità di fruizione e didattica ambientale e può essere collocato anche vicino alle zone abitate.

Attualmente sono in fase di studio due progetti per la realizzazione di impianti che utilizzano queste tecnologia lungo il fiume Olona, collocati nei comuni di Gorla Maggiore e Parabiago.

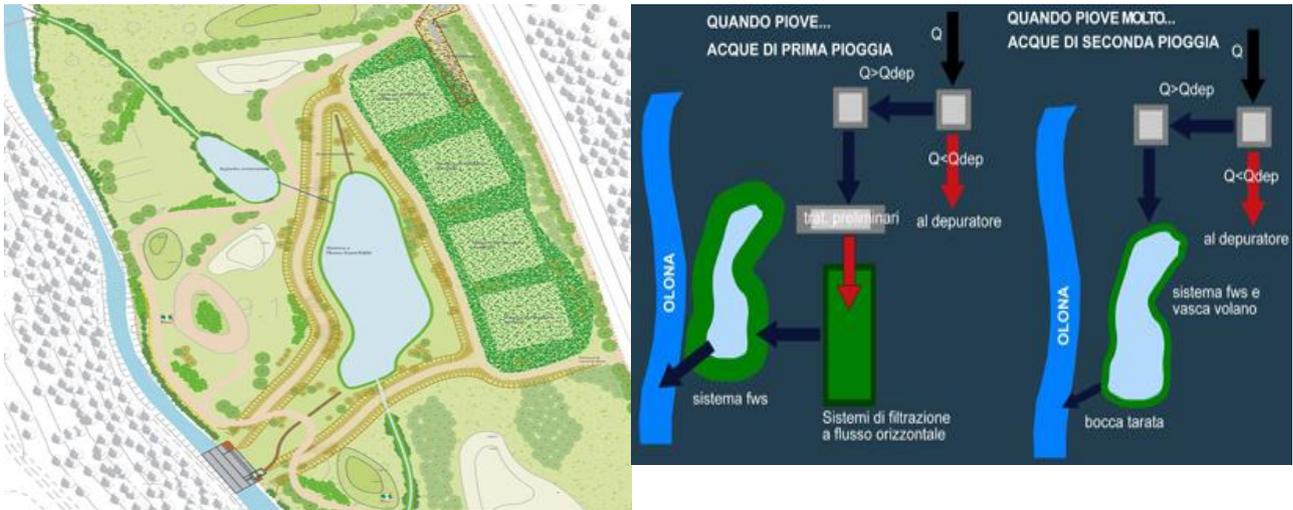


Immagine 2.4 e Immagine 2.5: progetto dell'impianto di fitodepurazione in Gorla Maggiore

2.5.3 Ripopolamento della fauna ittica

L'attività alieutica viene gestita ai sensi della Legge Regionale n. 12 del 30 luglio 2001, "Norme per l'incremento del patrimonio ittico e l'esercizio della pesca nelle acque della Regione Lombardia", che prevede, all'articolo 8, che le Province predispongano il Piano Ittico Provinciale.

Norme di riferimento in materia risultano anche il Regolamento Regionale n. 9 del 22 maggio 2003, che detta norme specifiche in materia di pesca, e la Deliberazione di Giunta Regionale n. 7/16065 del 23 gennaio 2004 che ha normato nel dettaglio i criteri per la compatibilizzazione delle derivazioni d'acqua con la tutela della fauna ittica e degli habitat acquatici.

La Provincia di Milano è dotata di un proprio Piano ittico provinciale che, tramite l'analisi delle caratteristiche attuali e potenziali degli ecosistemi fluviali e delle popolazioni ittiche contenute nella Carta Ittica Provinciale, mira in primo luogo ai seguenti obiettivi:

- il mantenimento e l'incremento delle popolazioni ittiche di pregio soggette a pressione di pesca;
- la tutela delle specie ittiche di interesse conservazionistico;
- lo sviluppo di attività di pesca dilettantistica;
- la valorizzazione e razionalizzazione della pesca professionale (dove presente);

- la pianificazione della gestione delle acque tutelando la sopravvivenza e la riproduzione della fauna ittica.

Gestire il patrimonio ittico, salvaguardarlo e incrementarlo, ed al tempo stesso gestirne la fruizione alieutica è un compito complesso, per l'assolvimento del quale non basta semplicemente regolamentare i ripopolamenti e i prelievi alieutici o istituire zone di tutela o di pesca a regime particolare, ma occorre anche focalizzare l'attenzione sui fattori antropici più pericolosi per la sopravvivenza delle specie acquatiche, ed individuare le azioni e gli interventi più efficaci per la tutela degli ecosistemi acquatici di cui la fauna ittica è parte integrante ed integrata.

La moderna gestione della fauna ittica e della pesca è in realtà la gestione della risorsa idrica nel suo complesso, poichè con corpi d'acqua di pessima qualità la vita dei pesci non è possibile, così come qualunque attività collegata all'utilizzo di questa risorsa.

Mentre, infatti, per Ticino e Adda e loro affluenti non si riscontrano, o si riscontrano solo in rari casi, situazioni di alterazione rispetto alle loro vocazioni ittiche, le condizioni di gran parte dei corsi d'acqua di potenziale interesse ittico, appartenenti alla rete idrografica del sistema Olona-Seveso-Lambro, risultano gravemente compromesse, con alcuni tratti che hanno addirittura perso la loro vocazione ad ospitare fauna ittica a seguito dell'alterazione ambientale che essi hanno subito.

Effettivamente, la rete idrografica del sistema Olona-Seveso-Lambro attraversa l'area provinciale caratterizzata in assoluto dalla maggiore urbanizzazione e dalla più grande pressione delle attività produttive, in particolare quelle industriali. Il contesto territoriale ed economico hanno determinato lo scadimento complessivo della qualità della gran parte dei corsi d'acqua sia in termini strutturali, profondamente banalizzati con canalizzazioni, rettificazioni e cementificazione di alveo e sponde, sia in termini qualitativi, per l'apporto di scarichi non adeguatamente depurati.

3. L'ANALISI DELLO STATO DI FATTO

3.1 Inserimento nel contesto

La prima fase dell'analisi ha previsto un sopralluogo presso il mulino Galletto in Canegrate: l'edificio è inserito in un lotto poligonale della superficie di 4.800 m², con accesso da Sud, dalla via Mulino Galletto e caratterizzato dalla presenza, a Nord, del fiume Olona.

Il fabbricato risulta per gran parte libero da ombreggiamenti sia di carattere vegetale che di carattere antropico, ad eccezione di una piccola parte del corpo Est. (*Vedi Tavola 5*)



Immagine 3.1: vista satellitare



Immagine 3.2: vista aerea da Est

3.2 Analisi del sistema tecnologico

Da una diagnosi standard, sono state ricavate tutte le sue caratteristiche geometriche che hanno poi permesso la redazione di piante quotate, sezioni e prospetti; durante questa fase è stato anche realizzato un rilievo fotografico.

L'immobile è formato da due corpi perpendicolari fra loro, di cui uno di dimensioni maggiori e a due piani, ha una superficie totale di 666,43 m² ed altezze medie di 2,80 m per i due piani del corpo principale e altezza media di 5,25 m per il corpo Est. (Vedi Tavole 6-7)

Successivamente è stata effettuata una diagnosi di dettaglio, durante la quale è stato approfondito l'aspetto del sistema tecnologico e dei materiali costituenti le strutture opache, che ha poi permesso l'elaborazione grafica dei particolari costruttivi (vedi Tavole 8-9-10-11), il calcolo delle prestazioni termiche delle varie componenti tecnologiche (vedi Allegato B) e la loro classificazioni in base alla norma UNI 8290.

1. Struttura portante	1.1 Struttura di fondazione	1.1.1 Strutture di fondazione dirette	1.1.1.1 Cordolo di fondazione in CLS non armato
			1.1.1.2 Plinti isolati gettati in opera in CLS armato
			1.1.1.3 Cordolo di fondazione in CLS armato
	1.2 Struttura di elevazione	1.2.1 Strutture di elevazione verticali	1.2.1.1 Muratura mista in laterizio e ciottoli di fiume
			1.2.1.2 Pilastrini in laterizio pieno
			1.2.1.3 Muratura in laterizio pieno
			1.2.1.4 Pilastrini in CLS armato
		1.2.2 Strutture di elevazione orizzontali e inclinate	1.2.2.1 Solaio in latero-cemento con travetti prefabbricati e completamento in opera
			1.2.2.2 Solaio a pannelli prefabbricati di tipo Predalles
			1.2.2.3 Travi in acciaio di tipo HEB300
1.2.2.4 Copertura in legno lamellare costituita da travi principali e secondarie			
2. Chiusura	2.1 Chiusura verticale	2.1.1 Pareti perimetrali verticali	2.1.1.1 Pareti perimetrali in blocchi svizzeri
	2.2 Chiusura orizzontale inferiore	2.2.1 Solai a terra	2.2.1.1 Strato di CLS a basso dosaggio di cemento
	2.3 Chiusura superiore	2.3.1 Coperture	2.3.1.1 Copertura discontinua non isolata e non ventilata con perline in legno e tegole portoghesi su listelli in legno
3. Partizione interna	3.1 Partizione interna verticale	3.1.1 Pareti interne verticali	3.1.1.1 Pareti in laterizio forato
	3.2 Partizione interna orizzontale	3.2.1 Solai	3.2.1.1 Struttura (cfr 1.2.2) completata da rete elettrosaldata e strato di CLS a basso dosaggio di cemento

Tabella 3.1: classificazione del sistema tecnologico secondo la norma UNI 8290 dello stato di fatto

Qui si è evinto che l'edificio ha perso gran parte delle sue valenze storiche: il Mulino, infatti, è stato oggetto di una ristrutturazione nel 2001 che ha alterato tutte le sue caratteristiche originarie ed è stato poi abbandonato a lavori non terminati a causa, probabilmente, dell'esaurimento dei fondi di investimento del committente.

L'edificio ha conservato solo parzialmente la sua struttura storica, come le pareti che costituiscono il corpo Est e parte dei prospetti Nord e Sud del corpo principale, composte da murature miste in laterizio e ciottoli di fiume o in laterizio pieno.

La parte restante dell'edificio è stata invece demolita e ricostruita: sono stati eseguiti getti di calcestruzzo armato a formazione di fondazioni, pilastri e solaio contro terra, realizzate pareti in blocchi svizzeri come chiusura verticale, posizionate travi di acciaio e solai prefabbricati di tipo Predalles o con travetti in latero-cemento.

Indifferentemente dalla struttura sottostante, è stata realizzata una copertura in legno lamellare costituita da orditura principale, orditura secondaria e manto costituito da tegole portoghesi poggianti su listelli di legno e finita internamente con perline, senza alcun tipo di isolamento o sistema di ventilazione.

L'analisi stratigrafica porta ad intuire che l'edificio, originariamente, era costituito da unico piano e che il livello superiore del corpo principale sia frutto dell'ultima ristrutturazione: il piano primo, infatti, è costituito interamente da pareti in blocchi svizzeri e pilastri in calcestruzzo armato, a differenza del piano terra che presenta una struttura che a tratti è quella originaria e a tratti è stata realizzata successivamente.

A conferma di questa ipotesi, vi è il fatto che è stato lasciato uno spazio vuoto durante la posa dei solai prefabbricati per la realizzazione della scala che dovrà collegare i due livelli. L'edificio è stato finito esternamente con uno strato di intonaco atto a rivestire i lavori del 2001, mentre le strutture storiche sono state lasciate a vista; internamente l'edificio si presenta allo stato rustico.

Visto lo stato dei lavori e l'assenza di chiusure trasparenti e infissi, l'immobile non possiede alcun tipo di sistema impiantistico.



Immagine 3.3: plinto di fondazione in c.a.



Immagine 3.4: cordolo di fondazione in c.a.



Immagine 3.5: muratura in laterizio e ciottoli di fiume



Immagine 3.6: pilastro in laterizio pieno



Immagine 3.7: solaio latero-cemento con elementi prefabbricati



Immagine 3.8: solaio Predalles



Immagine 3.9: trave HEB300



Immagine 3.10: copertura in legno lamellare

PRESTAZIONI TERMICHE DEGLI ELEMENTI DISPERDENTI		
ELEMENTI DISPERDENTI	SPESSORE	TRASMITTANZA
1. Muratura in laterizio forato intonacato esternamente	27 cm	1,04 W/m ² K
2. Solaio contro terra in pannelli Predalles e getto in CLS	30 cm	0,82 W/m ² K
3. Muratura in laterizio pieno	38 cm	1,56 W/m ² K
4. Copertura in legno e tegole portoghesi	21 cm	3,13 W/m ² K

Tabella 3.2: prestazioni termiche degli elementi disperdenti dello stato di fatto

4. PROPOSTA PROGETTUALE

4.1 La riqualificazione funzionale

Le precedenti indagini sul PLIS dei Mulini hanno permesso di comprendere le sue grandi potenzialità e quanto sia frequentato e vissuto dalla popolazione sia locale, sia da turisti e atleti provenienti da lontano, grazie agli eventi prima enunciati.

In particolare, il Mulino Galletto, grazie alla sua posizione strategica lungo un itinerario ciclabile in progetto e lambito a Nord dal fiume Olona, offre grandi opportunità.

Dopo queste considerazioni e dopo lo studio dello stato di fatto dell'immobile, si è provveduto ad assegnare al Mulino delle destinazioni funzionali che fossero ad esso idonee e che permettessero di trasformarlo in un polo di grande importanza per il parco e punto di riferimento per tutte le attività ed eventi.

Il piano terra del corpo centrale, quindi, ospiterà un agriturismo, con annesso terrazzo utilizzabile nella stagione estiva, di circa 60 posti che offrirà pasti "a km zero", cioè con prodotti stagionali provenienti da campi vicini.

Questo permette di valorizzare i prodotti dell'agricoltura e dell'allevamento locale ma è anche una scelta ambientale ed etica che serve a ridurre l'inquinamento atmosferico e i costi di trasporto e logistica dei prodotti agroalimentari.

Il piano primo ospiterà invece un "Bed and Breakfast" composto da 10 camere tra doppie, triple e quadruple (di cui una conforme alla normativa sull'accessibilità dei disabili) destinate agli atleti durante gli eventi sportivi della "Cinque Mulini" e agli sportivi che vogliono intraprendere un itinerario ciclabile di più giorni, dalla Valle dell'Olona alla Valle del Ticino.

Per questo stesso motivo una parte del corpo Est sarà destinato al noleggio delle biciclette, il quale dovrà interagire con altri spazi dalla stessa funzione dislocati in vari punti del parco, nelle vicine stazioni ferroviarie e nelle vicinanze delle fermate del trasporto pubblico, costituendo così un sistema di "Bike sharing" e creando una vera alternativa al traffico motorizzato.

Vista l'assenza di una reale sede dell'Ecomuseo del Paesaggio, la parte dell'immobile più vicina alla strada verrà destinata alle attività di gestione del parco e di organizzazioni degli eventi.

Questo spazio fungerà anche da Infopoint, fornendo così informazioni utili ai visitatori, e da area espositiva per i materiali finali delle varie attività didattiche organizzate dagli enti del parco.

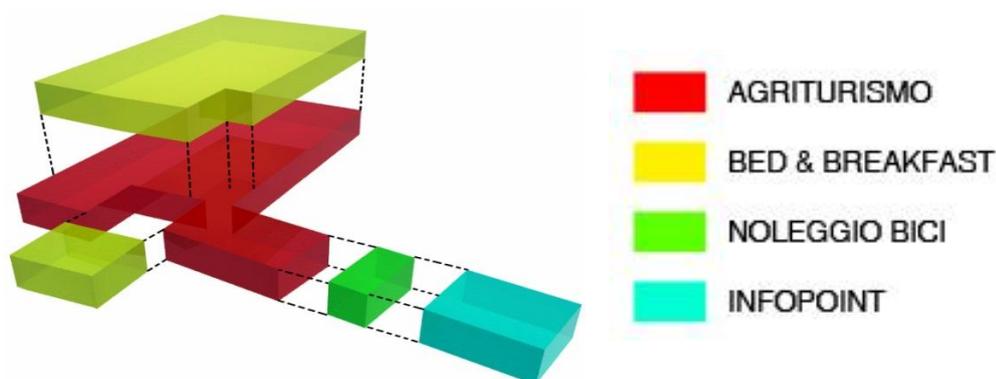


Immagine 4.1: layout funzionale del nuovo mulino

Il progetto prevede anche l'organizzazione dello spazio esterno: gran parte dell'area a ovest verrà lasciata a verde e attrezzata con tavoli e gazebo in legno, piantumazioni di medio fusto e fonti di acqua potabile in modo da garantire l'opportuno ombreggiamento e i necessari comfort ai ciclisti che utilizzeranno questo spazio come area di sosta. L'area sud verrà riservata ai parcheggi per l'agriturismo mentre a est verrà realizzato un parcheggio per il Bed and Breakfast e uno spazio di carico e scarico. (Vedi Tavole 12-13)



4.2 La riqualificazione tecnologica

La riqualifica tecnologica prevede il completamento ed il miglioramento delle prestazioni energetiche delle strutture opache esistenti, oltre all'installazione degli elementi trasparenti. (Vedi Allegato C)

In primo luogo viene completato il solaio contro terra con uno strato di isolamento formato da pannelli rigidi di poliuretano espanso dello spessore di 8 cm, sopra il quale verranno posizionati i pannelli radianti annessi nel calcestruzzo e coperti dallo strato di finitura; inoltre verrà chiuso perimetralmente lo spazio fra il solaio e lo strato di magrone su cui poggia la fondazione in modo da costituire un vespaio areato dell'altezza di 145 cm.

Questi interventi permettono di raggiungere un trasmittanza di $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$, molto inferiore ai limiti stabiliti dal Decreto Ministeriale del 26 gennaio 2010, di $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Il superamento del dislivello fra la quota di campagna ed il primo solaio del corpo centrale di circa 50 cm, avviene tramite una scala in calcestruzzo rivestita con tavole in legno, composta da tre alzate e con adiacente rampa di pendenza dell'8%, in linea con la normativa sull'accessibilità dei disabili.

Per le pareti si è ritenuto che la miglior soluzione fosse quella della facciata ventilata con cappotto esterno: in questo modo vengono limitati i ponti termici e si crea un nuovo strato di rivestimento esterno che migliora l'aspetto estetico dell'edificio.

Verranno applicati sulle facciate esterne dell'edificio due pannelli rigidi di poliuretano espanso dello spessore di 8 cm ciascuno, seguiti da una camera ventilata di 5 cm e da un

rivestimento in tavole di legno disposte orizzontalmente dello spessore di 2 cm e altezza 10 cm, fissate su montanti ogni 50 cm al fine di ridurre al minimo le possibili deformazioni. La camera ventilata, tramite apposito sistema di griglie, verrà chiusa alle estremità nella stagione invernale in modo da costituire un strato di aria isolante, e aperto nella stagione estiva al fine di far convogliare verso l'alto l'aria più calda e migliorare il comfort termico all'interno della struttura.

Le nuove facciate hanno trasmittanza di $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ per i tratti in cui si presenta una muratura in laterizio pieno e di $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ per i tratti in cui la muratura è composta da blocchi svizzeri, ben oltre i limiti di legge di $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$; inoltre, la con la nuova facciata in legno, l'edificio risulta in perfetta armonia con l'ambiente circostante, con la campagna e i boschi. (Vedi Tavole 14-15-16-17)

Per la copertura si è deciso di mantenere struttura e manto esistente, visto l'enorme quantitativo di materiale utilizzato nella ristrutturazione del 2001 ed il suo buono stato di conservazione, alle quali vengono interposti due strati di poliuretano espanso dello spessore di 8 cm ciascuno e sostituiti i listelli ferma tegola classici in legno esistenti con listelli in acciaio ventilati a formazione di camera di ventilazione dello spessore di 5 cm.

Questa soluzione permette, oltre che a mantenere la tipologia a falde inclinate con manto in tegole tipica delle costruzioni lombarde, di abbassare la trasmittanza della copertura a $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, di molto inferiore ai $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ imposti dalla legge.

E' prevista, inoltre, l'installazione di una controsoffittatura in cartongesso isolata sull'estradosso per l'ala est dell'edificio, al fine di abbassare l'altezza media di 5,25 m a 3 m riducendo così il volume lordo riscaldato e creando un'intercapedine adatta al passaggio degli impianti.

L'involucro è completato dall'installazione degli elementi trasparenti e del relativo sistema di oscuramento: si tratta di infissi ad alte prestazioni energetiche ($U=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$), con telaio in legno e doppia vetrocamera costituita da una lastra esterna di 4 mm, un'intercapedine di argon di 16 mm, una lastra centrale basso emissiva di 4 mm, un'ulteriore intercapedine di argon di 16 mm e una lastra interna di 4 mm.

L'oscuramento è garantito da brise-soleil costituiti da tavole in legno simili a quelle del rivestimento della facciata, orientabili e impacchettabili.

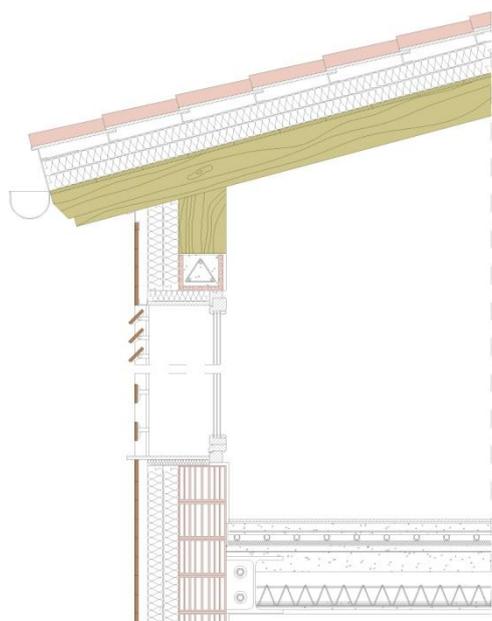


Immagine 4.3: dettaglio costruttivo di progetto

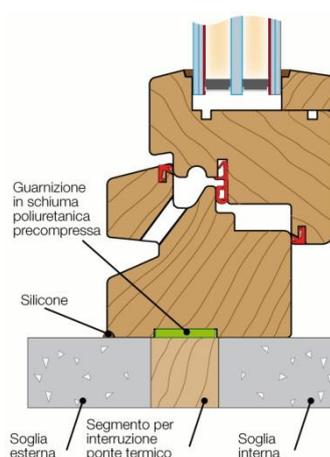


Immagine 4.4: nodo inferiore del nuovo serramento

4.3 I nuovi sistemi impiantistici

L'edificio, come già citato in precedenza, è sprovvisto di qualsiasi impianto; pertanto l'integrazione impiantistica è studiata su tre fronti: lo studio del generatore di calore, quello per la produzione di energia elettrica e quello per la produzione di acqua calda sanitaria.

4.3.1 Il generatore di calore

Sfruttando al meglio le moderne tecnologie e gli spazi a disposizione si è deciso di utilizzare, come generatore, la pompa di calore.

Il fabbricato sorge vicino al fiume Olona e, consultando la carta "piezometria e soggiacenza della falda freatica" della provincia di Milano si è riscontrata una falda a 20 metri di profondità del terreno; inoltre l'area esterna di pertinenza dell'immobile offre un'ampia superficie permeabile, dove poter installare le sonde termiche.

E' stata scelta quindi una pompa di calore con scambio acqua-acqua.

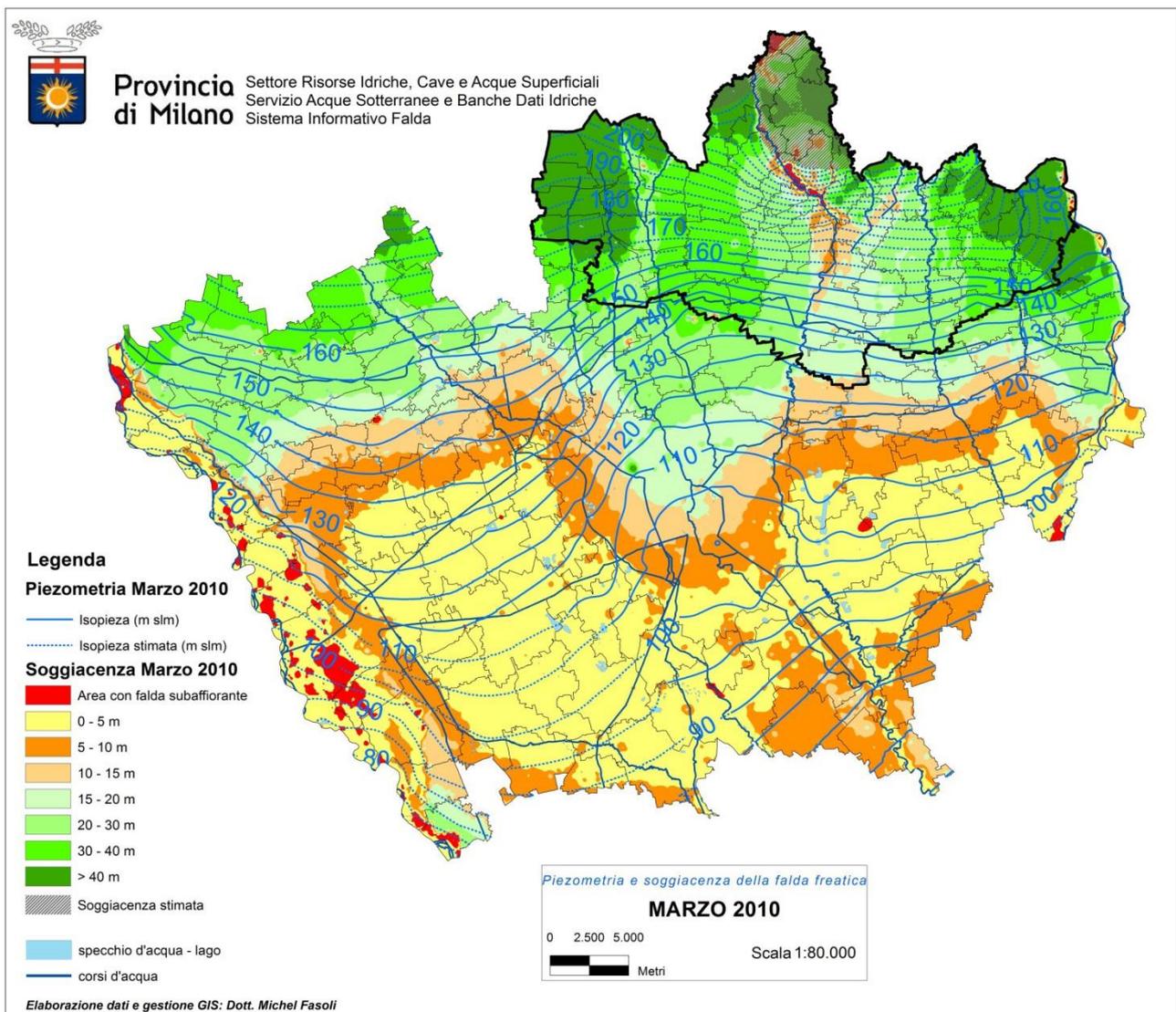


Immagine 4.5: carta piezometrica e soggiacenza della falda freatica della provincia di Milano

Grazie all'utilizzo del software "RETScreen" è stata calcolata la potenza della pompa di calore: per soddisfare il 100% del fabbisogno energetico dell'edificio per il riscaldamento, che ammonta a 21.111 kWh, e per il raffrescamento, che ammonta a 15.769 kWh, è necessario un generatore della potenza di 24,70 kW nel periodo invernale e di 26.20 kW nella stagione estiva. *(Vedi Allegato A)*

Sono stati consultati diversi modelli di pompe di calore e la scelta migliore è ricaduta sul modello "ACTEA 18T" del "Rossato Group", di cui è sufficiente un solo generatore per soddisfare l'intero fabbisogno. *(Vedi Allegato D)*

I dati inseriti nel software sono:

- dati climatici del sito ottenuti dal sito web della Nasa, così come suggerito dal software stesso;
- dimensione e tipologia del terreno, ossia 4.800 m² di superficie di terreno chiaro umido;
- tipologia di scambio termico della pompa (groundwater), tipo di alimentazione (electricity) e i dati tecnici riferiti al generatore scelto;

Il software inoltre ci fornisce la superficie di terreno permeabile occupata dalle sonde termiche, che ammonta a 452 m².

4.3.2 Il micro idroelettrico

4.3.2.1 Perché l'idroelettrico

Il ricorso a sistemi in grado di generare energia in maniera sostenibile sta avendo in questi ultimi anni un notevole incremento, grazie anche alla spinta emotiva conseguente i problemi climatici e di approvvigionamento delle risorse cui va incontro il nostro pianeta.

Il ricorso all'energia potenziale dell'acqua disponibile tra una quota superiore ed una inferiore, trova le sue applicazioni già secoli indietro: si pensi infatti ai tanti mulini ad acqua visti nel nostro paesaggio, utilizzati per macinare cereali, per muovere segherie o telai, per spremere l'olio, i quali sfruttavano una "forza" messa a disposizione dalla natura per compiere del lavoro; tutto questo ha un sapore quasi fiabesco e comunque accettato perché facente parte delle consuetudini dei nostri antenati.

Fin dalla fine dell'Ottocento, l'impiego della risorsa idrica per produrre energia elettrica è stato il modo più diffuso di generazione, pur senza attribuirle, per mancanza di sensibilità agli effetti alteranti del clima indotti dalle emissioni prodotte dalla combustione di carbone e petrolio, il valore aggiunto del beneficio ambientale connesso al ridotto impatto in termini di sostanze liberate in atmosfera.

La tecnologia in campo idroelettrico è attualmente giunta a piena maturità, nel senso che non si attendono in questo settore mutamenti di tecnologia consistenti, e l'uso industriale della risorsa idrica, almeno nei Paesi Europei, dopo quasi due secoli di sfruttamento, ha quasi raggiunto il suo potenziale tecnico.

Esistono comunque delle possibilità d'impiego della risorsa idroelettrica, su piccola scala, che interessano realtà più piccole e con un uso dell'energia prodotta diverso da quello tipicamente industriale: è il caso dell'utilizzo dei salti d'acqua sugli acquedotti, dove si spende energia per pompare l'acqua a un certo dislivello e se ne recupera una parte in fase di caduta, oppure di piccole turbine, da pochi kW a poche decine di kW, posizionate su rigagnoli o torrenti di montagna, asservite all'alimentazione di realtà locali, o ancora su canali irrigui o di bonifica e fiumi.

Vista la posizione favorevole del fiume Olona, si è scelto di installare un impianto micro idroelettrico che soddisfi il fabbisogno elettrico del nuovo centro polifunzionale. Questa scelta, oltre a permettere di generare energia pulita, ripristina e rafforza il rapporto tra uomo, acqua ed energia che ha caratterizzato la Valle dell’Olona nel corso della storia.

4.3.2.2 La scelta della turbina

La prima fase della progettazione di questo impianto è la verifica dei valori di portata d’acqua e salto, ricavabili dal “Programma di tutela e uso delle acque” della Regione Lombardia e dal sito internet del Consorzio del Fiume Olona. (Vedi Allegato E)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
naturali (Poli03)	4.56	5.14	5.99	6.91	7.87	6.22	5.63	4.89	5.05	5.75	6.76	5.66	5.87

Tabella 4.1: Portate medie mensili naturali calcolate alla sezione di Legnano (m³/s)

La fase successiva è quella della scelta della turbina più adatta in base alle caratteristiche idrauliche del fiume e a quelle fisiche del sito. Come supporto a questa decisione si utilizzano grafici, definiti reticoli del rendimento, che riportano sull’asse delle ascisse i valori di portata e su quelle delle ordinate i valori di dislivello.

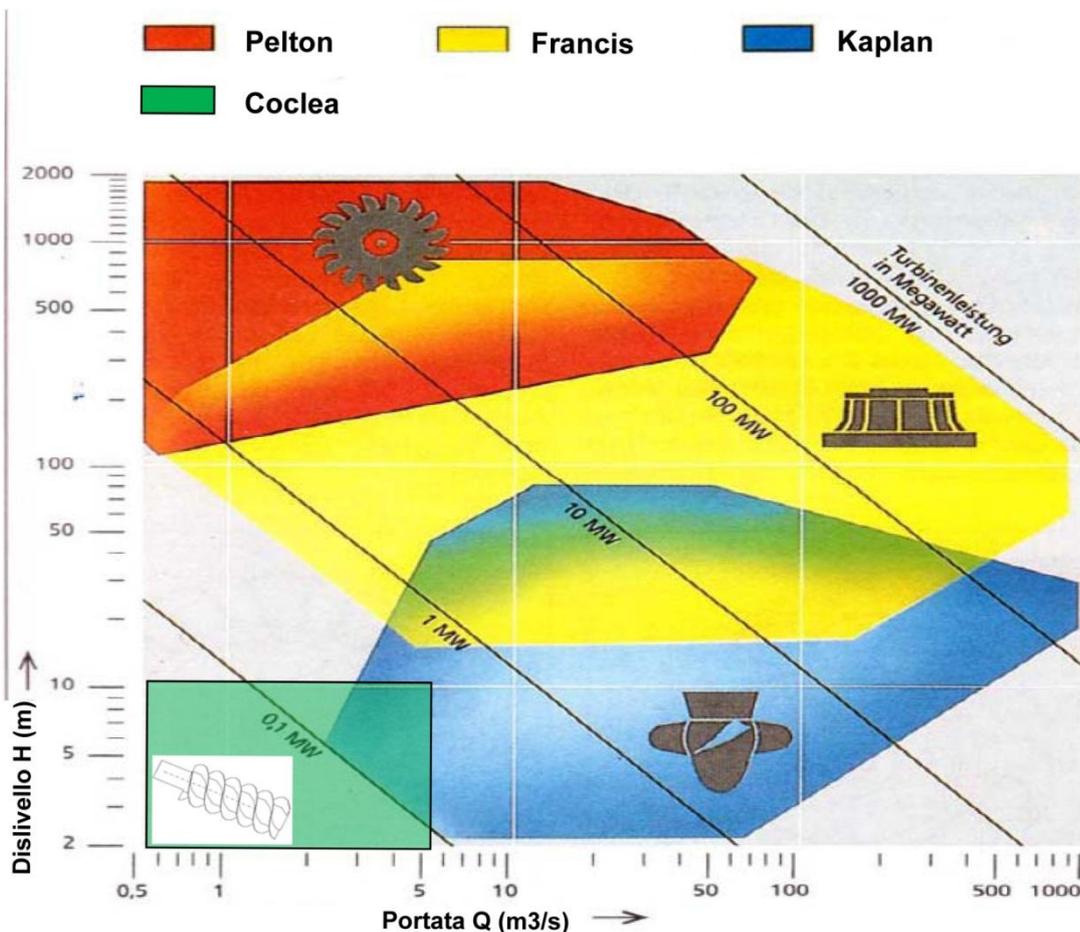


Immagine 4.6: reticolo del rendimento delle principali turbine

Visto la portata media annua di $5,87 \text{ m}^3/\text{s}$ e un salto minimo di $0,8 \text{ m}$, la scelta ricade sulla micro turbina a coclea, detta anche vite idraulica.

La vite idraulica fa proprio il principio della vite di trasporto archimedeo usata nell'antichità dagli Egizi per convogliare l'acqua: in base a questo principio, l'energia viene trasferita ad un albero/rotore, convogliando l'acqua verso l'alto.

Grazie all'applicazione del principio inverso l'energia potenziale ora disponibile viene utilizzata per la produzione di energia elettrica.

Le turbine a coclea lavorano per gravità, ossia l'acqua viene fatta scendere all'interno delle camere dal livello più alto al livello più basso, di solito con un movimento relativamente lento; la forza di gravità che in questo modo agisce sull'acqua esercita un momento torcente sull'albero di trasmissione.

Poiché la vite idraulica deve coprire tutto lo spazio compreso tra lo specchio d'acqua superiore e quello inferiore, questo principio è utilizzabile solo per dislivelli limitati.

4.3.2.3 Caratteristiche della vite idraulica

La vite idraulica è una fabbricazione di tipo metalmeccanico a saldatura: su un albero cavo irrigidito flessionalmente, vengono saldate eliche cilindriche a flusso ottimizzato; esse costituiscono lo spazio di lavoro, delimitato all'esterno dal tubo cilindrico e al di sopra dalla superficie dell'acqua.

Entrambe le estremità sono dotate di supporti: quello che si trova sopra l'acqua è costituito da un cuscinetto a rulli cilindrici a lubrificazione grassa continua, resistente alle forze radiali e assiali, mentre quello inferiore è costituito da un cuscinetto flottante a lubrificazione grassa continua, che non necessita di manutenzione.

Il gruppo motore è costituito da giunti elastici, supporti, moltiplicatore, generatore ed eventualmente di trasmissione a cinghia. (Vedi Allegato D)

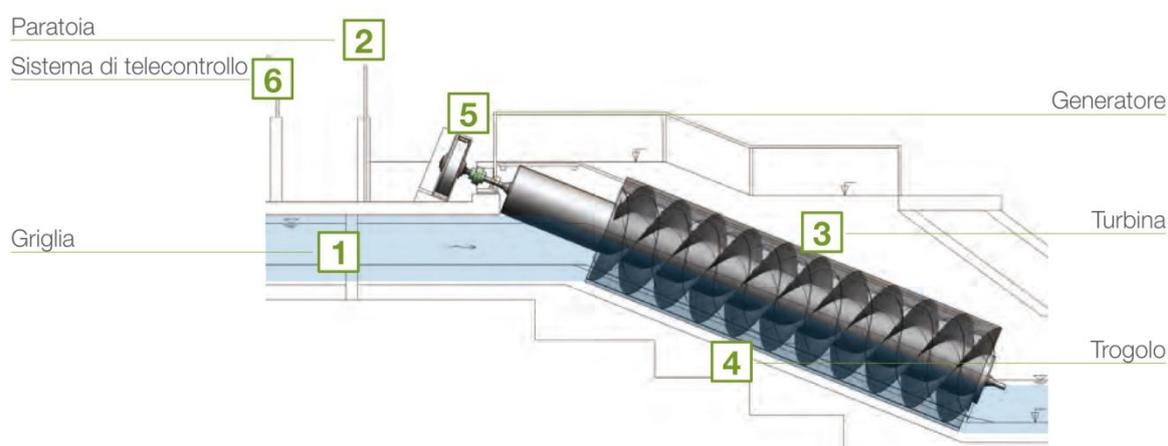


Immagine 4.7: sezione di una vite idraulica

La turbina a coclea presenta numerosi vantaggi:

- a causa del minore battente d'acqua in efflusso, le vite idrauliche non hanno bisogno, se confrontate con gli impianti a turbina, di alcun lavoro di costruzione in sottosuolo nella zona dello scarico a valle; di conseguenza, l'installazione di una vite idraulica in un corso fluviale può avere luogo per lo più senza modificazione del letto fluviale naturale;

Inoltre la zona del generatore è posizionata al di sopra del livello dell'acqua corrente, mentre invece in una turbina tradizionale la zona del generatore si trova al di sotto del livello dell'acqua e quindi necessita di un alloggiamento a tenuta stagna;

- con l'impiego di viti idrauliche si può rinunciare all'uso di griglie fini, usate nelle turbine e nelle ruote ad acqua per l'arresto dei flottanti e il rigetto dei pesci. Si evitano così le perdite di energia causate dalla riduzione del dislivello; lo stesso vale per le diminuzioni del deflusso dalle griglie, che possono influire negativamente sul rendimento dell'impianto. Attraverso le grandi luci della griglia grossolana (10-20 cm di luce tra le barre) viene fortemente diminuita la produzione di corpi alle griglie, e di conseguenza anche il costo per la pulizia e i costi di smaltimento ad essa connessi.

Un corpo flottante che entra nell'impianto viene fatto transitare nell'acqua a valle;

- livelli d'acqua variabili e portate variabili in afflusso e in deflusso influenzano il rendimento in modo irrilevante e non influenzano il funzionamento della vite idraulica.

Il funzionamento a secco non danneggia la vite idraulica, così come corpi solidi nella corrente. La fattibilità di una centrale idroelettrica con viti idrauliche è quindi maggiore di quella di centrali idroelettriche tradizionali a turbine;

- le viti idrauliche raggiungono rendimenti dell' 85%. Si deve notare l'estensione del campo dei buoni rendimenti, che varia da circa un terzo della portata fino al riempimento completo: quindi, in virtù dell'estensione del campo di stabilità del rendimento, continuano a raggiungere buone prestazioni anche in caso di scarsa alimentazione;

- i collettori e gli impianti a turbina rappresentano un grosso ostacolo e un notevole pericolo potenziale per la fauna ittica.

Studi specifici provano che sia piccoli pesci (di 8 cm) sia gli individui di grandi dimensioni (fino a 58 cm) possono migrare indisturbati attraverso le viti idrauliche.

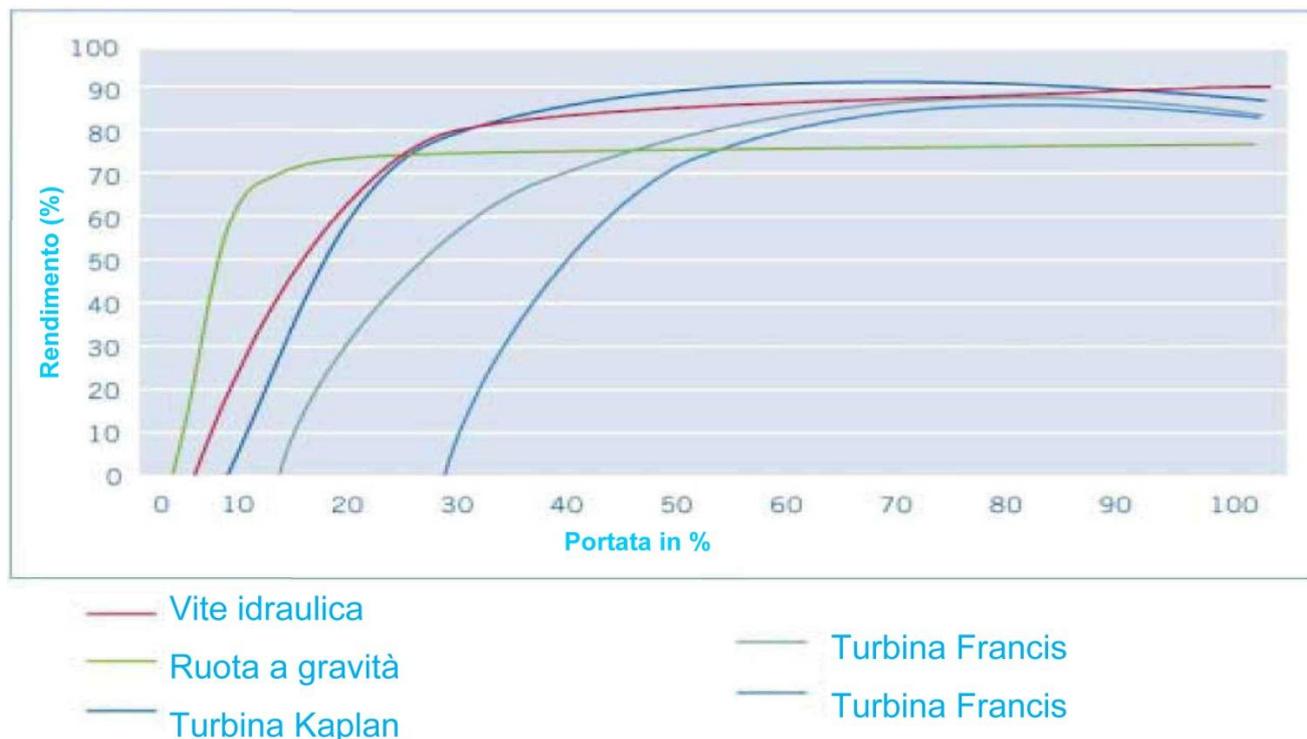


Immagine 4.8: curve del rendimento delle più comuni micro turbine idrauliche

4.3.2.4 Dimensionamento di massima

Una volta noti i valori di portata del corso fluviale e di altezza del salto e le caratteristiche tecniche della tipologia di turbina scelta, si procede con il dimensionamento di massima dell'impianto.

Il calcolo della potenza teorica (espressa in watt) si ottiene con:

$$P_{teorica} = Q \times H \times g \quad [1]$$

Dove "Q" è la portata espressa in [l/s], "H" è il salto espresso in [m], "g" è l'accelerazione di gravità pari a 9,81 [m/s²]; in questo caso, sostituendo i valori nella [1]:

$$P_{teorica} = 1083,70 \text{ l/s} \times 0,8 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 8.504,88 \text{ W}$$

Dato che la turbina ha una propria efficienza, la potenza meccanica effettiva è:

$$P_{meccanica} = P_{teorica} \times \eta_{elettrico} \quad [2]$$

Come visto precedentemente, la vite idraulica ha rendimenti superiori rispetto alle turbine tradizionali, fino all' 85%; pertanto, considerando una situazione sfavorevole, adottiamo un rendimento del 70% e sostituendo i valori effettivi nella [2] otteniamo:

$$P_{meccanica} = 8.504,88 \text{ W} \times 70\% = 5.953,42 \text{ W}$$

Infine, per ottenere la potenza elettrica, si applica un'ulteriore riduzione che tiene conto del rendimento del generatore elettrico:

$$P_{elettrica} = P_{meccanica} \times \eta_{elettrico} \quad [3]$$

Questo valore viene assunto, generalmente, pari all' 85%; si procede quindi al calcolo della potenza di una singola turbina alle condizioni prima citate:

$$P_{elettrica} = 5.953,42 \text{ W} \times 85\% = 5.060,41 \text{ W} \text{ pari a } 5,06 \text{ Kw}$$

Successivamente si è ipotizzato che una singola turbina di potenza 5.06 Kw, tenendo conto dei cali di portata del fiume nei periodi di secca, produca 24.967 Kwh/anno.

Infine è stato effettuato un confronto fra la turbina precedentemente dimensionata e il consumo elettrico dell'edificio.

Quest'ultimo, in base alle statistiche sul consumo medio dell'energia elettrica negli edifici pubblicato dall'ente ENEA, è stato stimato a circa 32.500 kWh/anno.

Da queste considerazioni si è giunti alla conclusione che sono necessarie due microturbine a coclea per soddisfare il 100% di fabbisogno elettrico dell'edificio.

4.3.3 Il solare termico

4.3.3.1 Caratteristiche della Techtile Therm

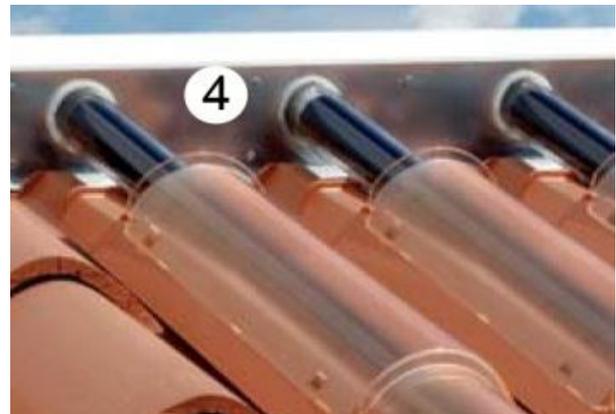
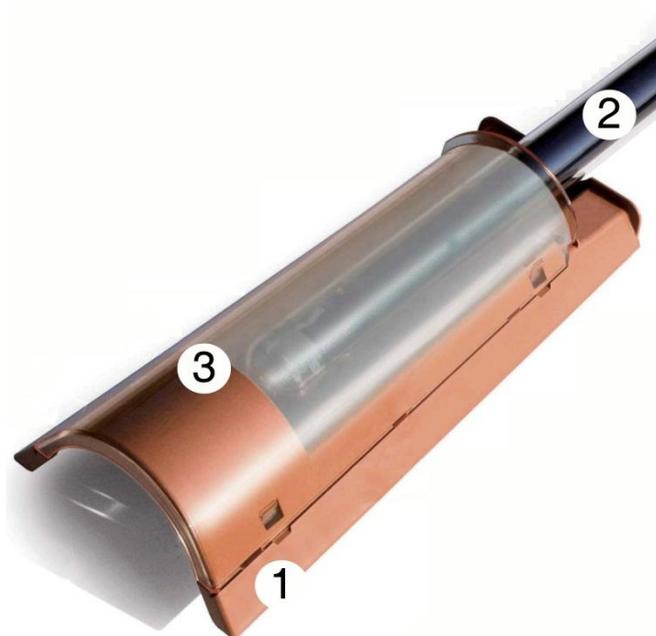
Il fabbisogno di acqua calda sanitaria è garantito da collettori solari posti sul lato sud della copertura.

Per una migliore integrazione architettonica, si è deciso di utilizzare una particolare tecnologia che assicura risultati migliori sia per quanto riguarda l'aspetto estetico, sia per quanto riguarda il rendimento del collettore, delle tradizionali tecnologie non integrate o parzialmente integrate: la tegola solare.

Questo sistema, che apre larghe prospettive alla riqualificazione energetica di edifici sottoposti a vincoli delle soprintendenze ai beni artistici ed ambientali, si adatta perfettamente a questo caso studio grazie alla similarità con le coperture tradizionali in laterizio e trasforma il tetto da elemento passivo con solo funzione di copertura in tecnologia attiva che contribuisce al fabbisogno energetico dell'edificio.

La Techtile Therm si compone di:

- corpo tegola in tecnopolimero ASA resistente al calpestio e alla grandine;
- tubo sottovuoto in vetro borosilicato a doppia intercapedine;
- vetrino di copertura in tecnopolimero PMMA resistente al calpestio e alla grandine a trasmittanza ridotta;
- collettore di distribuzione realizzato in rame rivestito in alluminio posto solitamente sul colmo della copertura



LEGENDA

1. Corpo tegola
2. Tubo sottovuoto
3. Vetrino di copertura
4. Collettore di distribuzione

Immagine 4.9 e Immagine 4.10: particolari della Techtile Therm

Il collettore solare è costituito da una serie di sei tubi in vetro borosilicato a doppia intercapedine saldati alle estremità, di diametro 47 mm e lunghezza 1,5 m.

L'intercapedine interna è resa selettiva all'assorbimento della radiazione solare per mezzo di una metallizzazione multistrato creata utilizzando prodotti riciclabili.

L'unità di assorbimento è formata da un circuito di rame curvato a "U" posizionato a contatto con appositi assorbitori di calore in alluminio che ne aumentano la superficie di scambio di calore; ogni unità è poi racchiusa in un tubo di vetro e viene connessa in parallelo ad un collettore di distribuzione in rame protetto da una struttura in alluminio che raccoglie il fluido vettore che scorre in ogni circuito. (*Vedi Allegato D*)

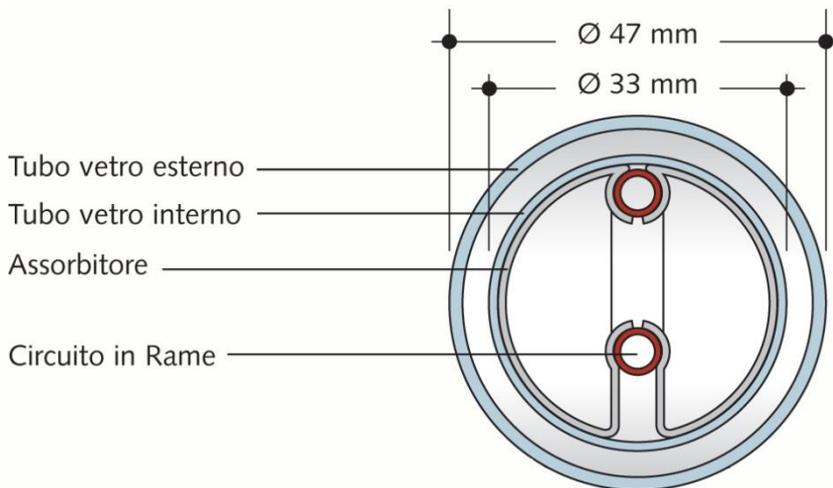


Immagine 4.11: sezione del tubo sottovuoto

4.3.3.2 Dimensionamento di massima

Mentre per gli edifici residenziali il consumo di acqua calda sanitaria a 45°C è costante nell'arco dell'anno, negli edifici con funzione ricettiva il fabbisogno di acqua calda è strettamente dipendente dalla presenza di ospiti.

Pertanto il calcolo del fabbisogno giornaliero viene eseguito sulla presenza media di persone nel periodo compreso tra maggio e agosto e, su questo dato, si effettua il dimensionamento dell'impianto.

I valori di riferimento per il fabbisogno giornaliero medio pro-capite sono:

- fabbisogno ospiti (medio comfort) = 40 litri/giorno per persona
- fabbisogno cucina = 10 litri/giorno per pasto
- lavastoviglie = 30 litri/giorno per lavaggio

Ipotizzando, durante il periodo estivo da maggio ad agosto, una presenza media di 27 persone per le quali vengono preparati due pasti al giorno e che la lavastoviglie esegua quattro lavaggi quotidiani, viene stimato il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria a 1.740 litri/giorno, il cui calcolo è riportato in seguito nella tabella 4.2.

Fabbisogno per gli ospiti	40 l/giorno a persona X 27 persone	= 1080 l/giorno
Cucina (preparazione pasti)	10 l/giorno a persona X 2 pasti giornalieri X 27 persone	= 540 l/giorno
Lavastoviglie	30 l/giorno a lavaggio X 4 lavaggi giornalieri	= 120 l/giorno
TOTALE		= 1740 l/giorno

Tabella 4.2: calcolo del fabbisogno di ACS

Successivamente viene dimensionata la superficie del collettore solare utilizzando i valori standard di riferimento riportati nella tabella 4.3, i quali si riferiscono ad un orientamento a sud ed un'inclinazione di 30° e permettono di coprire completamente il fabbisogno di acqua calda sanitaria durante il periodo estivo.

ZONA	VALORE DI RIFERIMENTO PER IL DIMENSIONAMENTO
Nord Italia	1,2 m ² / (50 litri/giorno)
Centro Italia	1,0 m ² / (50 litri/giorno)
Sud Italia	0,8 m ² / (50 litri/giorno)

Tabella 4.3: valori di riferimento per il dimensionamento dei collettori

Viste le caratteristiche dell'impianto solare termico in oggetto, vengono applicati i seguenti fattori correttivi ai valori standard di riferimento:

- riduzione della superficie di riferimento del 30% nel caso vengano utilizzati collettori a tubi sottovuoto;
- applicazione del fattore di correzione per l'orientamento dei collettori dovuta all'inclinazione delle falde di 15°, come riportato in tabella 4.4.

Orientamento Sud=0° Est/Ovest=90°	Angolo di inclinazione						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	0,89	0,97	1	0,99	0,93	0,83	0,69
15°	0,89	0,96	1	0,98	0,93	0,83	0,69
30°	0,89	0,96	0,99	0,97	0,92	0,82	0,70
45°	0,89	0,94	0,97	0,95	0,90	0,81	0,70
60°	0,89	0,93	0,94	0,92	0,87	0,79	0,69
75°	0,89	0,91	0,91	0,88	0,83	0,76	0,66
90°	0,89	0,88	0,87	0,83	0,78	0,71	0,62

Tabella 4.4: fattori di correzione per l'orientamento dei collettori

Grazie a queste considerazioni, è stato possibile determinare la superficie del collettore solare necessaria a soddisfare il 100% di fabbisogno di acqua calda sanitaria dell'edificio, la quale ammonta a 30 m².

5. PRESTAZIONI ENERGETICHE E RITORNO ECONOMICO

5.1 La normativa di riferimento

Come normativa di riferimento per la valutazione delle prestazioni energetiche, viene considerato il Decreto Ministeriale del 26 gennaio 2010.

Questo decreto, che sostituisce quello dell'11 Marzo 2008, è in vigore dal 14 marzo 2010 e, oltre a definire i criteri di ottenimento delle detrazioni fiscali su interventi di riqualificazione, stabilisce i valori limite di trasmittanza termica delle strutture opache verticali, orizzontali e inclinate e delle chiusure apribili e assimilabili, che delimitano l'edificio verso l'esterno o verso locali non riscaldati da rispettare, in funzione delle zone climatiche di ubicazione dell'edificio oggetto della riqualificazione energetica.

Si compone principalmente di due allegati:

- ALLEGATO A: valori limite di fabbisogno di energia primaria annua per la climatizzazione invernale in funzione della zona climatica e del rapporto S/V, dove S è la superficie, espressa in metri quadrati, che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato e V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate definite dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	1,8	1,8	3,2	3,2	5,4	5,4	7,7	7,7	10,3	10,3
≥0,9	7,4	7,4	11,5	11,5	15,6	15,6	18,3	18,3	25,1	25,1

Tabella 5.1: valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

- ALLEGATO B: valori limite di trasmittanza termica (in rosso le variazioni rispetto al decreto precedente)

Zona climatica	strutture opache verticali	strutture opache orizzontali o inclinate		chiusure apribili e assimilabili (**)
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,54	0,32	0,60	3,7
B	0,41	0,32	0,46	2,4
C	0,34	0,32	0,40	2,1
D	0,29	0,26	0,34	2,0
E	0,27	0,24	0,30	1,8
F	0,26	0,23	0,28	1,6

Tabella 5.2: valori limite della trasmittanza termica delle strutture componenti l'involucro edilizio

5.2 Intervento di ristrutturazione ai minimi di legge

5.2.1 Prestazioni energetiche

La prima fase del processo di valutazione delle prestazioni energetiche e delle conseguenti considerazioni di natura economica, consiste nella redazione di una certificazione energetica realizzata con il software "CENED+" nella quale vengono inseriti elementi disperdenti e sistemi impiantistici che soddisfano i valori minimi espressi dal D.M. del 26 gennaio 2010; questa certificazione sarà utile, come mezzo di confronto, a dimostrare l'efficacia degli interventi di riqualificazione in progetto descritti nel capitolo precedente.

In questa certificazione sono stati inseriti i seguenti dati:

- Destinazione d'uso E.1(3): edifici adibiti ad albergo, pensioni o similari

- Ambienti riscaldati:

Superficie utile A: 666.43 m² Superficie lorda A_L: 757.44 m²
Volume netto V: 2061.73 m³ Volume lordo V_L: 2779.95 m³

- Elementi disperdenti:

- SST1: Muratura in laterizio pieno con cappotto esterno U = 0.27 W/m²K
- SST2: Muratura in laterizio forato con cappotto esterno U = 0.27 W/m²K
- SST3: Solaio contro terra areato tipo "Predalles" U = 0.30 W/m²K
- SST4: Copertura isolata in legno ed elementi in laterizio U = 0.24 W/m²K
- SST5: Serramenti opachi U = 1.80 W/m²K
- Serramenti trasparenti U = 1.80 W/m²K

- Superfici di involucro:

Elementi disperdenti	Esposizione				
	NORD	SUD	OVEST	EST	H
SST1	22,53 m ²	51,15 m ²	74,50 m ²		
SST2	97,97 m ²	66,87 m ²	100,40 m ²	151,53 m ²	
SST3					443,72 m ²
SST4					440,07 m ²
SST5			7,26 m ²	2,36 m ²	
Superfici trasparenti	13,06	20,80 m ²	4,20 m ²	29,72 m ²	

Tabella 5.3: superfici di involucro e relativi orientamenti

Per tutte le superfici disperdenti si è tenuto conto delle ostruzioni verticali dovute alla forma a "L" dell'edificio e delle ostruzioni orizzontali dovute all'aggetto del terrazzo a est.

- Centrale termica:

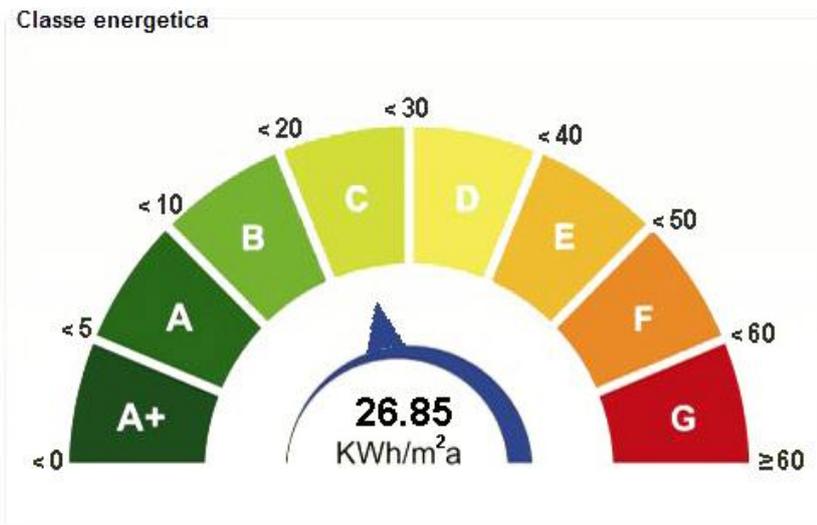
- impianto termico con generazione termica combinata
- caldaia tipo standard alimentata a gas metano
- potenza termica nominale al focolare 165 Kw
- rendimento termico utile del 92%
- generatore installato in centrale termica non riscaldata
- temperatura media dell'accumulo di 60°C

- Sistema di emissione: sottosistema costituito da pannelli radianti annegati a pavimento, sottosistema di controllo costituito da regolatore climatico + zona.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

- Indicatore di climatizzazione invernale ET_H : 43,97 Kwh/m²a
- Indicatore di climatizzazione estiva ET_C : 26,85 Kwh/m²a

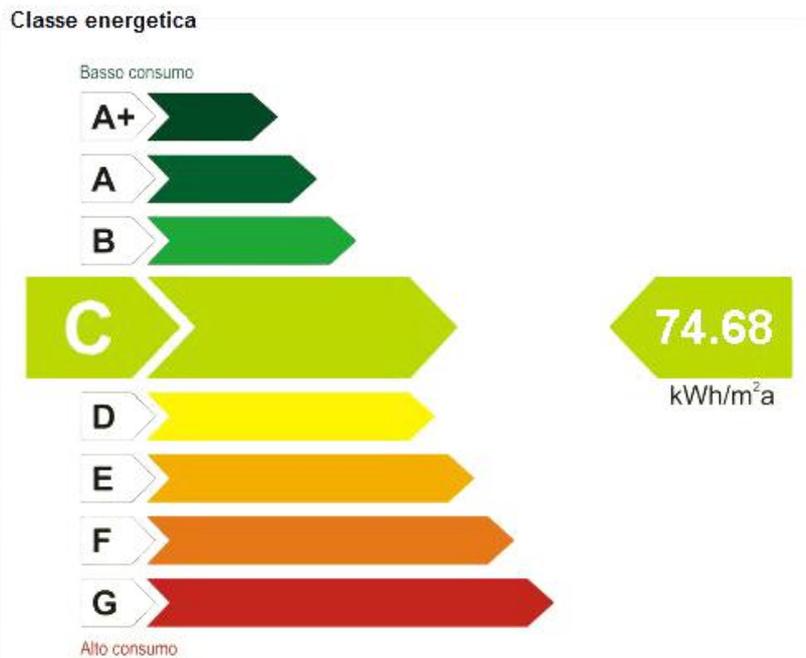
che, moltiplicati per la superficie lorda del fabbricato A_L , forniscono i valori di fabbisogno annuo dell'involucro, i quali ammontano a 33.304,64 Kwh annui per la climatizzazione invernale e a 20.337,26 Kwh annui per la climatizzazione estiva.



INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

- Riscaldamento $ET_H = 43,97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Raffrescamento $ET_C = 26,85 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Acqua calda sanitaria $ET_W = 30,57 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Immagine 5.1: energia termica della certificazione CENED ai minimi di legge



INDICATORI

- Rapporto S/V = 0,55
- GG = 2617
- Riscaldamento $EP_H = 74,68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Acqua calda sanitaria $EP_W = 114,62 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Totale per usi termici = 189,30 kWh/m²a
- Emissioni di CO₂ = 14,90 kg/m²

Immagine 5.2: energia primaria della certificazione CENED ai minimi di legge

5.2.2 Analisi dei costi

Successivamente è stata effettuata una stima dei costi necessari ad una ristrutturazione per poter riqualificare l'edificio secondo i limiti di legge: in questa analisi si è tenuto conto solo di quegli interventi che influiscono sulle prestazioni energetiche dell'edificio, pertanto il costo totale delle opere sarà inferiore di quello necessario dell'intera ristrutturazione.

Per questo tipo di analisi sono state ipotizzate delle strutture disperdenti che raggiungano i valori limiti di trasmittanza esplicitati dall'allegato B del D.M del 26 gennaio 2010:

- SST1: intonaco interno a civile, laterizio pieno, cappotto esterno costituito da lastre di poliuretano espanso di spessore 10 cm, intonaco esterno di sabbia e calce
- SST2: intonaco interno a civile, laterizio forato, cappotto esterno costituito da lastre di poliuretano espanso di spessore 9 cm, intonaco esterno di sabbia e calce
- SST3: basamento in calcestruzzo di spessore 10 cm, vespaio areato di altezza 145 cm, lastra Predalles di spessore 20 cm, getto di completamento in calcestruzzo di spessore 10 cm, pannelli di poliuretano espanso di spessore 4,5 cm, massetto nel quale sono annegati i pannelli radianti, pavimentazione
- SST4: perline in legno, orditura primaria e secondaria in legno lamellare, pannelli di poliuretano espanso di spessore 12 cm, listelli ferma tegole in legno, manto di copertura in tegole portoghesi

Queste ipotesi di strutture e i relativi prezzi unitari consultati dal "Listino delle opere edili" della Camera di Commercio di Milano del 2011, permettono di stimare un costo di ristrutturazione che ammonta a 162.046,05 €, ossia 243,15 €/m².

Tipologia di intervento		Prezzo unitario	Quantità	Importo
Strutture orizzontali	1. Posa dell'isolante sul solaio contro terra	27,00 €/m ²	383,05 m ²	10.342,35 €
	Costo totale degli interventi su strutture orizzontali =			10.342,35 €
Strutture verticali	2. Posa del cappotto esterno	30,00 €/m ²	565,00 m ²	16.950,00 €
	3. Intonaco esterno	25,00 €/m ²	565,00 m ²	14.125,00 €
	Costo totale degli interventi su strutture verticali =			31.075,00 €
Copertura	4. Posa dell'isolante	30,00 €/m ²	440,07 m ²	13.202,10 €
	5. Posa del nuovo manto di copertura	27,25 €/m ²	410,07 m ²	11.174,41 €
	Costo totale degli interventi sulla copertura =			24.376,51 €
Serramenti	6. Installazione degli elementi trasparenti	387,00 €/m ²	67,78 m ²	26.232,80 €
	Costo totale per l'installazione dei serramenti =			26.232,80 €

Sistema impiantistico	7. Caldaia standard	4000 €/cad.	1	4000,00 €
	8. Posa dei pannelli radianti	80,00 €/m ²	666,43 m ²	53.314,40 €
	9. Impianto solare termico	423,50 €/m ²	30,00 m ²	12.705,00 €
	Costo totale per l'installazione degli impianti			= 70.019,40 €
COSTO TOTALE DEGLI INTERVENTI				= 162.046,05 €
COSTO PER UNITA' DI SUPERFICIE				= 243,15 €/m²

Tabella 5.4: analisi dei costi necessari per portare l'edificio ai minimi di legge

5.3 Intervento di ristrutturazione in progetto

5.3.1 Prestazioni energetiche

La fase successiva di questa analisi consiste nella redazione di una certificazione energetica nella quale vengono inserite strutture disperdenti e sistemi impiantistici come descritti nel capitolo 4.

Sono stati quindi inseriti i seguenti dati:

- Ambienti riscaldati:

Superficie utile A: 666,43 m² Superficie lorda A_L: 776,43 m²
 Volume netto V: 1858,52 m³ Volume lordo V_L: 2585,96 m³

La riduzione di V e V_L rispetto alla certificazione precedente, è dovuta all'installazione di una controsoffittatura nel corpo est.

- Elementi disperdenti:

- SST1: Muratura in laterizio pieno con cappotto esterno e rivestimento in legno a formazione di camera ventilata U = 0.17 W/m²K
- SST2: Muratura in laterizio forato con cappotto esterno e rivestimento in legno a formazione di camera ventilata U = 0.16 W/m²K
- SST3: Solaio contro terra areato tipo "Predalles" U = 0.21 W/m²K
- SST4: Copertura isolata e ventilata in legno ed elementi in laterizio U = 0.18 W/m²K
- SST5: Serramenti opachi U = 0,60 W/m²K
- Serramenti trasparenti U = 0,70 W/m²K

- Superfici di involucro:

Elementi disperdenti	Esposizione				
	NORD	SUD	OVEST	EST	H
SST1	22,53 m ²	51,15 m ²	74,50 m ²		
SST2	97,97 m ²	66,87 m ²	100,40 m ²	151,53 m ²	
SST3					443,72 m ²
SST4					440,07 m ²
SST5			7,26 m ²	2,36 m ²	
Superfici trasparenti	13,06	20,80 m ²	4,20 m ²	29,72 m ²	

Tabella 5.5: superfici di involucro e relativi orientamenti

- Centrale termica:

- impianto termico con generazione termica combinata
- pompa di calore con scambio acqua-acqua alimentata tramite energia elettrica
- potenza termica nominale al focolare 24,70 Kw
- Sistema di emissione: sottosistema costituito da pannelli radianti annegati a pavimento, sottosistema di controllo costituito da regolatore climatico + ambiente.

- Solare termico: impianto costituito da tubi sottovuoto, esposizione a sud, inclinazione di 10°, superficie di 30 m², a servire tutta la superficie utile dell'edificio

I risultati ottenuti sono i seguenti:

- Indicatore di climatizzazione invernale ET_H : 27,19 Kwh/m²a
- Indicatore di climatizzazione estiva ET_C : 20,31 Kwh/m²a

che, moltiplicati per la superficie lorda del fabbricato A_L , forniscono i valori di fabbisogno annuo dell'involucro, i quali ammontano a 21.111,13 Kwh annui per la climatizzazione invernale e a 15.769,29 Kwh annui per la climatizzazione estiva.

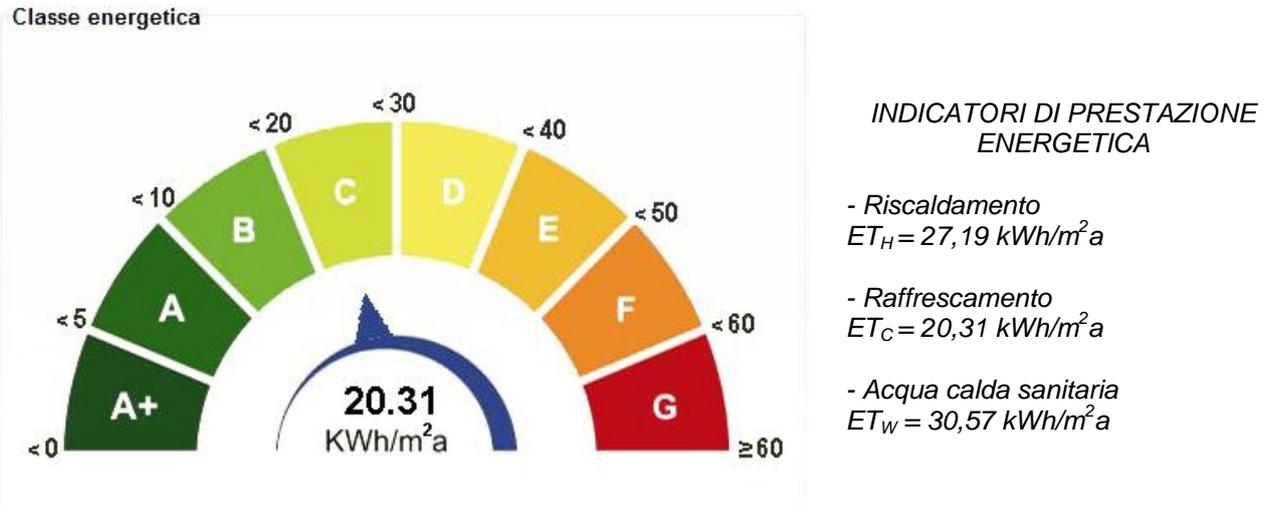


Immagine 5.3: energia termica della certificazione CENED dell'edificio in progetto

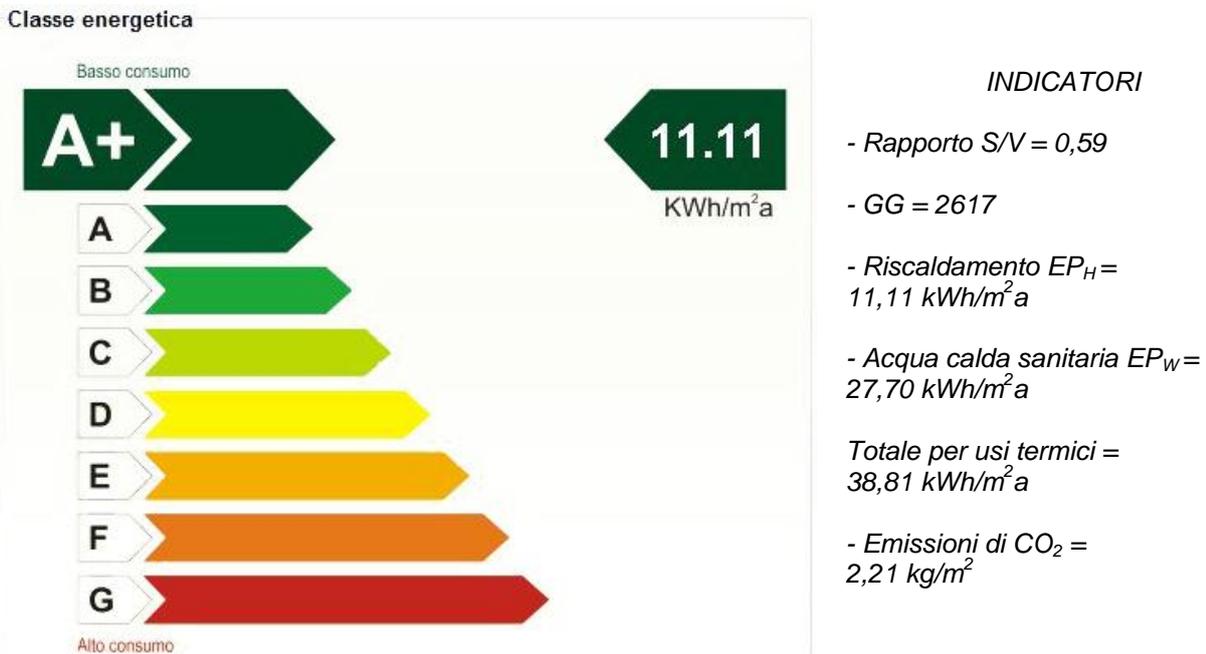


Immagine 5.4: energia primaria della certificazione CENED dell'edificio in progetto

5.3.2 Analisi dei costi

Come per il caso precedente, è stata poi effettuata una stima dei costi necessari alla ristrutturazione in progetto, così come descritta nel capitolo 4: anche vengono considerate solo le opere che influiscono sulle prestazioni energetiche dell'edificio.

Da questa analisi è stato stimato un costo di ristrutturazione che ammonta a 236.872,40 €, ossia 355,43 €/m².

Tipologia di intervento		Prezzo unitario	Quantità	Importo
Strutture orizzontali	1. Posa dell'isolante sul solaio contro terra	27,00 €/m ²	383,05 m ²	10.342,35 €
	2. Controsoffittatura del corpo est	32,00 €/m ²	117,95 m ²	3.774,40 €
	Costo totale degli interventi su strutture orizzontali			= 14.116,75 €
Strutture verticali	3. Posa del cappotto esterno	32,00 €/m ²	565,00 m ²	18.080,00 €
	4. Rivestimento esterno in legno per camera ventilata	55,00 €/m ²	565,00 m ²	31.075,00 €
	Costo totale degli interventi su strutture verticali			= 49.155,00 €
Copertura	5. Posa dell'isolante	30,00 €/m ²	440,07 m ²	13.202,10 €
	6. Posa del nuovo manto di copertura ventilato	28,75 €/m ²	410,07 m ²	11.789,51 €
	Costo totale degli interventi sulla copertura			= 24.991,61 €
Serramenti	7. Installazione degli elementi trasparenti	490,00 €/m ²	67,78 m ²	33.214,65 €
	Costo totale per l'installazione dei serramenti			= 33.214,65 €
Sistema impiantistico	8. Installazione pompa di calore idrotermica	9.125 €/cad.	1	9125,00 €
	9. Posa dei pannelli radianti	80,00 €/m ²	666,43 m ²	53.314,40 €
	10. Impianto solare termico	423,50 €/m ²	30,00 m ²	12.705,00 €
	11. Micro turbina idroelettrica	20.125 €/cad.	2	40.250,00 €
Costo totale per l'installazione degli impianti			= 115.394,40 €	
COSTO TOTALE DEGLI INTERVENTI				= 236.872,40 €
COSTO PER UNITA' DI SUPERFICIE				= 355,43 €/m²

Tabella 5.6: analisi dei costi necessari per la ristrutturazione in progetto

5.4 Ritorno economico

L'ultima fase di questa analisi consiste nel dimostrare l'efficacia degli interventi di riqualificazione in progetto, ossia provare che il risparmio economico dovuto al minor consumo energetico è maggiore dei costi sostenuti per i lavori di ristrutturazione.

Il calcolo si basa sul confronto fra l'analisi dei costi delle due ipotesi di ristrutturazione e le loro prestazioni energetiche, rapportati poi all'attuale prezzo dell'energia che, secondo l'Autorità per l'energia elettrica e il gas, ammonta a 0,23 €/kWh.

Questo valore viene ipotizzato costante al variare del tempo e non si tiene quindi conto di un suo cambiamento a causa dell'incertezza dei prezzi futuri dovuta a numerosi fattori, di cui alcuni difficilmente prevedibili.

Così come dimostrato in tabella 5.6, è stato stimato che il tempo di ritorno dell'investimento è di sette anni e otto mesi.

Δ costi fra le due ipotesi di ristrutturazione	74.826,35 €
Δ costi per unità di superficie	112,28 €/m ²
Sovrapprezzo	31,60 %
<hr/>	
FEP dell'edificio ai limiti di legge	74,68 kWh/m ²
FEP dell'edificio in progetto	11,11 kWh/m ²
Δ FEP	63,57 kWh/m ²
Risparmio energetico	85,12 %
Risparmio energetico in un anno solare	49.357,65 kWh
<hr/>	
Prezzo dell'energia	0,23 €/kWh
Risparmio lordo in un anno solare	9.743,94 €
<hr/>	
Tempo di ritorno semplice	7,68 anni

Tabella 5.7: analisi del ritorno economico dell'investimento

CONCLUSIONI

Gli interventi di riqualificazione funzionale prima descritti trasformano il Mulino da edificio “passivo” in stato di abbandono a punto di riferimento per le attività del PLIS dei Mulini grazie agli spazi destinati ad Infopoint e al Bike sharing.

Con l’agriturismo ed il Bed & Breakfast, inoltre, si estende la possibilità di vivere il Parco anche ad utenti provenienti da lontano come gli atleti della “Cinque Mulini” o gli sportivi interessati ad intraprendere un itinerario ciclabile di più giorni.

Grazie a queste scelte progettuali, sono state ripristinate, anche se in modo diverso di come si presentava ai tempi del suo massimo splendore, le caratteristiche di notabilità e pregio che possedeva il Mulino prima di essere ristrutturato e abbandonato.

La decisione di installare un impianto micro idroelettrico, oltre a generare energia pulita, ripristina e rafforza il rapporto tra uomo, acqua ed energia che ha caratterizzato la Valle dell’Olona nel corso della sua storia.

Le caratteristiche tecnologiche ed impiantistiche del nuovo edificio lo collocano in classe energetica A+, permettendo così di conseguire gli obiettivi di impatto ambientale minimo e di risparmio energetico e, attraverso l’analisi economica, sono state dimostrate l’efficacia ed i benefici degli interventi in progetto.

Rispetto ad una ristrutturazione che si limita al rispetto dei valori minimi di legge, infatti, il “nuovo Mulino” avrà un consumo di energia primaria inferiore dell’ 85%, con un sovrapprezzo del 31,60 %, ammortizzabile in soli sette anni e otto mesi.