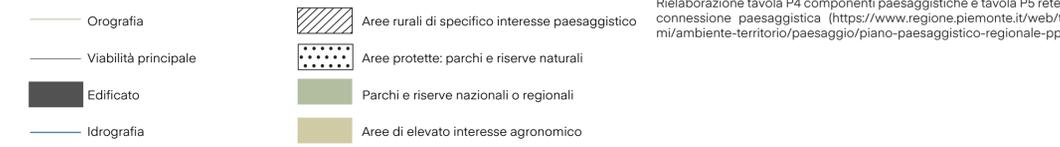
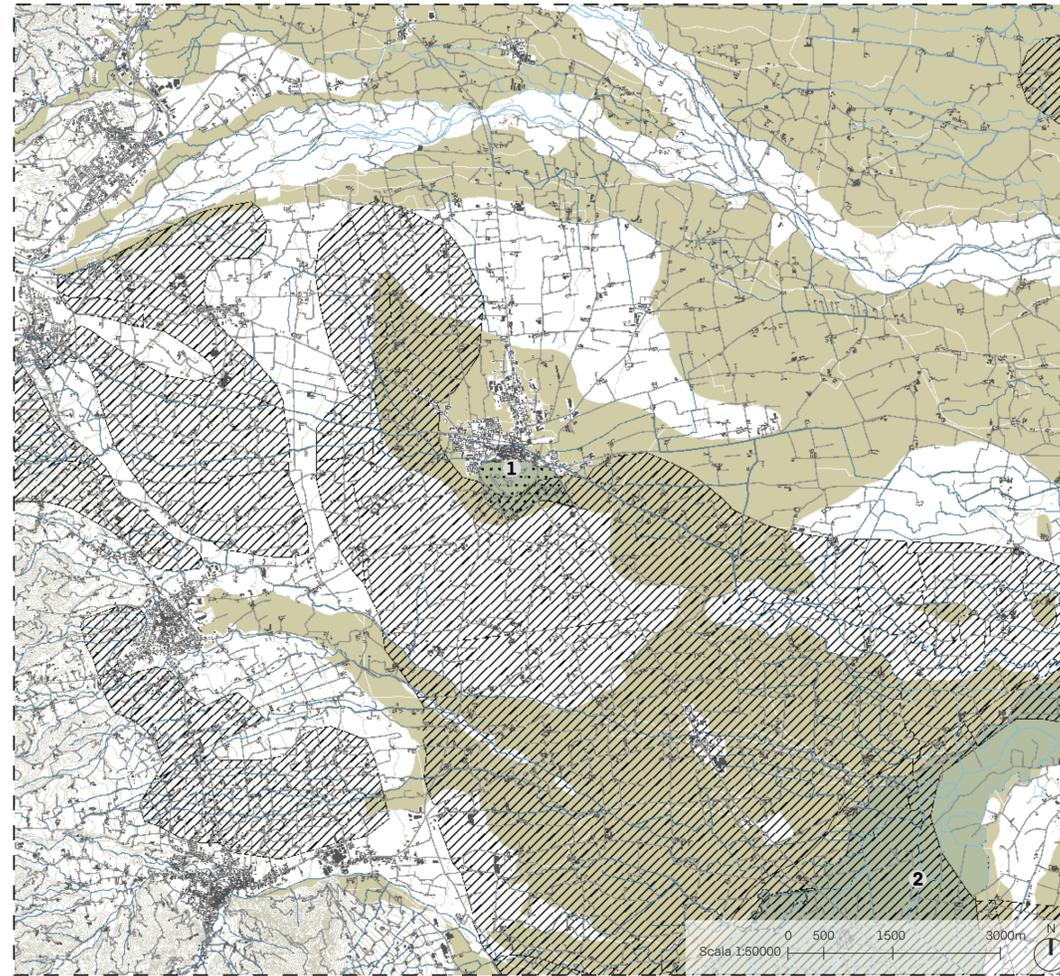


Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



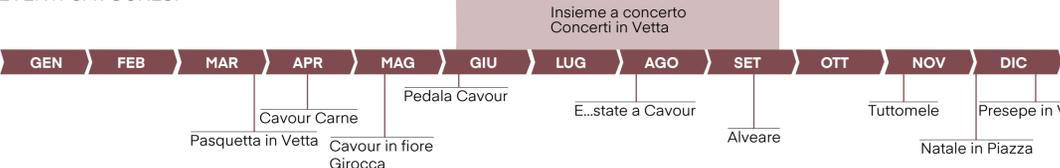
**ANALISI DEL CONTESTO**

**AREE DI INTERESSE PAESAGGISTICO**

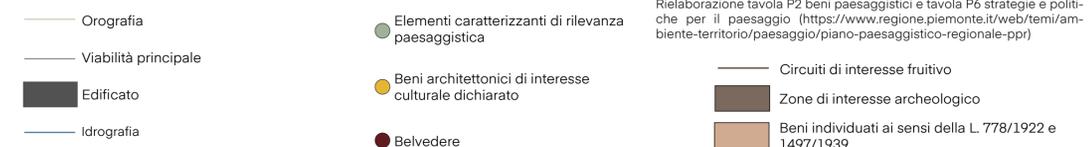
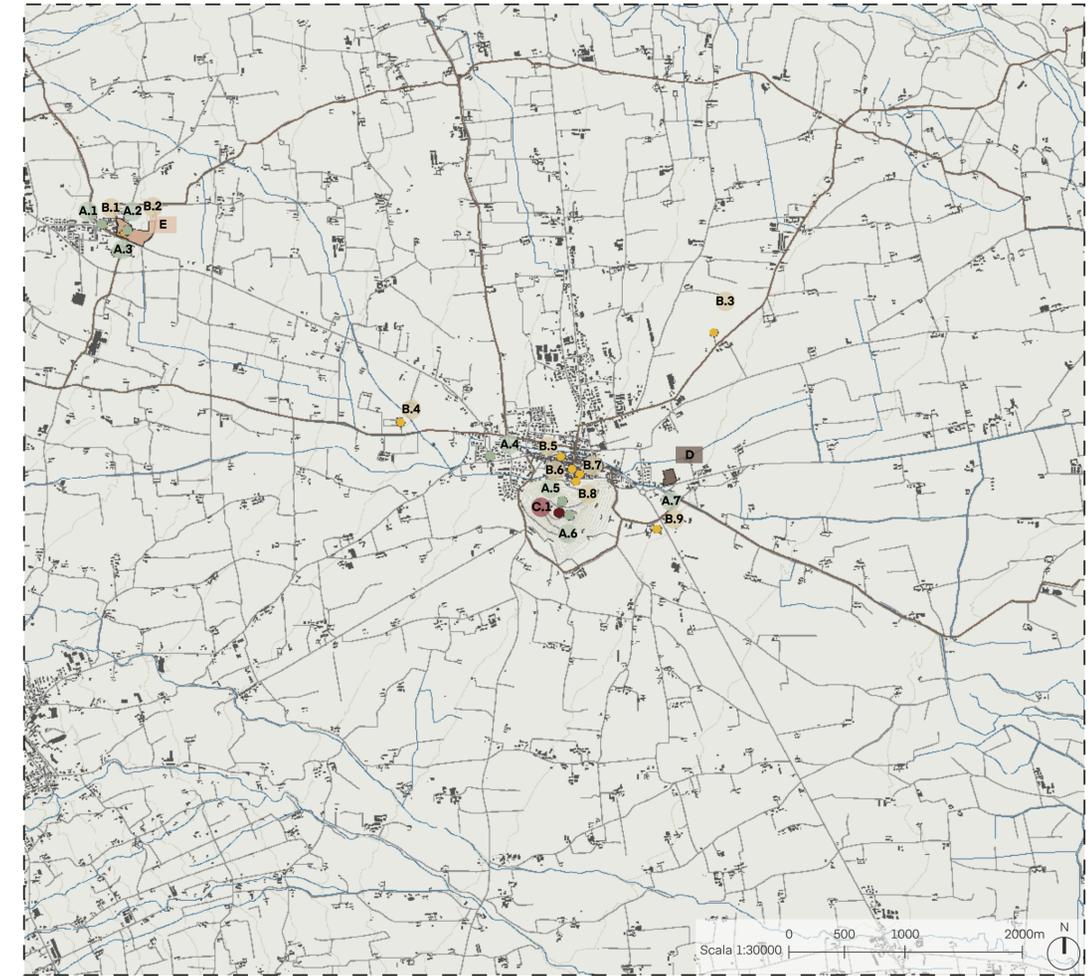


- 1 Parco naturale della Rocca di Cavour
- 2 Area contigua della fascia fluviale del Po-tratto cuneese

**EVENTI CAVOURESI**



**ELEMENTI DI INTERESSE PAESAGGISTICO-CULTURALE**



- A.1** Piazza S. Marcellino: Palazzi medievali e Loggia del Mercato
- A.2** Chiesa parrocchiale di San Giovanni Battista
- A.3** Villa Luserna
- A.4** Centro storico di Cavour
- A.5** Incisioni e pitture rupestri preistoriche sulla Rocca di Cavour
- A.6** Rocca di Cavour
- A.7** Abbazia di Santa Maria a sud-est della Rocca di Cavour
- B.1** Casa Cantoniera
- B.2** Villa Luserna e Parco annesso
- B.3** Cappella del XVI secolo
- B.4** Complesso di Villa Lupi di Moirano di Cavour
- B.5** Casa Plochiu'-Giolitti
- B.6** Palazzo Acaja-Racconigi
- B.7** Complesso ex ospizio femminile e orfanotrofio
- B.8** Villa Giolitti e parco alla Rocca
- B.9** Rocca Bramafame (rovine)
- C.1** Punto Belvedere Rocca di Cavour
- D** Inseediamento di eta' romana
- E** Parco della villa del Marchese Emanuele San Martino di San Germano

**LOCALIZZAZIONE E ACCESSIBILITÀ**



**DISTANZE E TEMPI DI PERCORRENZA**

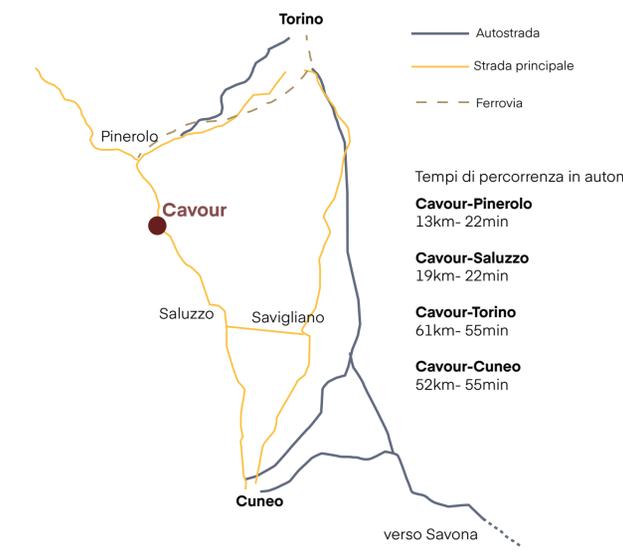


Foto aerea della Rocca, di Daniele Fornero (2021)



Foto della Rocca, versante est (2022)



Abbazia di Santa Maria (2024)



Villa Giolitti (2022)



Cavotta in Fiore, Piazza Solferino (2023)



Pedalacavour (2023)



Foto della Rocca, dal pilone della Vetta e dai ruderi del Castello (2023)



Foto della campagna cavottese fotografata dalla Vetta della Rocca (2023)



Palazzo Acaja-Racconigi (2024)



Foto aerea del centro storico di Cavour e alle pendici della Rocca, in basso si trova il Mulino dei Benso (2023)



Insieme a concerto, Abbazia di Santa Maria (2024)

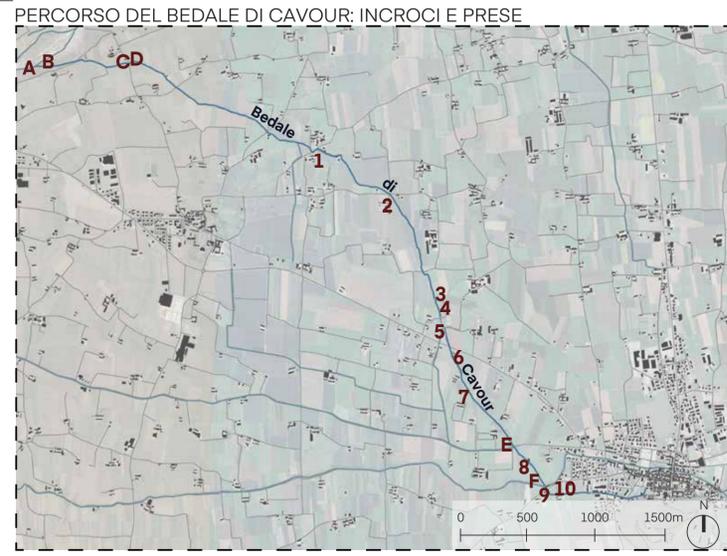


Tuttomele, Piazza Sforzini (2021)

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



ANALISI DEL CONTESTO



- LEGENDA**
- Orografia
  - Viabilità principale
  - Edificato
  - Idrografia
  - Canale di Cavour
- Fasce fluviali PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico):
- ▨ Fascia A
  - ▨ Fascia B
  - ▨ Fascia C
- Usi Suolo Agricolo
- Boschi, arboricoltura e altre superfici
  - Particelle biologiche
  - Coltivazioni permanenti
  - Orti Familiari
  - Prati permanenti e pascolo
  - Seminativi
- ALTRI ELEMENTI**
- A** Percorso del Torrente Pellice
  - B** Vasca di ripartizione del Torrente Pellice
  - C** Arrivo canalizzazione interrata del Canale di Cavour
  - D** Centrale idroelettrica su Bedale di Cavour
  - E** Incrocio tra Canale di Bibiana e Bedale di Cavour
  - F** Incrocio a sfioro tra Riomarone e Bedale di Cavour

**FONTI**

- In alto carta toponomastica dei Canali di Bibiana-Fenile Campiglione- Cavour- Bricherasio, Associazione turistica Procaavour, scala 1:25000, 1920.
- A destra rielaborazione Mappa Satellitare estratta da Geoportale (12.07.2024)
- <https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwerk/sr-v/ita/>
- <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/agroambiente-meteo-suoli/suoli-paesaggi-agrari-piemonte>

**PRESE E INCROCI**

- 1** Presa Bealera Palliera
- 2** Presa Bealera S. Giovanni (notte)
- 3** Presa Bealera S. Giovanni (giorno)
- 4** Presa Bealera la Bocchiarda
- 5** Presa Bealera Casassa
- 6** Presa Bealera la Campigliona
- 7** Presa Bealera la Comuna
- 8** Presa Bealera la Romana
- 9** Presa Bealera Comunale
- 10** Presa Bealera Berserice

Il rilievo fotografico è stato effettuato il 16/07/2024



**A** Percorso del Torrente Pellice    **B** Vasca di ripartizione del Torrente Pellice    **C** Arrivo canalizzazione interrata del Canale di Cavour    **D** Centrale idroelettrica su Bedale di Cavour    **E** Incrocio tra Canale di Bibiana e Bedale di Cavour    **F** Incrocio a sfioro tra Riomarone e Bedale di Cavour    **G** Presa Bealera la Campigliona    **H** Presa Bealera la Comuna    **I** Presa Bealera la Romana    **J** Presa Bealera Comunale

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**ANALISI DEL CENTRO URBANO**



**ACCESSIBILITÀ**

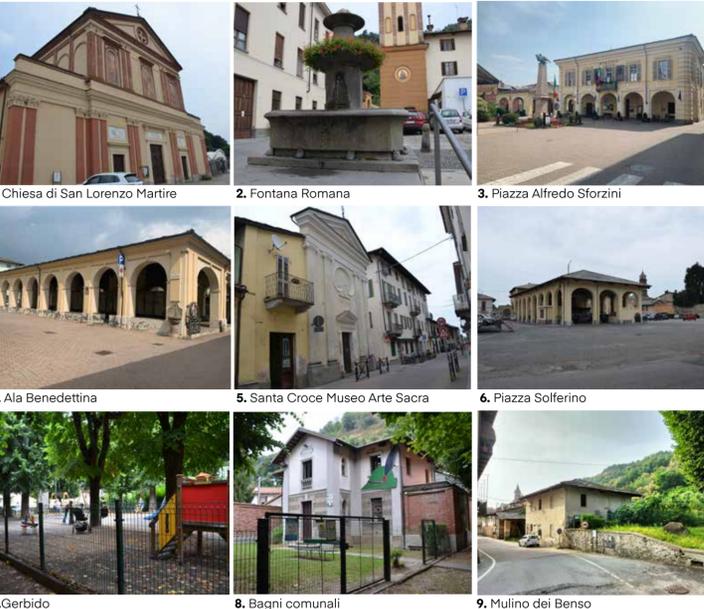
- Limite centro storico
- Idrografia
- Strade asfaltate
- Pavimentazione in autobloccante
- Pavimentazione in ciottoli
- Parcheggi

**PUNTI DI INTERESSE E SERVIZI**

- Scuola
- Chiesa
- Luoghi di ritrovo
- Ristorante
- Bar
- Comune
- Biblioteca
- Panetteria/pasticceria
- Campo sportivo
- Mulino dei Benso

**RILIEVO FOTOGRAFICO**

Il rilievo fotografico è stato effettuato il 23/09/2024

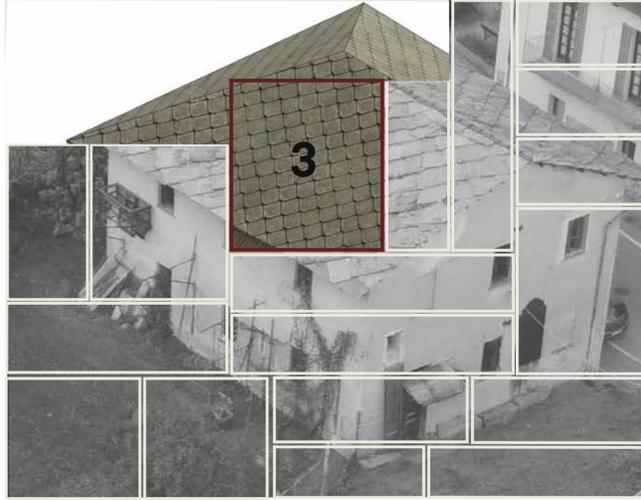


1. Chiesa di San Lorenzo Martire  
2. Fontana Romana  
3. Piazza Alfredo Sforzini  
4. Ala Benedettina  
5. Santa Croce Museo Arte Sacra  
6. Piazza Solferino  
7. Gerbido  
8. Bagni comunali  
9. Mulino dei Benso

FONTI  
-Rielaborazione Mappa Satellitare estratta da Geoportale (16.05.2024)  
-<https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/home>



Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**RILIEVO ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

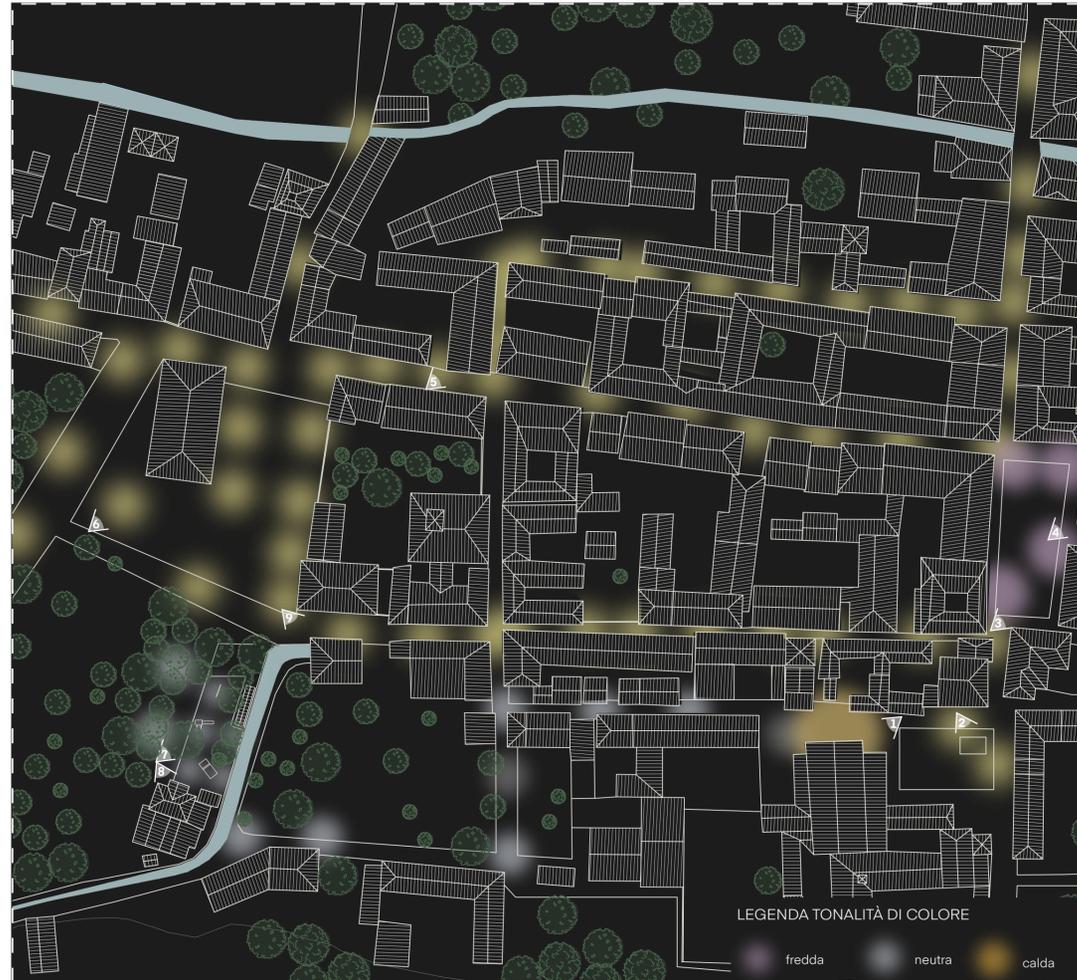
**CLASSIFICAZIONE STRADE (secondo UNI 11248:2016)**



**MAPPATURA APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

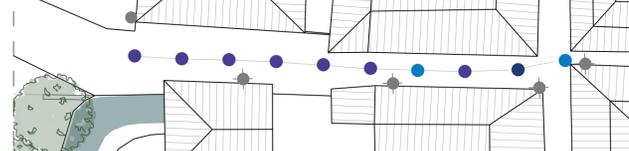


**TONALITA' DI COLORE DELLA LUCE DELLE SORGENTI LUMINOSE**



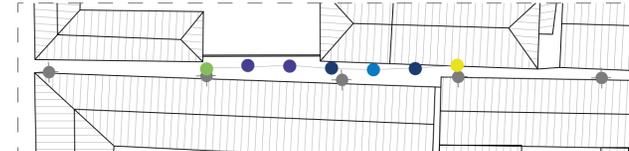
**INDAGINE SPERIMENTALE: VERIFICA ILLUMINAMENTO VERTICALE E ORIZZONTALE**

Area misurazione: via Conte di Cavour davanti al Mulino



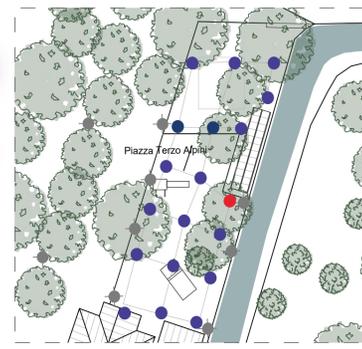
DATI MISURATI		REQUISITI (UNI EN 13201)	
$E_{amb}[lx]$	5,5	>15	NON VERIFICATO
$E_{coro}[lx]$	1,2	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes}[lx]$	11,6	n.d.	/
$U_0$	0,1	>0,40	NON VERIFICATO
$E_{mes\_est}[lx]$	0,45	>5	NON VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	6,1	n.d.	/
$E_{mes\_ovest}[lx]$	0,95	>5	NON VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	7,42	n.d.	/

Area misurazione: via Conte di Cavour



DATI MISURATI		REQUISITI (UNI EN 13201)	
$E_{amb}[lx]$	10,5	>15	NON VERIFICATO
$E_{coro}[lx]$	2,7	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes}[lx]$	22,6	n.d.	/
$U_0$	0,1	>0,40	NON VERIFICATO
$E_{mes\_est}[lx]$	2,6	>5	NON VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	1,3	n.d.	/
$E_{mes\_ovest}[lx]$	1,8	>5	NON VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	13,2	n.d.	/

Area misurazione: Piazza Terzo Alpini



DATI MISURATI		REQUISITI (UNI EN 13201)	
$E_{amb}[lx]$	4,9	>10	NON VERIFICATO
$E_{coro}[lx]$	0,2	>2	NON VERIFICATO
$E_{mes}[lx]$	43,4	n.d.	/
$U_0$	0,0	>0,40	NON VERIFICATO
$E_{mes\_nord}[lx]$	0,7	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes\_nord}[lx]$	10,2	n.d.	/
$E_{mes\_est}[lx]$	0,1	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes\_est}[lx]$	34,9	n.d.	/
$E_{mes\_sud}[lx]$	0,1	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes\_sud}[lx]$	12,1	n.d.	/
$E_{mes\_ovest}[lx]$	0,7	>3	NON VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	10,3	n.d.	/

Area misurazione: Piazza Alfredo Sforzini



DATI MISURATI		REQUISITI (UNI EN 13201)	
$E_{amb}[lx]$	23,6	>10	VERIFICATO
$E_{coro}[lx]$	8,5	>2	VERIFICATO
$E_{mes}[lx]$	54,7	n.d.	/
$U_0$	0,2	>0,40	NON VERIFICATO
$E_{mes\_nord}[lx]$	4,7	>3	VERIFICATO
$E_{mes\_nord}[lx]$	19,4	n.d.	/
$E_{mes\_est}[lx]$	5,2	>3	VERIFICATO
$E_{mes\_est}[lx]$	29,5	n.d.	/
$E_{mes\_sud}[lx]$	5,7	>3	VERIFICATO
$E_{mes\_sud}[lx]$	25,4	n.d.	/
$E_{mes\_ovest}[lx]$	3,5	>3	VERIFICATO
$E_{mes\_ovest}[lx]$	29,2	n.d.	/



**FONTE**  
 -Rielaborazione Mappa Satellitare estratta da Geoportale (14.05.2024)  
<https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search/#home>  
 -UNI 11248-2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche  
 -UNI EN 13201:2016 Illuminazione stradale



**Apparecchi**

Lanterna su sostegno a parete, sorgente luminosa a LED (con piastre retrofitt)  
 Sistema di illuminazione stradale su palo, sorgente luminosa a LED  
 Sistema di illuminazione a parete sotto gronda con proiettore, sorgente luminosa a LED



**RILIEVO FOTOGRAFICO NOTTURNO**

Il rilievo fotografico è stato effettuato il 11/10/2024





Politecnico di Torino

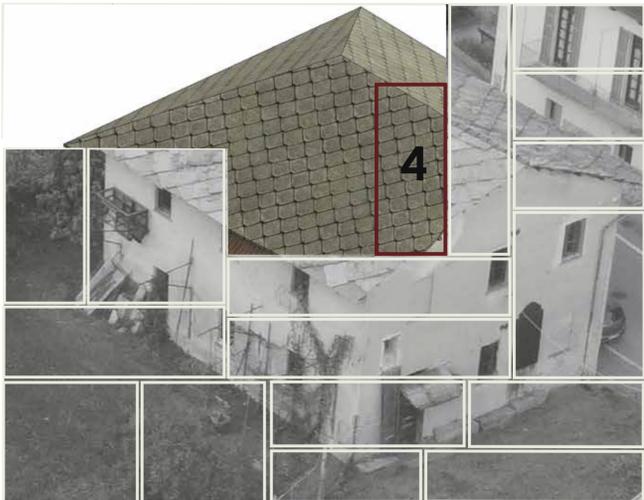
Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

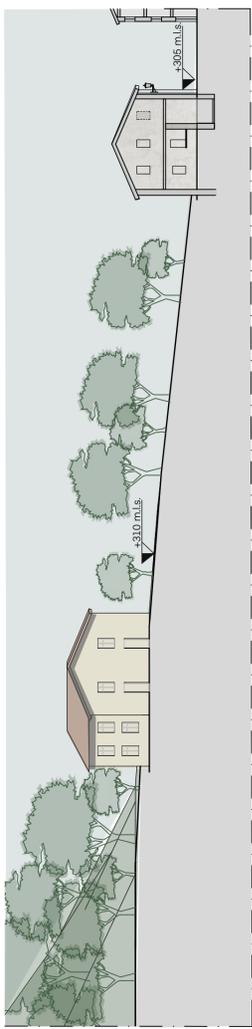
Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

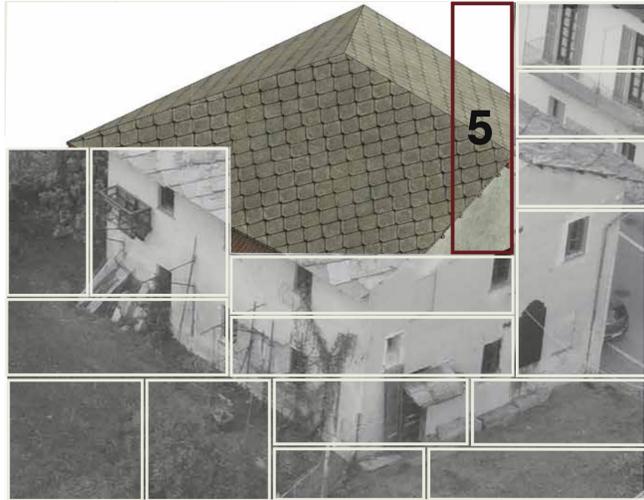
Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



PLANIMETRIA E SEZIONI TERRITORIALI



Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale. Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**INQUADRAMENTO STORICO**

**10 novembre 1649**

**La famiglia Benso ottiene il Marchesato di Cavour: Michele Antonio (1600-1655) ottiene dal Duca Carlo Emanuele II il titolo di marchese**

Cavour ottiene il grado di Marchesato in quanto confinava con Pinerolo, che al tempo era in mano ai francesi. Giorgio di Francesco, *Gruppo Ricerca Storica della Procaavour*, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, pp. 331-333.

3

**1747**

**Bandi concernenti la bannalità dei mulini firmati dal Marchese Michele Antonio Benso**

Il feudatario di Cavour è titolare della bannalità dei mulini e forni. I mulini feudali erano: quello della villa (Mulino dei Benso), dei Prati e quello di Cima. Tramite i Bandi era vietata la macinazione presso l'altro mulino o l'acquisto di farina macinata in altri luoghi. Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, pp. 424-428.



5

**1852**

**Atto di "affittamento" dei tre mulini (Dei Benso, Prati, Devesio)**

L'atto venne stipulato tra Gustavo Benso di Cavour e il Sig. Odetti. Ferdinando Garola, *Mille anni di storia di acque e molini a Cavour*, Cavour, 2015.

**1875**

**Ortensia Sellon di Allemand eredita le proprietà dei Benso dal Marchese Ainaro**

Ortensia Sellon diventa proprietaria del Mulino della Villa, del Mulino da canapa (in frazione Sant'Agostino) e di altri terreni ed edifici. *Visure Catastali dei beni dei Conti di Cavour*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 7, 1875.

**1923**

**Testimoniati di Stato ed Estimo dei meccanismi ed accessori esistenti nel Molino detto della Villa**

Descrizione accurata del mulino ed elenco dei suoi meccanismi. *Scrittura di Locazione*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 4, 1923.

**1927**

**Lavori eseguiti al Mulino dei Benso**

Costruzione di un servizio igienico, riparazione del pollaio, riparazione scala e muro di sostegno del bedale (calce, cemento e mattoni). Salusso Giuseppe capomastro di Cavour, *Lavori eseguiti al Mulino Villa*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 22, 1927.



11

**1931**

**Richiesta revoca provvedimento di classifica del Mulino**

Viene richiesta un'ulteriore ispezione che possa considerare il Mulino dei Benso come semi-automatico e idoneo a produrre farina per pani di tipo comune (di 2a categoria). *Scrittura di Locazione*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 20, 1931.



13

**2022**

**Tutela dell'immobile**

Tutela per le caratteristiche tipologiche ed architettoniche. Non è ammessa la demolizione. Variante Parziale n. 18 al PRGC Vigente, Comune di Cavour.

**XV secolo**

**Presenza del Mulino del Gerbido / di Villa**

Il Mulino si trova all'interno della cinta muraria antica alla sinistra della bealera dei Molini. Fonti orali

**Fondazione dell'Abbazia di Santa Maria per volontà del Vescovo di Torino Landolfo e costruzione di tre opere idriche da parte dei Frati Benedettini, il Canale di Via Vecchia, il Bedale di Cavour, il Bedale dei Molini**

Cavour era un comune povero di risorse idriche, prima di queste opere solo un torrente (Rio Marone) attraversava il Comune e permetteva di irrigare i campi. Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, pp. 432-446.

**1607**

**1° capo dello Statuto di Cavour: DE MOLENDINARIS, QUI ULTRA MENSURAM CEPERIT, VEL DE GRANO FORATI FUERINT**

Pochi Statuti di Cavour sono stati conservati, a causa dei saccheggi che hanno interessato il luogo. Due Statuti antichi sono stati preservati, il secondo fa parte degli Atti riguardanti i mulini comunali. Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria.

**2 marzo 1635**

**Il feudo di Cavour è riconsegnato al Patrimonio ducale**

Dopo la morte di Bernardino II di Racconigi, non avendo lasciato eredi, il feudo rientra nel Patrimonio Ducale. Tra i beni elencati compaiono 3 mulini: uno detto della Villa (Mulino del Gerbido), uno dei Prati, uno di Cima (ognuno di due ruote volanti). Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, pp.313.

**1742**

**Carta storica dove è riportata la posizione dei tre mulini presenti all'interno del Comune di Cavour**

Il Mulino dei Benso si trova dal lato opposto del bedale rispetto alla posizione odierna.



4

**12 marzo 1795**

**Atto di "affittamento" dei tre mulini feudali**

L'atto venne stipulato tra il marchese Giuseppe Filippo Benso e Francesco Coalova e Stefano Lingua, esso aveva una durata di nove anni. Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, pp. 430-431. *Contratto di affitto dei tre mulini di Cavour*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 11, 1795.

**1855**

**Costruzione della Tettoia adiacente al Mulino**

Il sig. Odetti richiede uno scambio di terreni per ottenere la costruzione del porticato. Ferdinando Garola, *Mille anni di storia di acque e molini a Cavour*, Cavour, 2015.

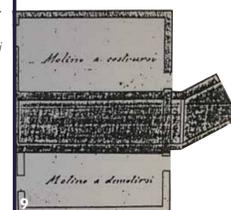


7

**1925**

**Atto di "affittamento" tra Sig. Barone Leopoldo Maurice e Bano Giuseppe**

Atto di durata sei anni, con canone d'affitto 7000 lire annue. *Molino esercito da Bano Giuseppe*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 2, 1925.



**Demolizione e ricostruzione del Mulino dei Benso**

Il mulino occludeva Via Conte di Cavour, che dal centro del paese permette di arrivare al Gerbido. L'amministrazione comunale decide di demolire l'antico edificio e di costruirne uno nuovo dalla parte opposta del Bedale.

Giorgio di Francesco, *Cavour, pagine di microstoria*, Gruppo Ricerca Storica della Procaavour, Stampa Graf Art, Venaria, 2006, p. 552. *Planimetria del Mulino da demolire e quello da costruire del Perito Comunale*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 7, 1879.

**1879**

**1930**

**Lavori eseguiti al Mulino di Villa**

Riparazione della tettoia. Febbre Michelangelo, *Lavori eseguiti al Mulino Villa*, Archivio Storico del Comune di Cavour, fondo Mulini e Lavatoi, fascicolo 43, 1927.



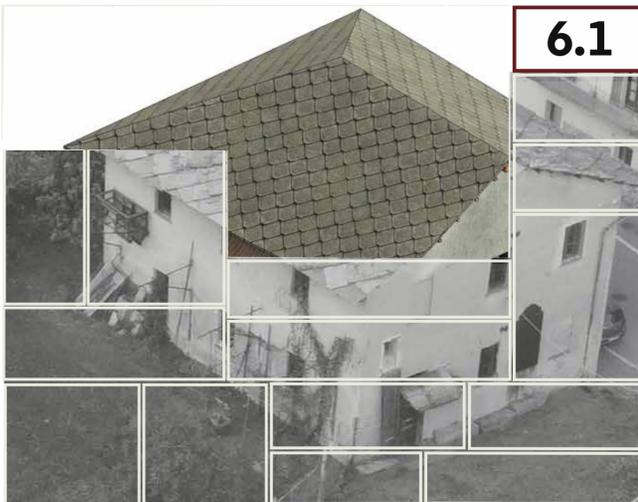
12

**agosto 1980**

**Chiusura definitiva del Mulino**

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**

6.1

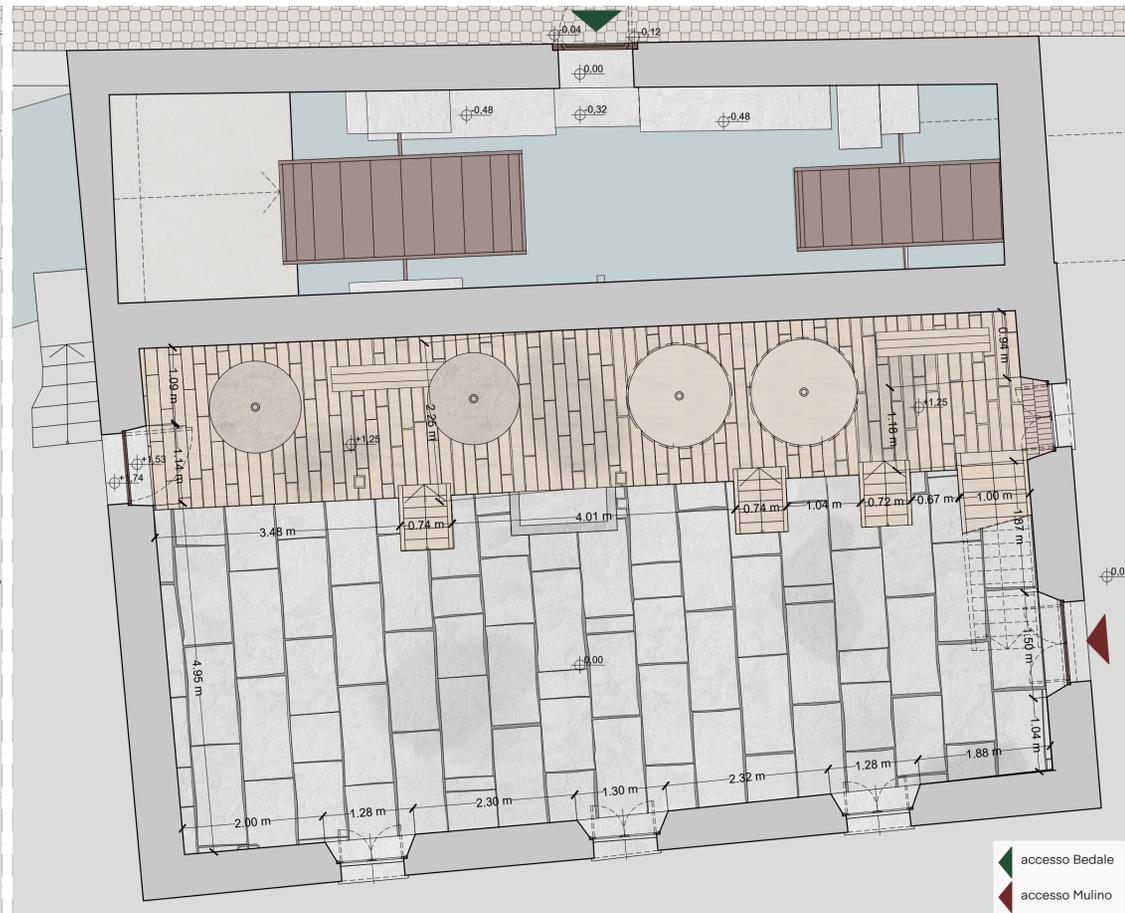


RILIEVO ARCHITETTONICO

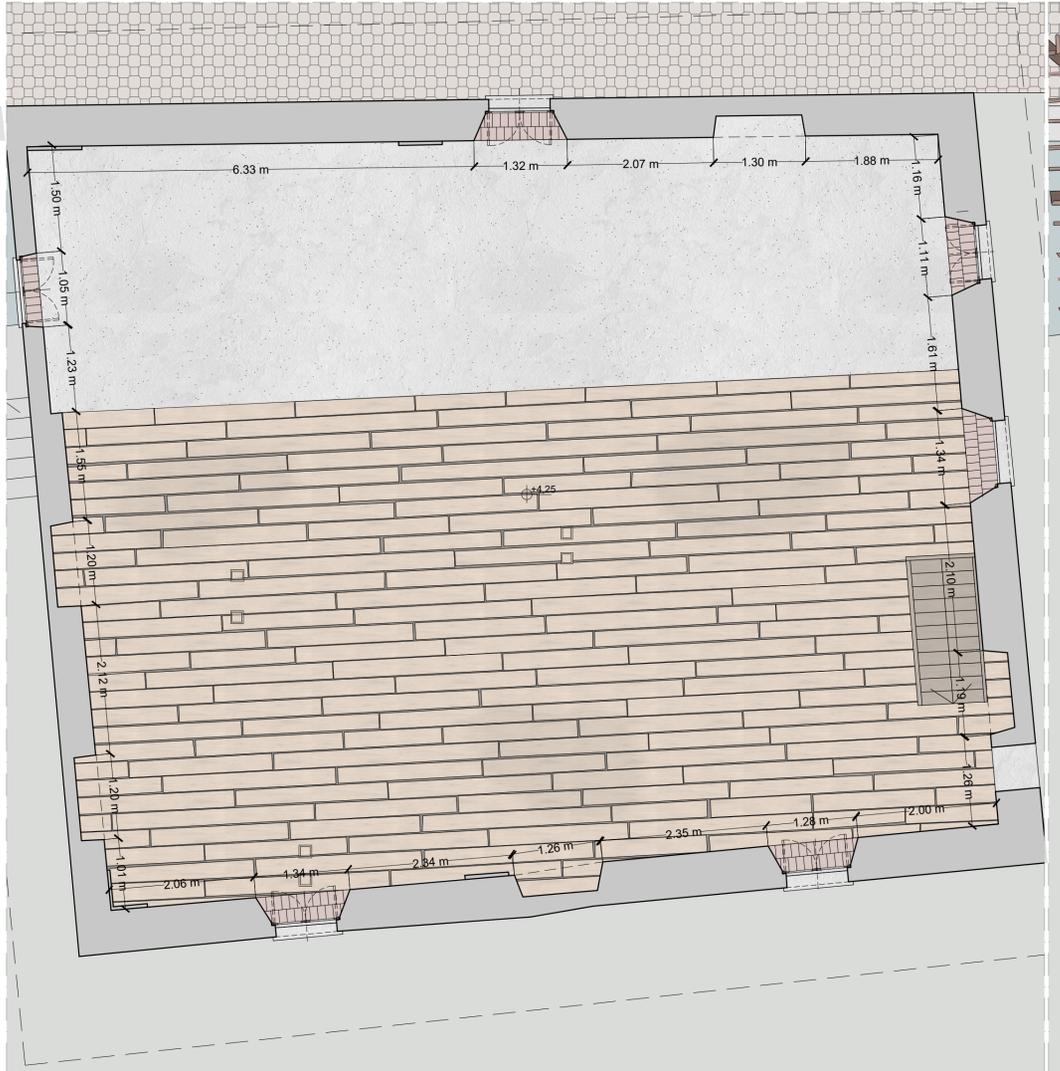
PIANTA INGRANAGGI



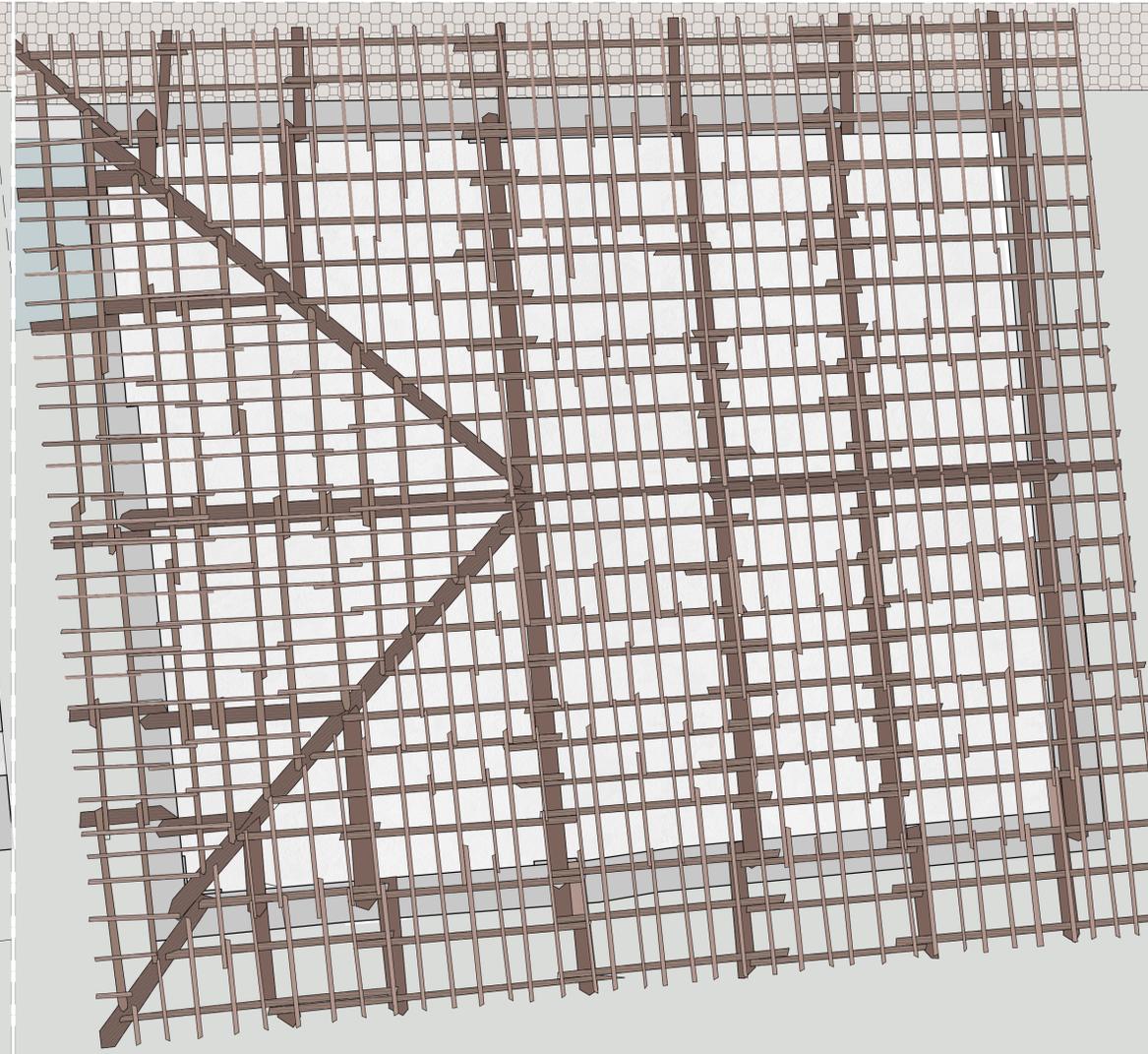
PIANTA SOPPALCO



PIANTA PRIMO PIANO



PIANTA ORDITURA COPERTURA



METODOLOGIA DI RILIEVO

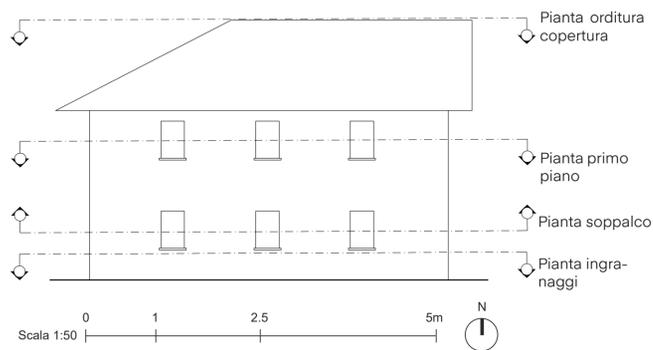
Il rilievo del Mulino è stato realizzato usando una **stazione totale**, modello Sokkia Set630R. Grazie ai punti rilevati è stato possibile creare il profilo esterno dell'edificio.

Nella fase iniziale sono stati stabiliti **tre vertici** da assumere come riferimento per le misurazioni, con l'obiettivo di circoscrivere il più possibile gli errori in tutte le fasi del rilievo, questi devono circoscrivere la zona interessata alle azioni di rilievo. Più precisamente, i tre vertici considerati sono stati collocati: uno posizionato tra il Mulino e la Tettaio, il secondo di fronte, nel cortile interno e il terzo vicino al Bedale.

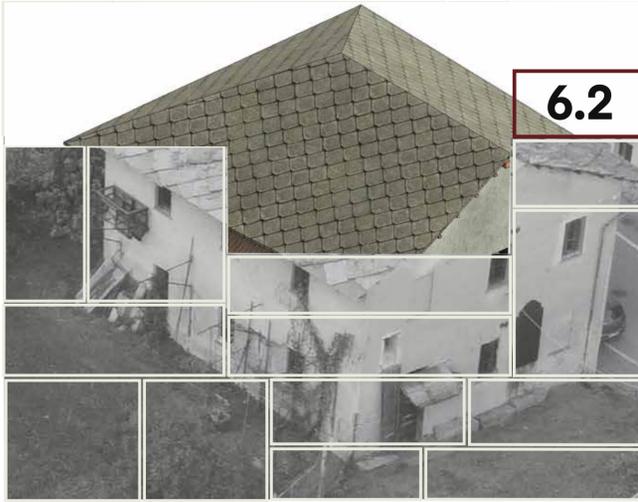
Per i punti notevoli, cioè quelli che hanno stabilito il profilo dell'immobile, sono state effettuate delle letture coniugate, cioè sono state misurate da due punti e poi è stata fatta una media delle due misurazioni.

Per completare il rilievo internamente sono stati utilizzati una livella laser, una rotella metrica, un distanziometro, un metro rigido a stecche. Durante la prima fase sono state prese le misure lineari in modo da poter definire uno schizzo approssimativo delle piante.

In seguito sono state realizzate poligonali, grazie all'utilizzo della livella laser che ha permesso di posizionare dei punti di riferimento perpendicolari oppure allineati tra di loro, e le trilaterazioni di alcuni punti significativi. Queste ultime misurazioni sono state particolarmente importanti, in quanto già dal profilo ottenuto tramite la stazione totale era chiaro che i muri non fossero ortogonali tra di loro.



Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**

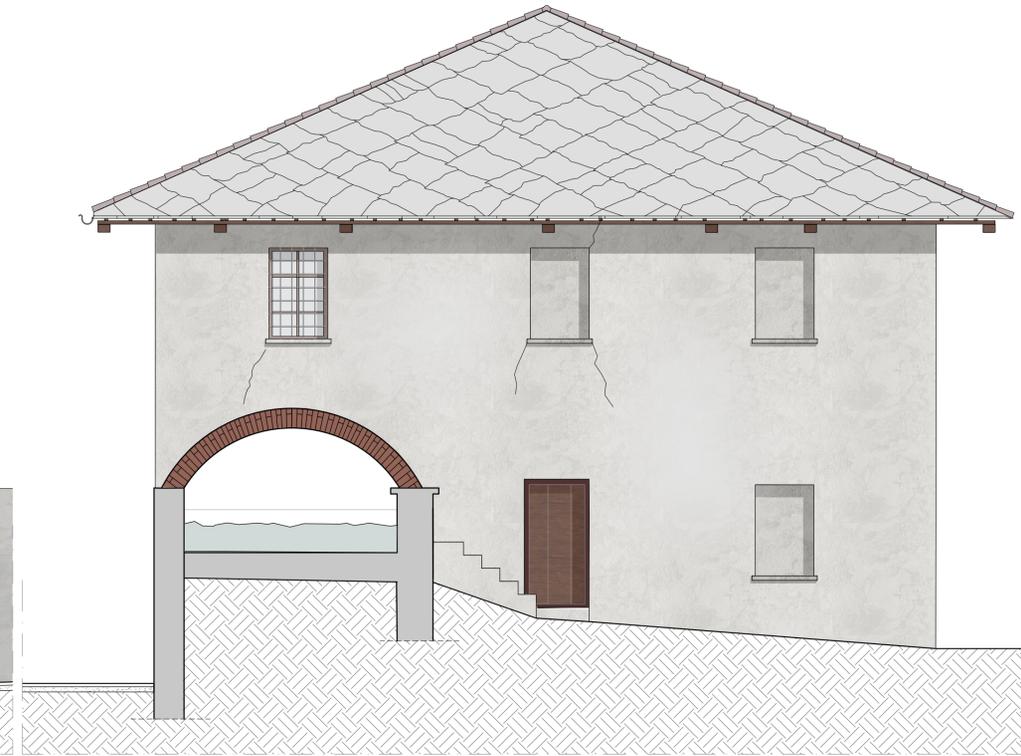


**RILIEVO ARCHITETTONICO**

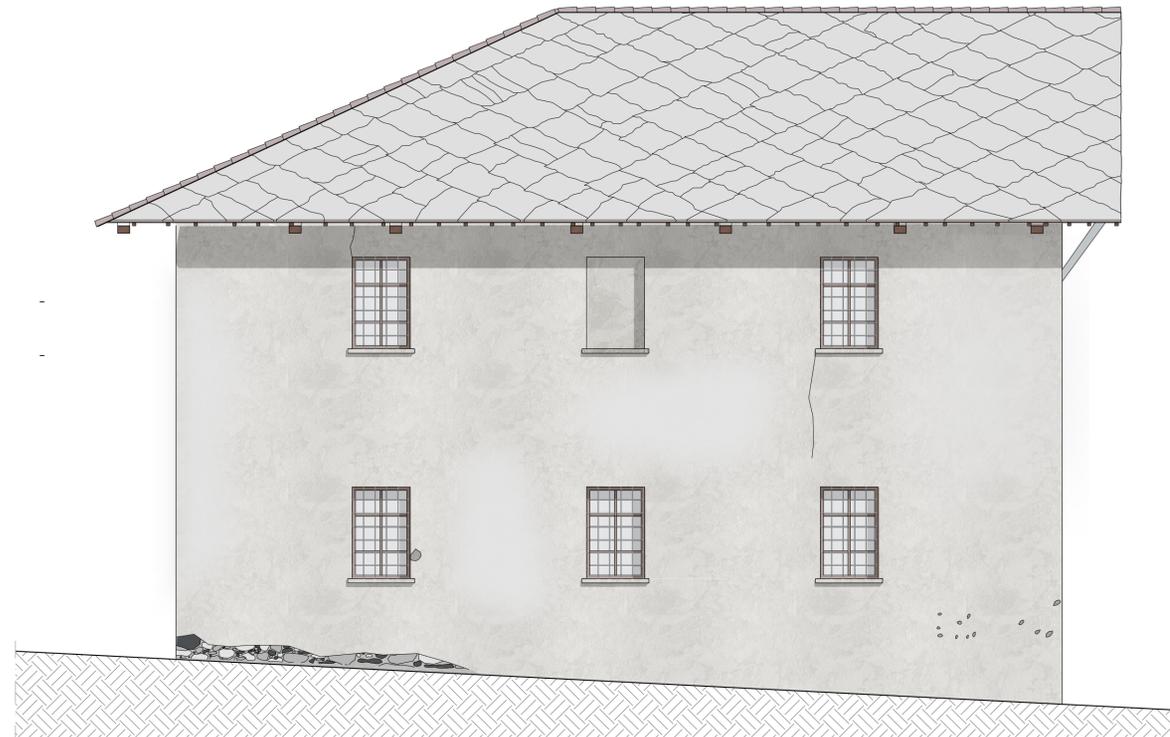
PROSPETTO NORD, su Via Conte di Cavour



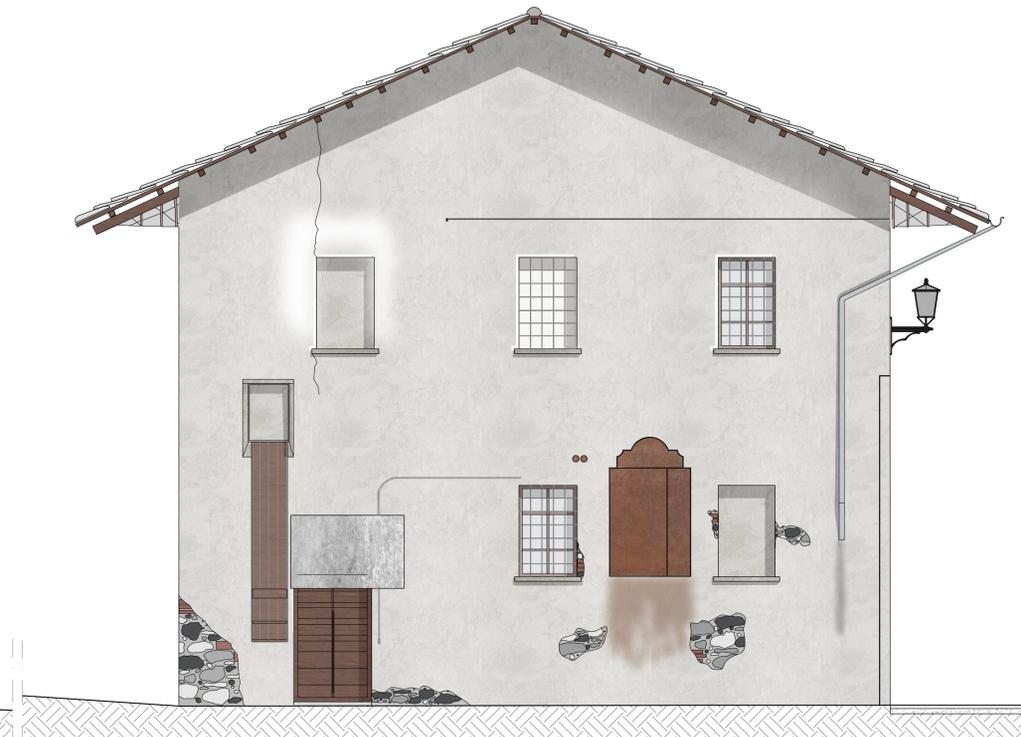
PROSPETTO OVEST, verso Parco del Gerbido



PROSPETTO SUD



PROSPETTO EST



Vista d'insieme, arrivando dal Gerbido



Vista d'insieme, prospetto est



Salto del Bedale



Tettoia adiacente al Mulino



Prospetto nord, su via Conte di Cavour

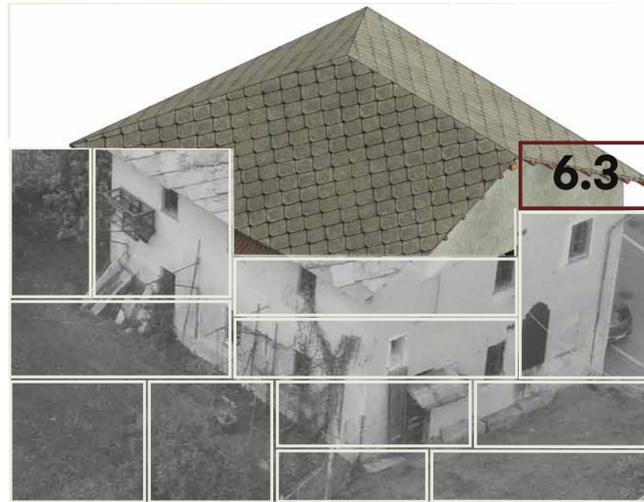


Prospetto sud, verso la Rocca

Le fotografie sono state scattate durante i sopralluoghi eseguiti tra 27/12/2023 e 29/12/2023

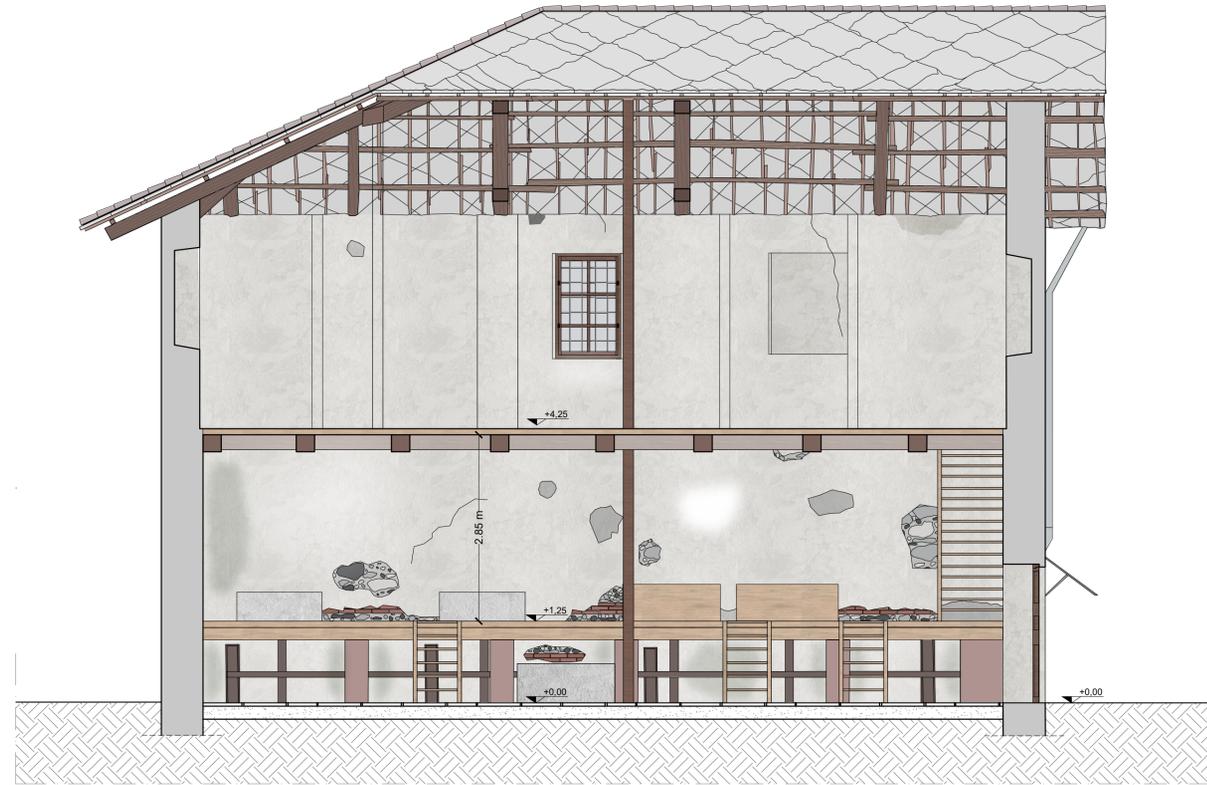


Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**RILIEVO ARCHITETTONICO**

SEZIONE A-A



Ruote idrauliche e Bedale



Interno del mulino (piano del soppalco con macine)



Piano terra



Piano primo



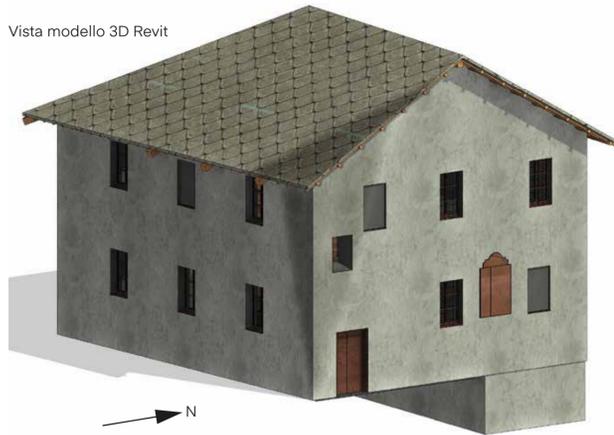
Piano primo



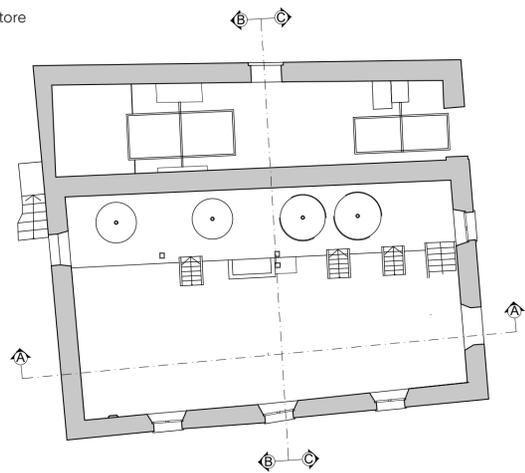
Piano primo

Le fotografie sono state scattate durante i sopralluoghi eseguiti tra 27/12/2023 e 29/12/2023

Vista modello 3D Revit

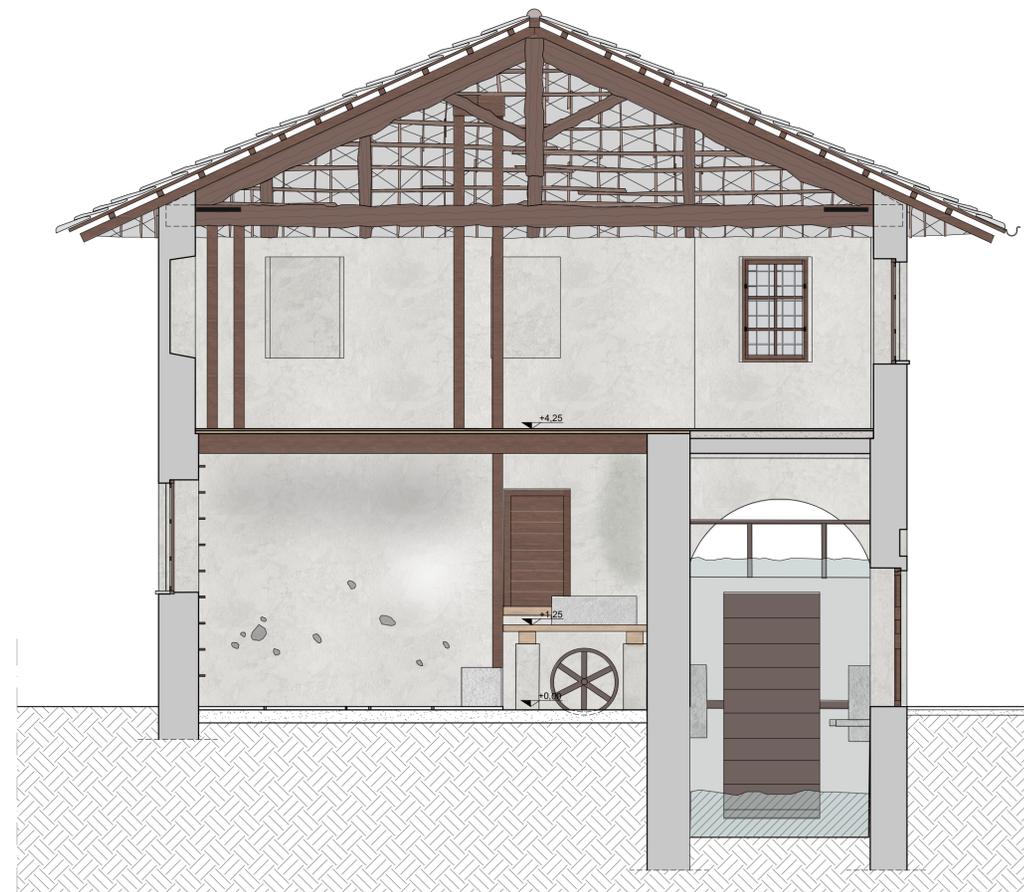


Navigatore

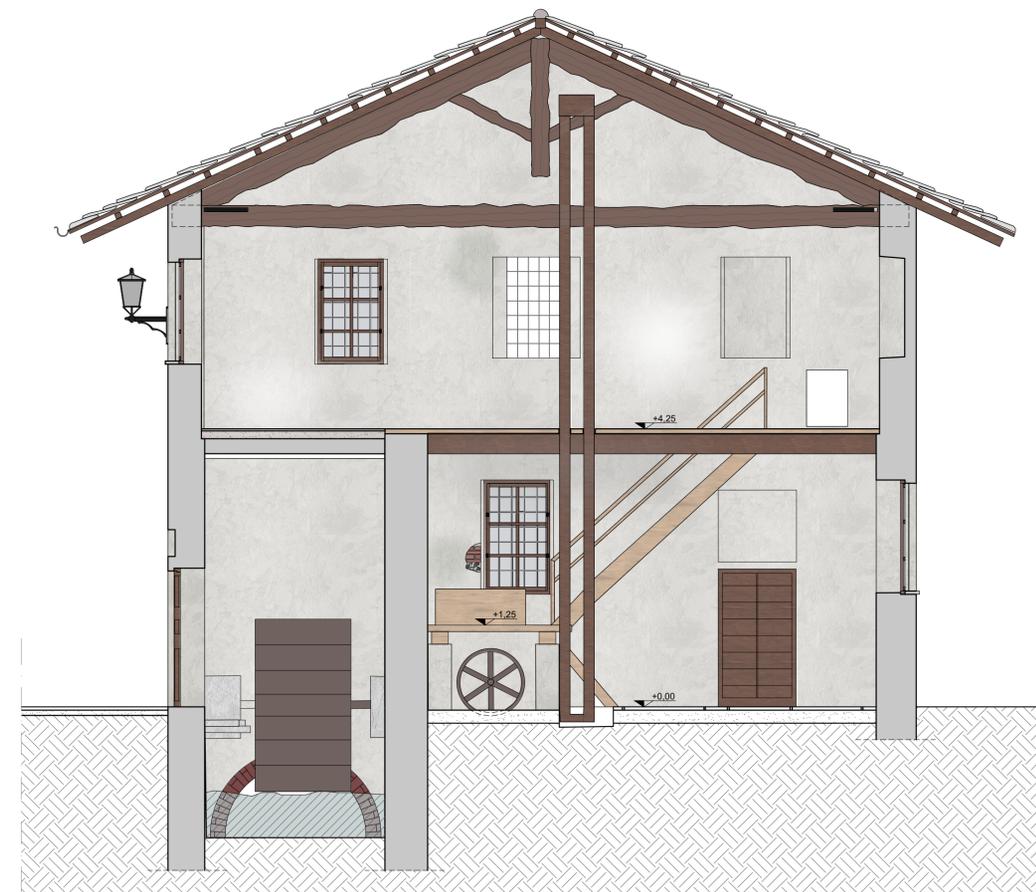


Scala 1:50

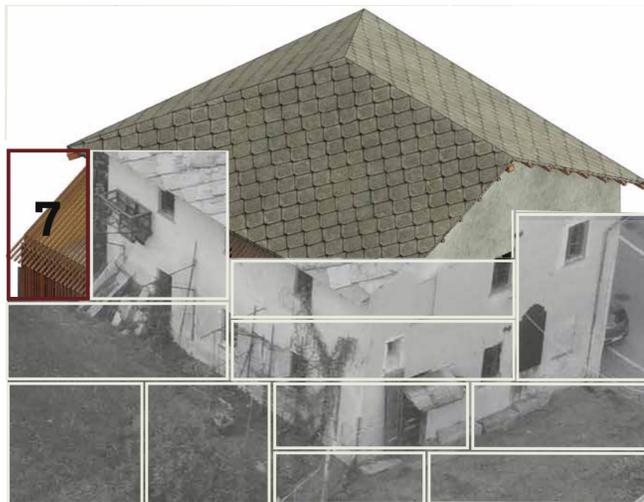
SEZIONE B-B



SEZIONE C-C

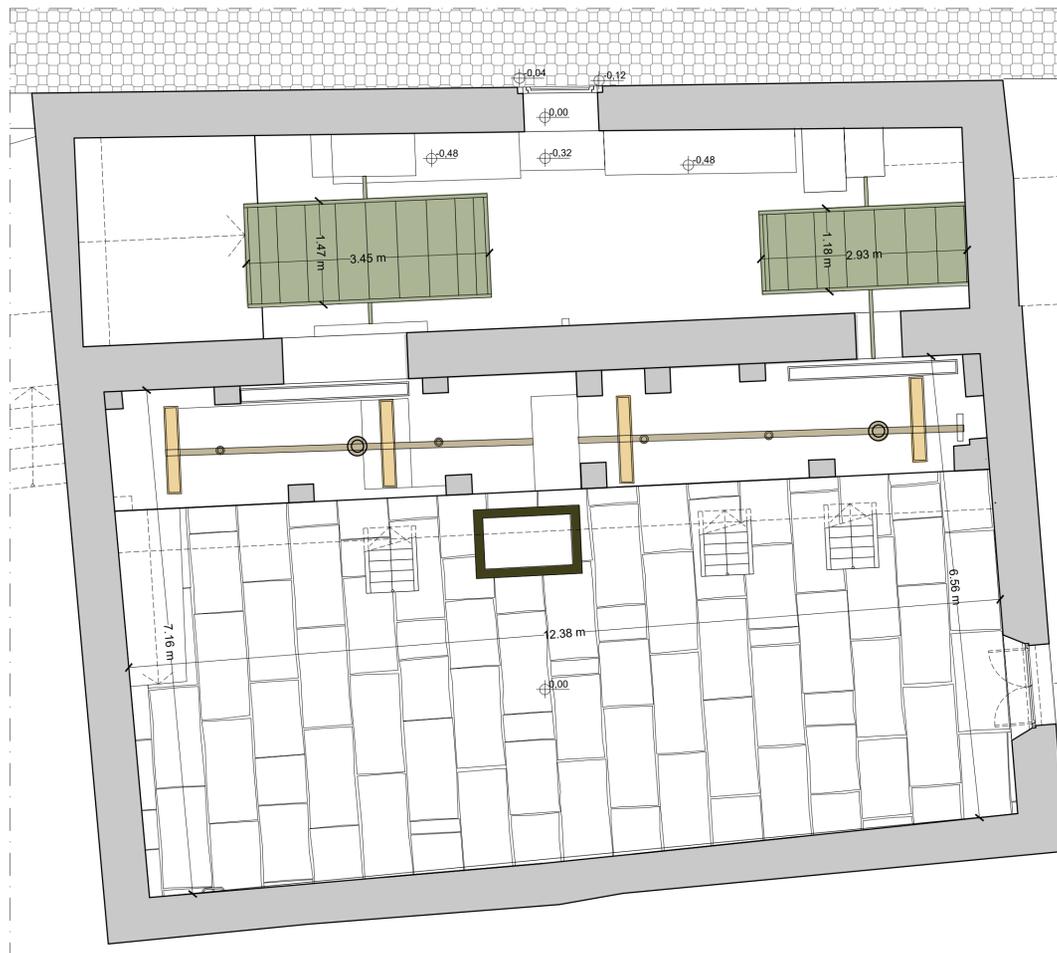


Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso



**RILIEVO IMPIANTI E MACCHINARI DEL MULINO**

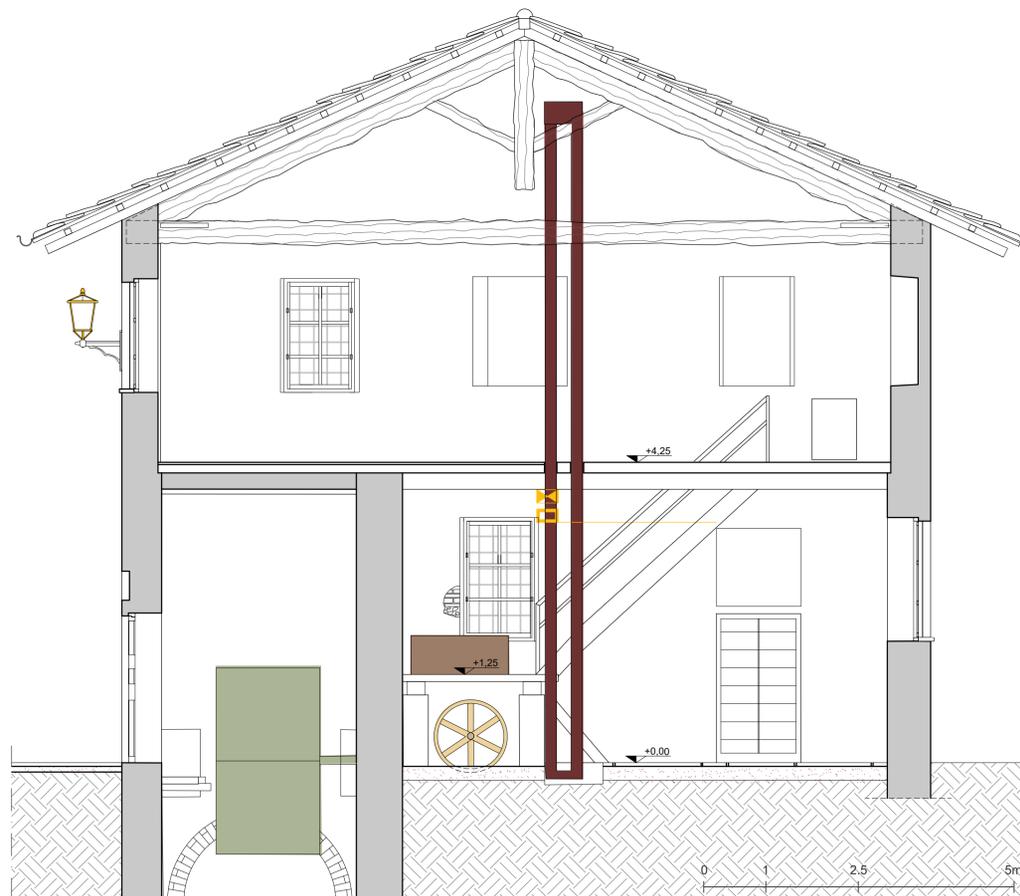
PIANTA INGRANAGGI



PIANTA SOPPALCO



SEZIONE C-C



IMPIANTO ELETTRICO

- Interruttore
- Presa elettrica
- Punto luce esterno
- Punto luce interno
- Cavi a vista



Lampada a sospensione e interruttore al piano terra



Presse e interruttore al piano terra



Interruttore vicino alla porta di ingresso

MACCHINARI

- Ruota idraulica

La ruota idraulica, grazie al movimento prodotto dal flusso dell'acqua, produce e trasmette energia che mette in funzione gli ingranaggi. Sono presenti due ruote overshot, lo si può capire dall'angolazione delle pale, l'acqua entra dall'alto e riempie i vani d'acqua.



Ruota 1, diametro 305cm, spessore 118cm



Ruota 2, diametro 350cm, spessore 145cm

- Albero motore
- Ingranaggi

Il movimento della ruota idraulica viene trasmesso agli ingranaggi attraverso l'albero motore. Questo aziona gli altri ingranaggi che permettono di azionare le macine per la frantumazione del cereale.



Ingranaggi



Ingranaggi

- Macine a palmenti

La macina è costituita da due mole di pietra, posizionate in orizzontale, una sopra l'altra. Quella inferiore è fissa, quella superiore è girante. Attraverso la pressione dei granelli che si trovano tra le due mole avviene la riduzione del frumento in farina.



Macine a palmenti



Tramoggia al piano terra

- Elevatori

All'interno degli elevatori, colonne di piccola sezione in legno di castagno, sono presenti delle cinghie con tazze metalliche, queste vengono riempite di prodotto macinato, portato al piano superiore per venire diviso nei sacchi.



Elevatori al primo piano



Coclea sotto al soppalco del piano terra

- Tramoggia di carico

Vasca in pietra di Luserna, nella quale viene stivato il cereale non ancora lavorato, prima di venir caricato nelle macine questo deve essere lavato e si devono eliminare gli scarti e le impurità.



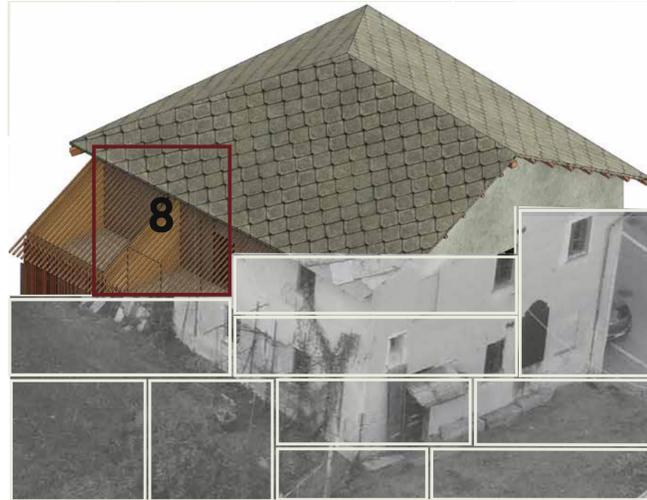
Tramoggia al piano terra

- Coclea

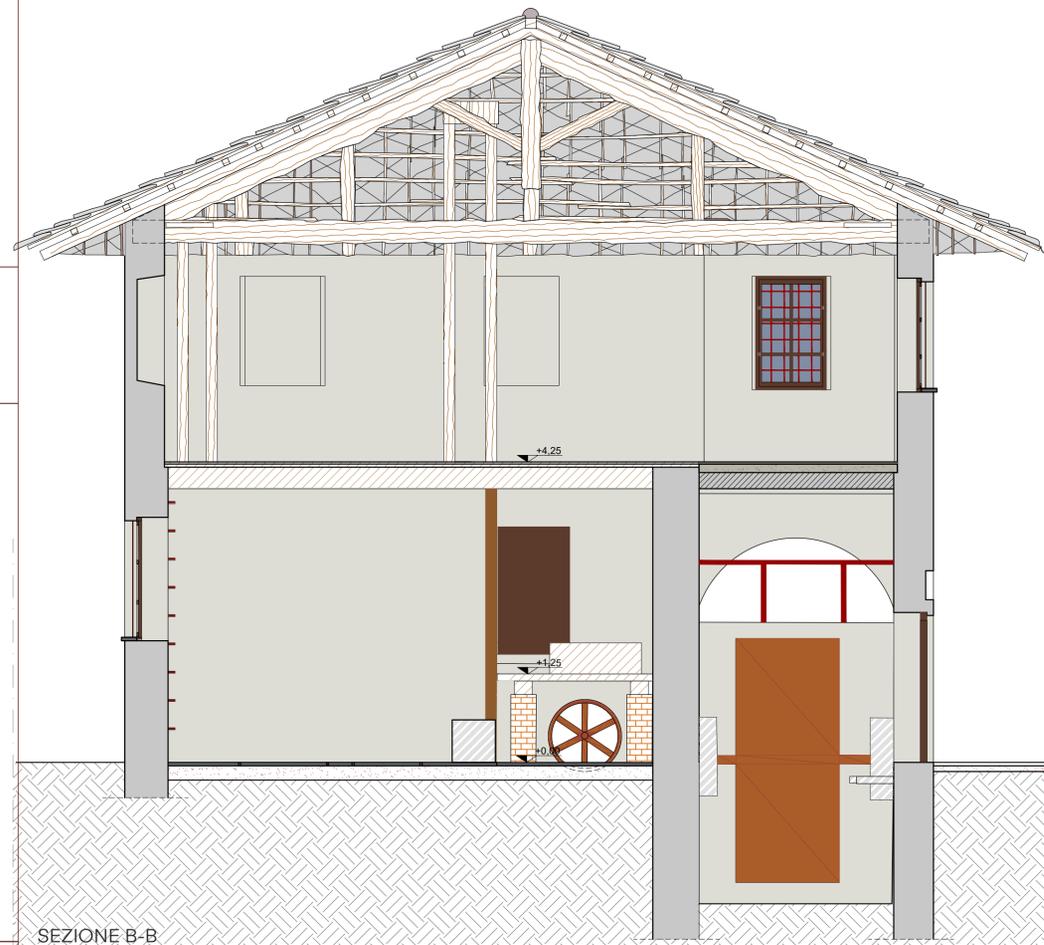
Coclea in ferro, posizionata al di sotto del soppalco, è un cilindro dove viene inserita una spirale in ferro che ruota attorno al suo asse. Essa permette di trasportare il grano e la farina.



Coclea sotto al soppalco del piano terra



**ANALISI DEI MATERIALI**



SEZIONE B-B



PROSPETTO NORD, su Via Conte di Cavour



**LEGENDA MATERIALI**

- Malta**
  - Intonaco di calce idraulica e sabbia (rivestimento della muratura mista composta da pietrame e laterizi)
- Laterizi**
  - muratura in laterizi (per pilastri per sostenere il soppalco)
  - coppi (per la copertura)
- Elementi lignei**
  - legno di rovere (per serramenti)
  - legno di castagno (per elementi della copertura e per gli elevatori)
  - legno di larice (per soppalco e solaio del piano primo e rivestimento delle macine)
- Soletta**
  - voltini in muratura sorretti da profili metallici
  - massetto
- Elementi lapidei**
  - lastre di pietra di Luserna (di spessore 0,05 m per la pavimentazione; di spessore 0,05 m per la copertura in lose)
  - blocchi di pietra di Luserna (per ancoraggio ruote idrauliche e per la tramoggia di carico)
- Elementi metallici**
  - ferro battuto (per le grate e per la scala a pioli interna)
  - ferro/acciaio (per le ruote idrauliche e gli ingranaggi per il funzionamento delle macine)
  - rame (per i pluviali)
- Altri materiali**
  - vetro semplice (4mm)
  - canaline in plastica (per impianto elettrico)

**MURATURA**



Particolare della muratura, prospetto est



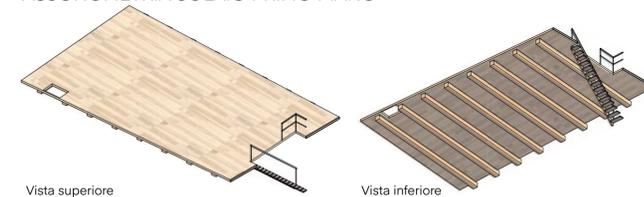
Particolare della muratura, piano terra

**Muratura ordinaria mista di pietrame e mattoni**

La muratura in pietra viene accostata a elementi in laterizio (di dimensione 5x12x25), i quali sono utilizzati come rinforzo delle parti più sollecitate, (come angoli, spigoli, piattabande,...). Gli elementi in laterizio sono usati per riempire spazi vuoti tra gli elementi lapidei, regolarizzare i piani della muratura (in quanto i mattoni sono più facili da tagliare) e per la realizzazione di ricorsi orizzontali, che interrompono la muratura in pietrame, ottenendo una struttura muraria più resistente, solitamente si ripetono ogni 60/100 cm.

L'intonaco, che ha funzione protettiva rispetto ai materiali sottostanti, ed estetica, è composto probabilmente da calce idraulica, sabbia e acqua.

**ASSONOMETRIA SOLAIO PRIMO PIANO**

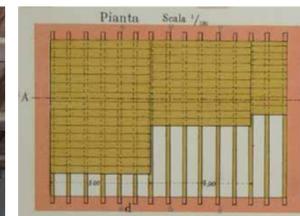


Vista superiore

Vista inferiore



Foto del solaio dal piano terra



Solaio rustico, Pianta in Musso e Copperi, Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, Parte seconda. Opere murarie, Paravia, Torino, 1912, tav. XIX (<https://digit.biblio.polito.it/4409/>)

**Solaio del primo piano**

Il solaio che divide i due piani dell'edificio è composto da travi in legno di larice di sezione di 24x24cm, posizionate con interasse di circa 125 cm. Queste travi sono "Usò Fiume", tutti e quattro i lati vengono lavorati, in questo modo i lati opposti sono paralleli e la sezione è costante.

**SOLAIO SOPRA IL BEDALE**



Foto del solaio dal Bedale

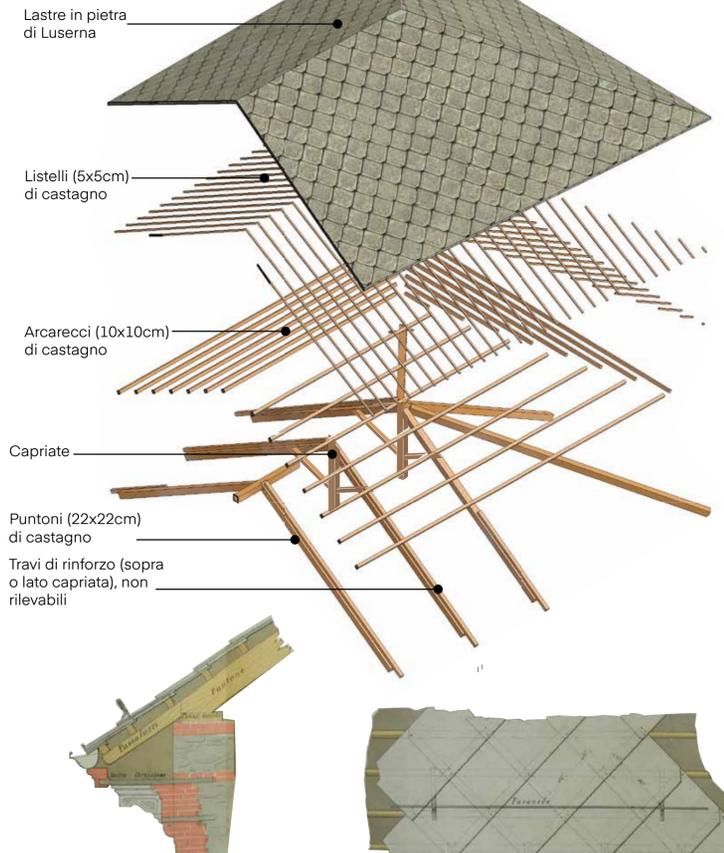


Foto del solaio del primo piano

**Solaio in voltine in mattoni e putrelle**

L'orizzontamento sopra il Bedale dei Molini, dove sono posizionate le due ruote idrauliche che azionano il mulino, è costituito da voltini in muratura sorretti da profili metallici. All'intradosso è presente uno strato di intonaco in calce idraulica e sabbia, all'estradosso è presente un massetto di calcestruzzo

**SPACCATO ASSONOMETRICO STRUTTURA DEL TETTO**



Lastre in pietra di Luserna

Listelli (5x5cm) di castagno

Arcarecci (10x10cm) di castagno

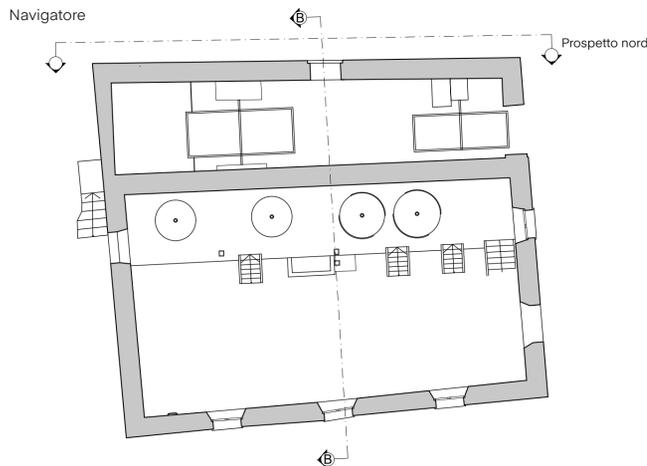
Capriate

Puntoni (22x22cm) di castagno

Travi di rinforzo (sopra o lato capriata), non rilevabili

Tetto di lastre di pietra, sezione trasversale in Musso e Copperi, Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, Parte seconda. Opere murarie, Paravia, Torino, 1912, tav. XVI (<https://digit.biblio.polito.it/4409/>)

Tetto di lastre di pietra in Musso e Copperi, Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, Parte seconda. Opere murarie, Paravia, Torino, 1912, tav. XVI (<https://digit.biblio.polito.it/4409/>)



Navigatoro

Prospetto nord

**SERRAMENTI**



Infisso al piano primo



Porta di ingresso del prospetto est, vista esterna

**Finestre**

Serramento di vetro semplice, con uno spessore di 4 mm, composto da un infisso in legno di rovere di spessore 5 cm.

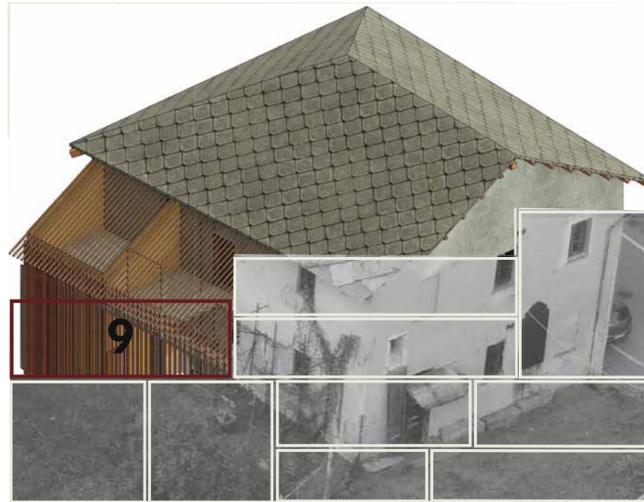
In alcuni casi sono presenti davanzali in lastre di pietra di Luserna, mentre in altri la pietra è sostituita da un piano di mattoni pieni. Verso l'esterno sono presenti delle inferriate in ferro battuto.

Gli infissi presentano un cattivo stato di conservazione, alcuni sono sprovvisti del vetro, al piano primo ne è stato rimosso uno

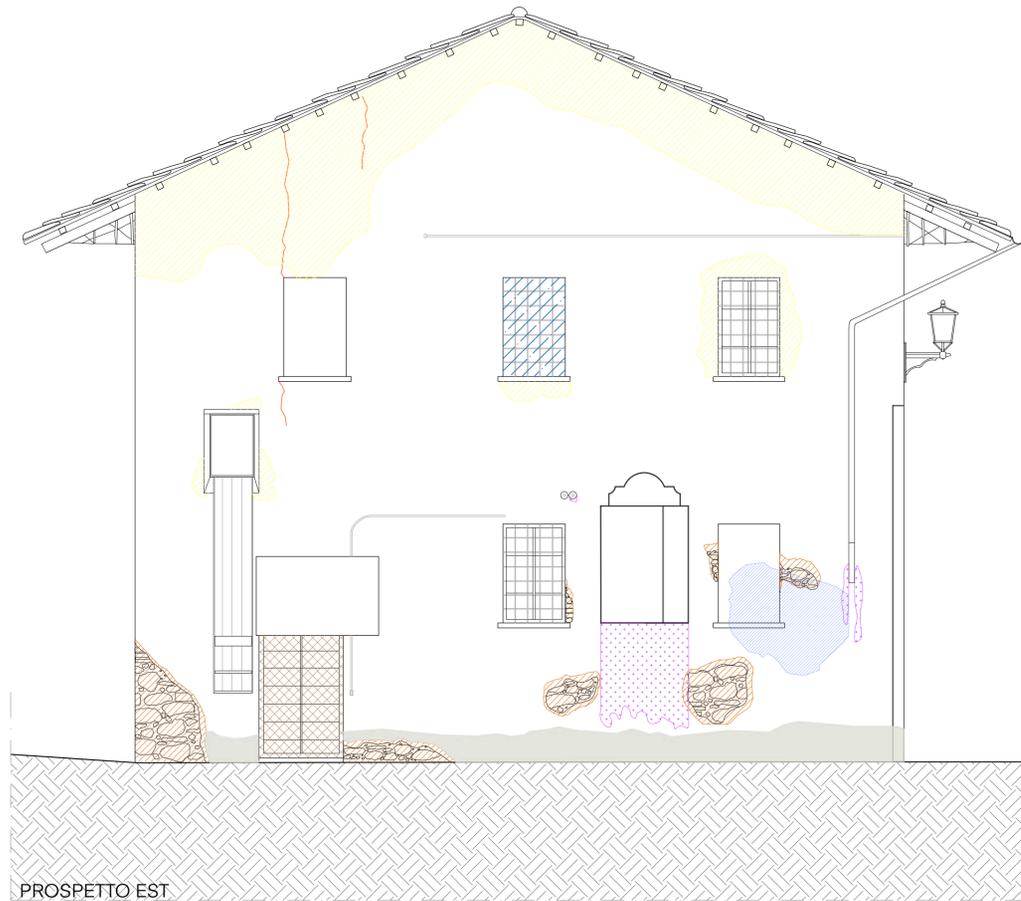
**Porte di ingresso**

Le porte di ingresso che permettono l'accesso all'edificio sui tre prospetti (nord, est e ovest) sono in legno di rovere.

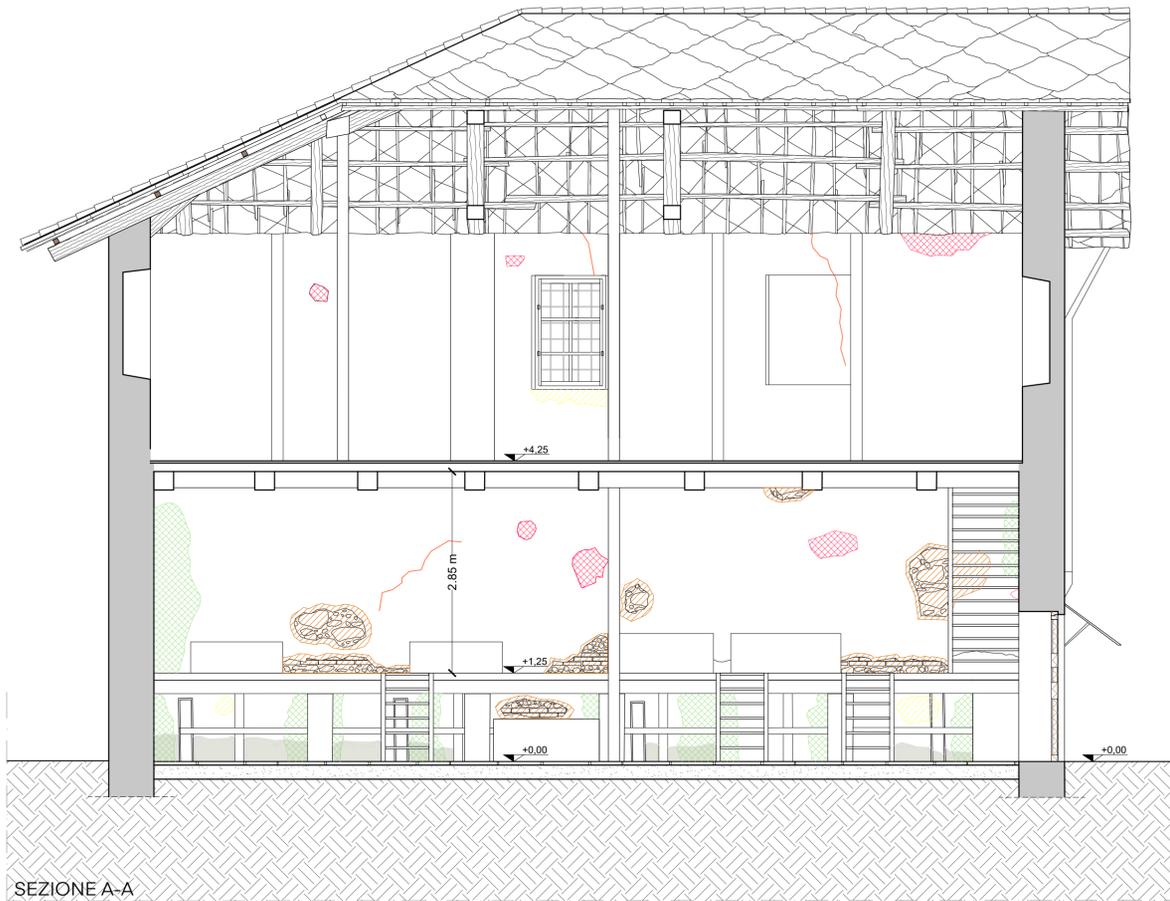
Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**ANALISI DEI DEGRADI**



PROSPETTO EST



SEZIONE A-A



**Lacuna**

**CAUSA** Problemi strutturali pregressi; stress e vibrazioni meccaniche accentuate e prolungate. Dilatazione termica differenziata tra materiale e finitura.

**EFFETTO** Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.) Parti sporgenti e particolarmente esposte di sculture (naso, dita...) sono luoghi tipici per la perdita di materiale con conseguente parti mancanti.

Le lacune sono concentrate interamente, principalmente sulla parete nord (confinante con il Bedale dei Molini).



Dettaglio interno al piano terra, verso il prospetto nord

**Efflorescenza**

**CAUSA** L'efflorescenza è comunemente il risultato dell'evaporazione della soluzione salina dell'acqua presente nella struttura porosa della pietra. Solitamente conseguente al ruscellamento delle acque piovane, si nota che questo degrado è principalmente concentrato nella parte alta dell'edificio, sotto la copertura.

**EFFETTO** Formazione superficiale di sostanze di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro. Cristalli generalmente biancastri, polverosi o simili a baffi in superficie.



Dettaglio sul prospetto est, vicino alla copertura

**Distacco**

**CAUSA** Il distacco può essere il risultato di fenomeni di umidità ascendente che portano alla formazione di ghiaccio negli strati più superficiali.

**EFFETTO** Soluzione di continuità tra strati di un intonaco, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude alla caduta degli strati stessi (malta). Soluzione di continuità tra rivestimento ed impasto o tra due rivestimenti (materiale ceramico). Questo termine è particolarmente usato per gli intonaci. Il distacco è concentrato sulle porzioni più a contatto con il terreno.



Dettaglio sul prospetto est, sull'angolo in basso

**Colatura**

**CAUSA** La colatura si manifesta con delle tracce di materiale, generalmente deposito trascinato esolubilizzato dall'acqua meteorica diretta o dell'acqua d'infiltrazione. Questo degrado si trova principalmente sotto pannelli e oggetti di materiale metallico.

**EFFETTO** Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerose ad andamento parallelo. Il degrado si rileva in prossimità degli elementi metallici e in particolare modo nella fascia inferiore rispetto al pannello apposto sul fronte est.



Dettaglio sul prospetto est, pannello in ferro

**Colonizzazione biologica**

**CAUSA** Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi (alghie, funghi, licheni, muschi, piante superiori).

**EFFETTO** Formazione superficiale di muschi, licheni, piante. Sono concentrate nelle parti ove presenti infiltrazioni o risalita capillare dell'umidità. Il degrado descritto è concentrato internamente, principalmente sulla parete nord (confinante con il Bedale dei Molini).



Dettaglio interno al piano terra, verso il prospetto nord

**Graffiti vandalici (degrado antropico)**

**CAUSA** Abbandono e disinteresse dell'edificio.

**EFFETTO** Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate

Il degrado si rileva internamente sui prospetti est e nord.



Dettaglio sul prospetto est

**Fratturazione o fessurazione (superficiali)**

**CAUSA** Può essere dovuto agli agenti atmosferici, difetti nella pietra, problemi statici, tasselli arrugginiti, malta di ripuntamento troppo dura. Le vibrazioni causate da terremoti, incendi, gelo possono anche indurre incrinamento.

**EFFETTO** Crepe e fratture che si verificano sulle superfici. Spostamento reciproco delle parti.

Il degrado descritto è concentrato in vicinanza alla copertura e al di sotto delle aperture del primo piano.



Dettaglio sul prospetto est, tra copertura e finestra del primo piano



Dettaglio sul prospetto nord, tra finestra del primo piano e portone del piano terra

**Degrado biologico del legno**

**CAUSA** Il degrado si verifica solo in particolari condizioni di umidità e temperatura, che favoriscono lo sviluppo di agenti patogeni. Le cause principali del deterioramento possono essere dovute da funghi xilofagi e insetti lignivori.

**EFFETTO** Il legno presenta modificazioni nel colore, nelle proprietà chimiche, fisiche e meccaniche. Il degrado è concentrato principalmente sui portoni di ingresso



Porta ingresso del prospetto est

**Mancanza**

**CAUSA** Mancanza di manutenzione e abbandono del fabbricato Perdita di elementi tridimensionali

**EFFETTO** Perdita di elementi tridimensionali Il degrado riguarda i serramenti. Sono assenti alcune porzioni di vetro ed elementi di legno costituenti la struttura. Al primo piano sul prospetto est è assente una finestra.



Finestra del prospetto est, piano primo

**Fronte di risalita**

**CAUSA** Migrazione dell'acqua presente nel terreno, che risalendo lungo le pareti dell'edificio, trasporta i sali solubili che possono depositarsi sulla superficie dei muri

**EFFETTO** Si manifesta con la formazione di efflorescenze e perdita di materiale. È generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore. Il degrado è concentrato sulla parte basamentale dei prospetti, soprattutto sui tre prospetti (est, sud e ovest)

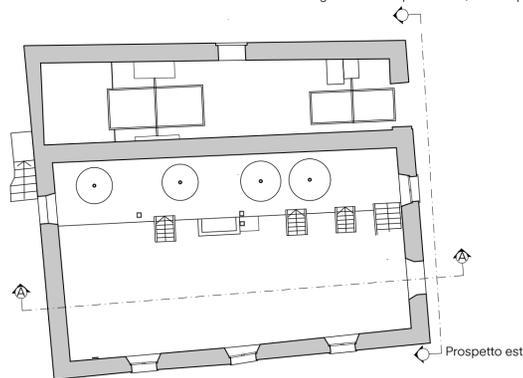


Prospetto nord

Fonti  
Norma UNI 11182:2006, Materiali lapidei naturali ed artificiali, descrizione della forma di alterazione- Termini e definizioni.  
ICOMOS-ISCS Illustrated glossary on stone deterioration patterns.

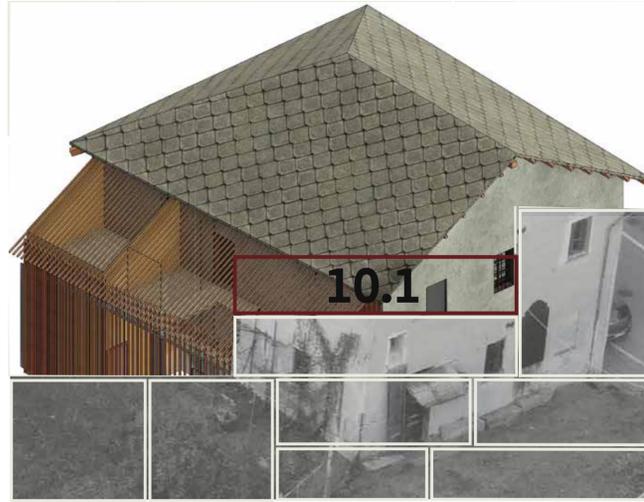
Le fotografie sono state scattate durante i sopralluoghi eseguiti tra 27/12/2023 e 29/12/2023

Navigatore



Prospetto est

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso



**MASTERPLAN**

ANALISI SECONDO TEORIA K. LYNCH [\*]



Planimetria su base della Mappa Satellitare estratta da Geoportale (18.10.2024) dell'insediamento urbano di Cavour, con riflessioni a partire da \*Kevin Lynch, *The Image of the City*, MIT Press, Cambridge, 1960.

	Percorsi	Confini	Nodi	Riferimenti	Quartieri
Elemento principale	—	- - -	●	★	◆
Elemento secondario	—	- - -	●	★	◆

PUNTI DI INTERESSE E SERVIZI



Planimetria su base della Mappa Satellitare estratta da Geoportale (18.10.2024) dell'insediamento urbano di Cavour, con evidenziati i punti di interesse e servizi principali di Cavour

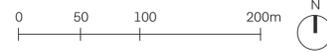
Mulino dei Benso	Parchi giochi
Scuole	Attività commerciali
Biblioteca	Parcheggi
Oratorio	

COLLEGAMENTI CON IL MULINO



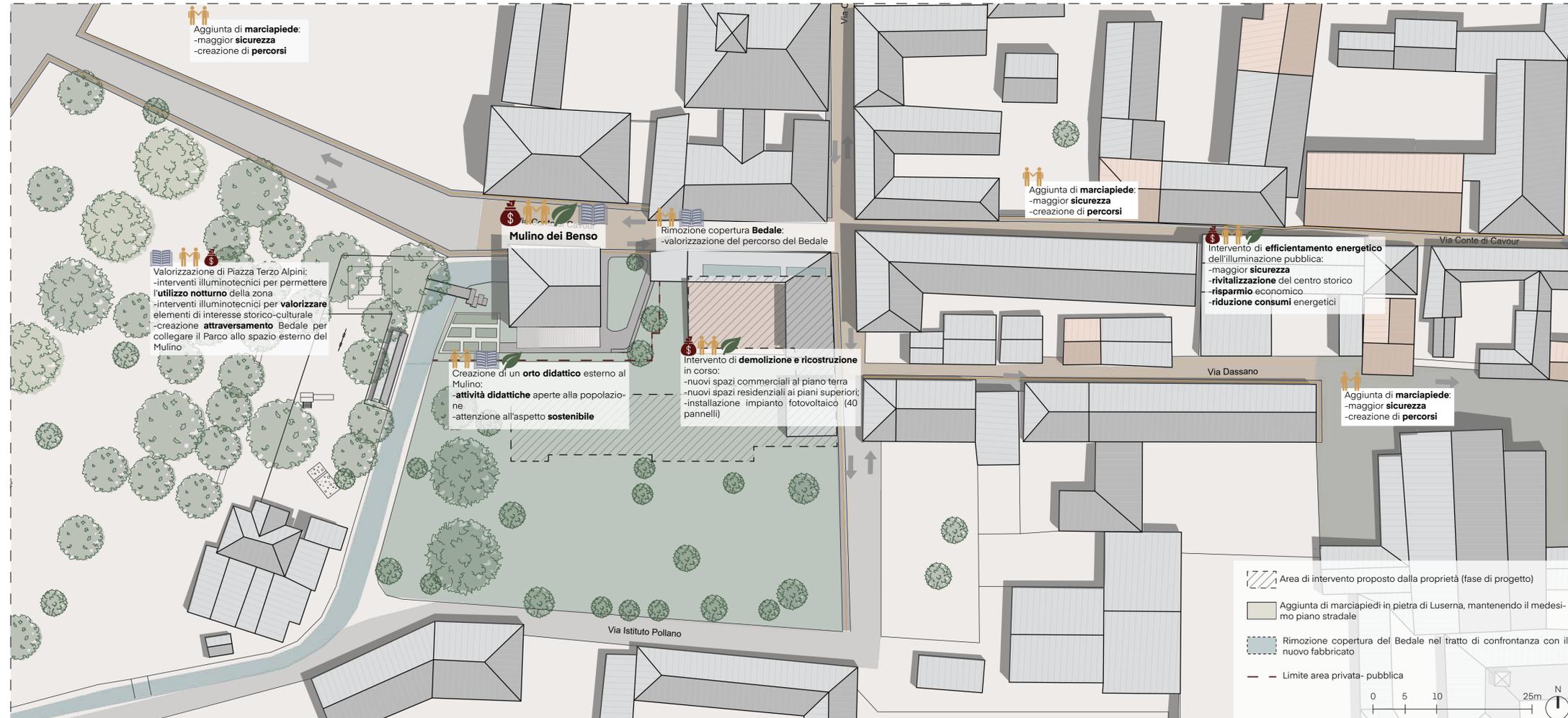
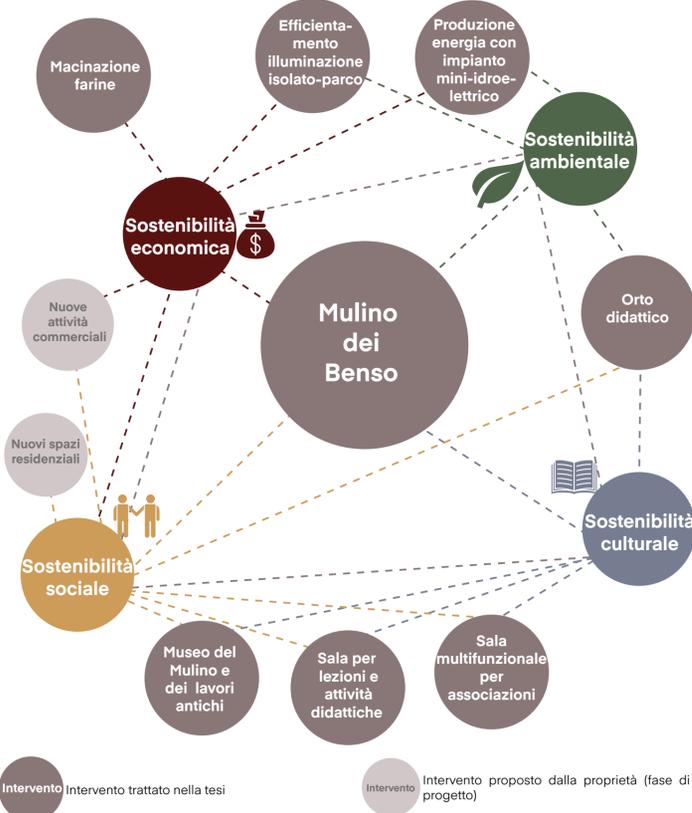
Planimetria su base della Mappa Satellitare estratta da Geoportale (18.10.2024) dell'insediamento urbano di Cavour, con messa in risalto dei collegamenti secondo i principi della sostenibilità

Sostenibilità economica	Mulino dei Benso	Scuola
Sostenibilità ambientale	Biblioteca	Oratorio
Sostenibilità culturale	Parco giochi	Attività commerciali
Sostenibilità sociale		



Il Mulino dei Benso è diventata il fulcro del **progetto di rigenerazione urbana**, che si articola rispetto alle quattro componenti della sostenibilità:

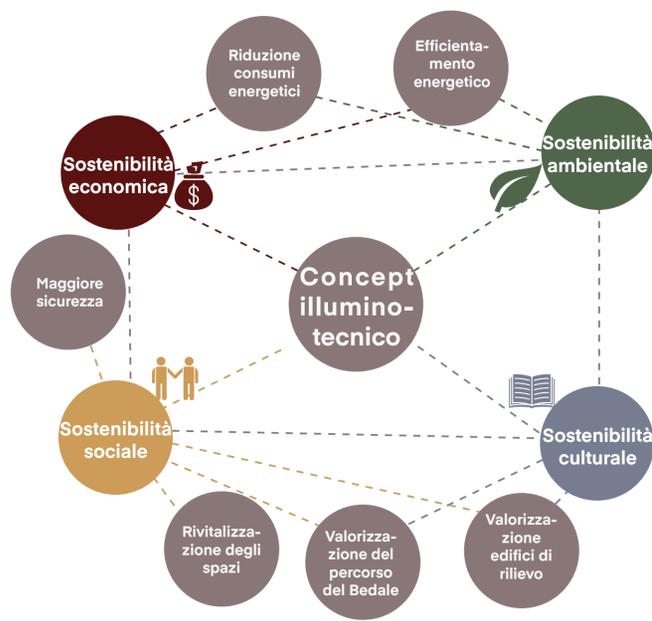
- sostenibilità economica:** obiettivo dell'intervento è creare attività economicamente autosufficienti e che possano comportare benefici alle attività commerciali presenti nel territorio;
- sostenibilità ambientale:** pratiche e attività che portino a un corretto utilizzo e gestione delle risorse naturali;
- sostenibilità culturale:** valorizzazione di edifici che rappresentano una grande attrattività e che appartengono all'identità del territorio;
- sostenibilità sociale:** il progetto vuole promuovere attività di partecipazione e coinvolgimento della popolazione.



Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso

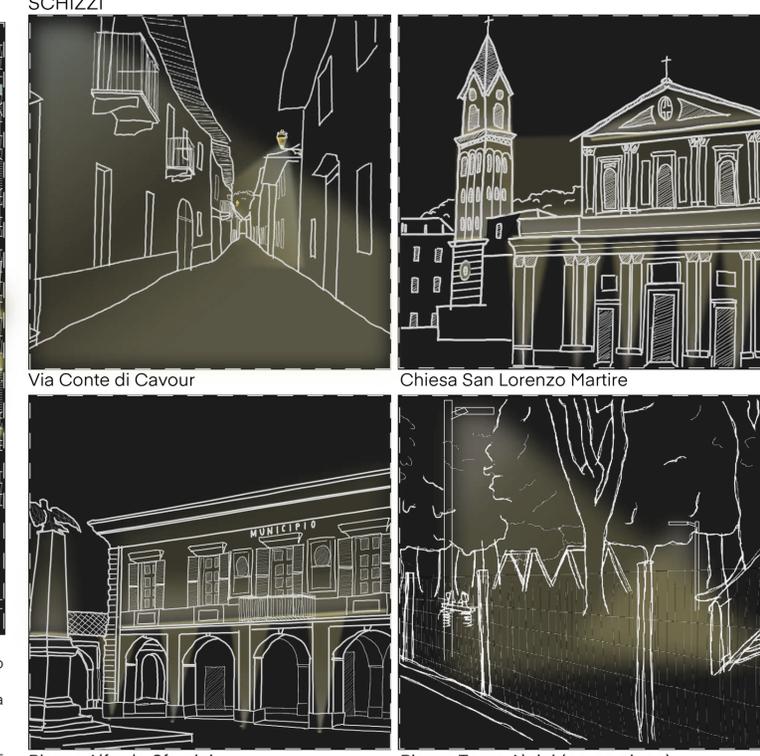
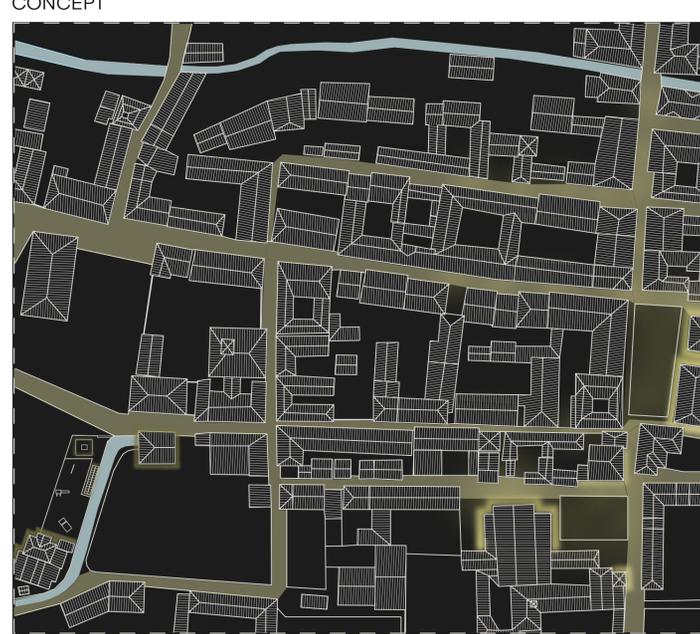


**MASTERPLAN**



**LEGENDA APPARECCHI**

- Sistema di illuminazione esistente a parete sotto gronda con proiettore, sorgente luminosa a LED
- Sistema di illuminazione di progetto a parete sotto gronda con proiettore, sorgente luminosa a LED
- Sistema di illuminazione esistente su sostegno a parete, sorgente luminosa a LED
- Sistema di illuminazione di progetto su palo, ottica simmetrica, sorgente luminosa a LED
- Sistema di illuminazione per valorizzazione di edifici ed elementi di rilievo



Via Conte di Cavour

Chiesa San Lorenzo Martire

Piazza Alfredo Sforzini

Piazza Terzo Alpini (parco gioco)

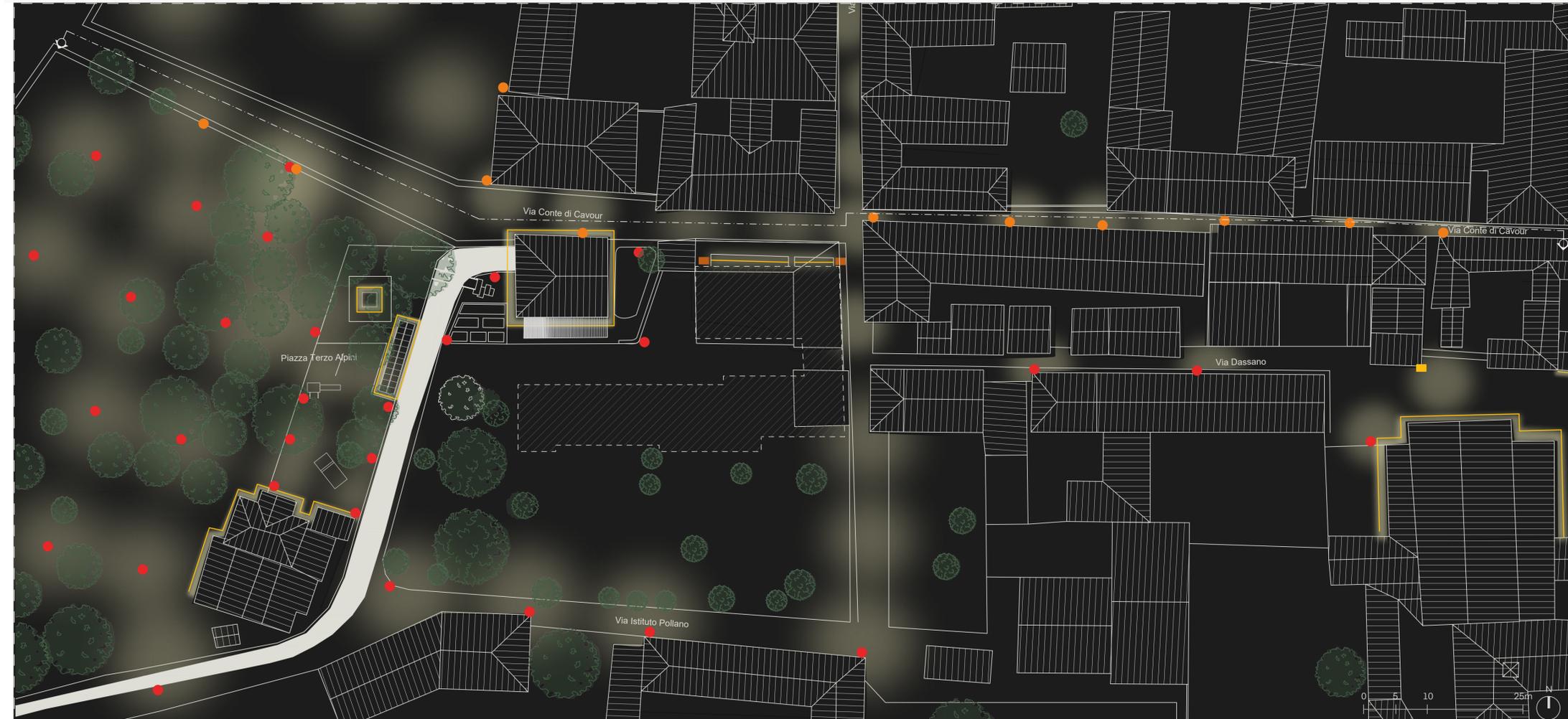
-mantenimento della posizione degli apparecchi esistenti, **sostituzione** di essi per aumentare il flusso luminoso e incrementare l'illuminamento a terra. Scelta di un ottica appropriata per garantire l'uniformità (i risultati delle sperimentazioni eseguite in campo dimostravano una situazione di partenza non adeguata, in quanto non venivano rispettati i requisiti previsti da normativa);

-**interventi di illuminazione per valorizzare edifici di rilievo**, realizzati attraverso sistemi di illuminazione lineari che permettono di sottolineare le linee e le forme degli edifici, creare delle gerarchie di luce e illuminare simboli del paese che prima non erano illuminati.



**QUADRO ESIGENZIALE**

Sezione considerata	Utenti	Funzioni	Esigenze	Requisiti UNI EN 13201-2:2016	Proposte progettuali
<b>Vie principali</b>	Residenti, Commercianti, Veicoli, Turisti	Area veicolare, ciclabile, pedonale, zona di sosta per i residenti	Maggior sicurezza veicolare, ciclabile e pedonale, comfort visivo, illuminamento uniforme, valorizzazione delle facciate, limitare l'inquinamento luminoso, maggior risparmio energetico	$E_{h,med}=15 \text{ lux}$ $E_{h,min}=3 \text{ lux}$ $E_{v,min}=3 \text{ lux}$ $U_0=0,40 \text{ lux}$	sostituzione degli apparecchi esistenti per uniformare la temperatura di colore e aumentare il livello di illuminamento medio e l'uniformità
<b>Vie secondarie</b>	Residenti, Commercianti, Veicoli, Turisti	Area veicolare, ciclabile, pedonale, zona di sosta per i residenti	Maggior sicurezza veicolare, ciclabile e pedonale, comfort visivo, illuminamento uniforme, valorizzazione delle facciate, limitare l'inquinamento luminoso, maggior risparmio energetico	$E_{h,med}=15 \text{ lux}$ $E_{h,min}=3 \text{ lux}$ $E_{v,min}=3 \text{ lux}$ $U_0=0,40 \text{ lux}$	sostituzione degli apparecchi esistenti per uniformare la temperatura di colore e aumentare il livello di illuminamento medio e l'uniformità
<b>Piazze</b>	Residenti, Commercianti, Turisti	Area ciclabile, pedonale, zona di sosta per i residenti, punto di incontro e di svago, area turistica	Maggior sicurezza ciclabile e pedonale, comfort visivo, rivitalizzare le aree, illuminamento uniforme, valorizzazione delle facciate, limitare l'inquinamento luminoso, maggior risparmio energetico	$E_{h,med}=15 \text{ lux}$ $E_{h,min}=3 \text{ lux}$ $E_{v,min}=3 \text{ lux}$ $U_0=0,40 \text{ lux}$	sostituzione degli apparecchi esistenti per uniformare la temperatura di colore e aumentare il livello di illuminamento medio e l'uniformità
<b>Edifici di rilievo</b>	Residenti, Commercianti, Turisti	Punto di incontro e di svago, area turistica	Valorizzazione delle facciate, limitare l'inquinamento luminoso, rivitalizzare le aree	-	installazione di nuovi apparecchi per valorizzare gli edifici di rilievo e creare delle gerarchie di luce, messa in risalto delle forme e dei materiali degli edifici





Politecnico di Torino

Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

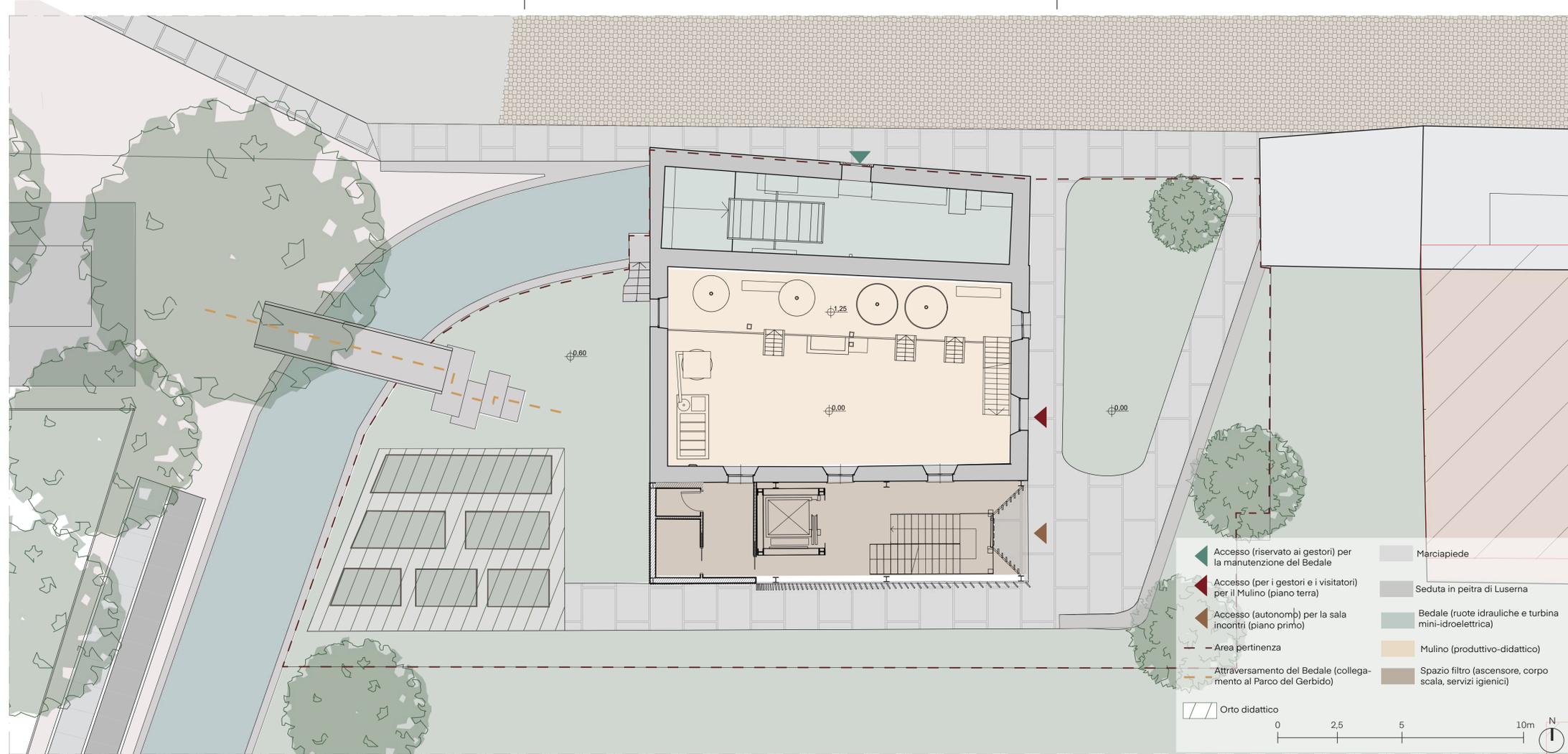
Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



PROGETTO DI RIUSO



- Accesso (riservato ai gestori) per la manutenzione del Bedale
- Accesso (per i gestori e i visitatori) per il Mulino (piano terra)
- Accesso (autonomo) per la sala incontri (piano primo)
- Area pertinenza
- Attraversamento del Bedale (collegamento al Parco del Gerbido)
- Orto didattico
- Marciapiede
- Seduta in pietra di Luserna
- Bedale (ruote idrauliche e turbina mini-idroelettrica)
- Mulino (produttivo-didattico)
- Spazio filtro (ascensore, corpo scala, servizi igienici)

ORARI DI APERTURA

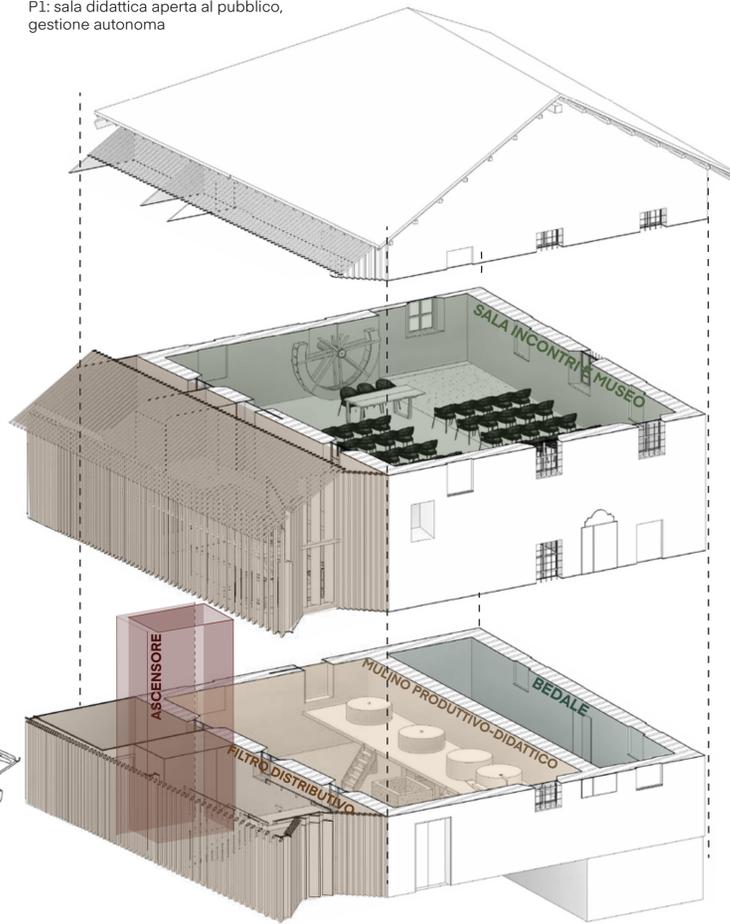


**-Spazio esterno:** è aperto ai cittadini; l'ingresso è previsto da via Conte di Cavour o da Piazza Terzo Alpini, tramite l'attraversamento del Bedale

**-Mulino piano terra:** apertura degli spazi produttivi e commerciali, disponibilità di visite organizzate; l'ingresso è previsto dal portone del prospetto est

**-Mulino piano primo:** per visite organizzate del Museo del Mulino e per eventi didattico-culturali; l'ingresso è previsto tramite l'utilizzo del filtro distributivo

SPACCATO ASSONOMETRICO  
Aggiunta di uno spazio filtro con funzione distributiva e di servizi  
PT: mulino produttivo-didattico e servizi  
P1: sala didattica aperta al pubblico, gestione autonoma



VISTE DI PROGETTO



Vista interna piano terra



Vista esterna, orto didattico



Vista interna piano primo

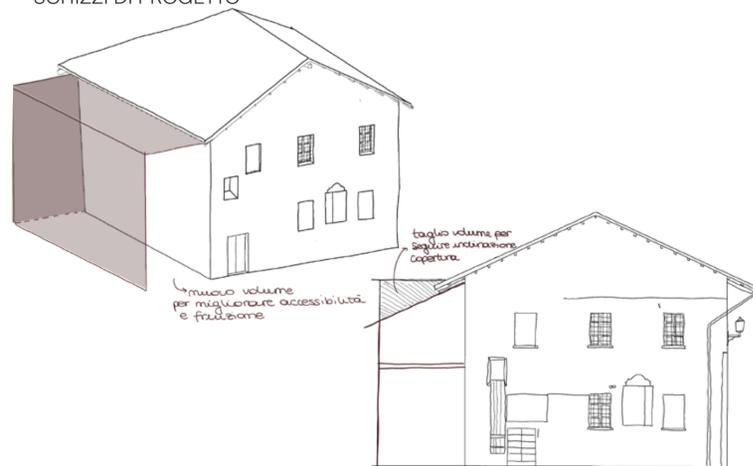


Vista esterna

CRITERI GUIDA

VALORIZZAZIONE CONSERVAZIONE MINI-IDROELETTRICO  
 DISTINGUIBILITA' PRODUZIONE RIUSO  
 FRUIZIONE SOSTENIBILITA' VALORE STORICO  
 INNOVAZIONE PATRIMONIO MEMORIA COLLETTIVA  
 RESILIENZA ILLUMINAZIONE COMPATIBILITA'  
 EFFICIENTAMENTO ENERGETICO MUSEO

SCHIZZI DI PROGETTO





Politecnico di Torino

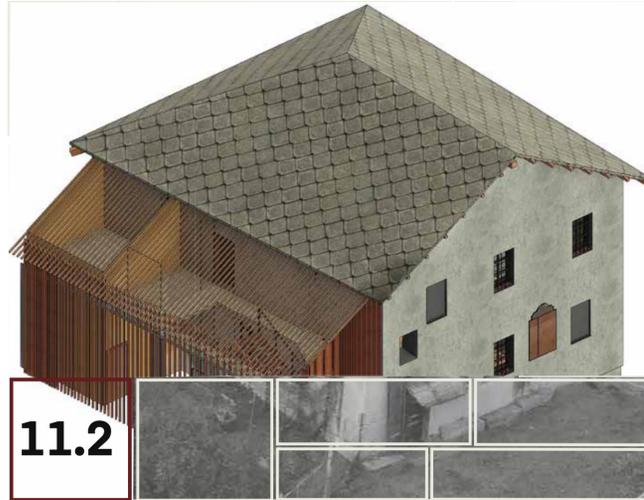
Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

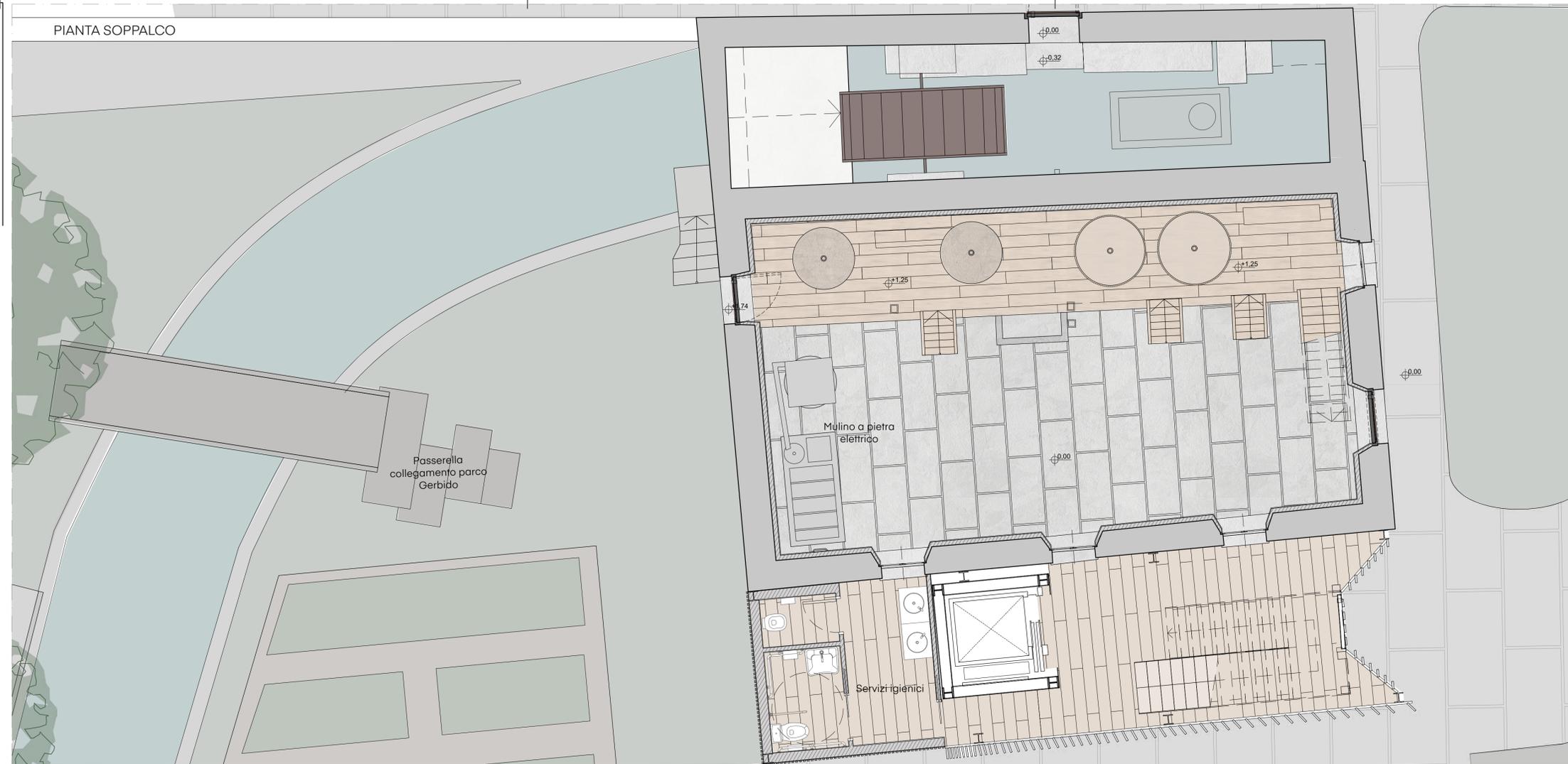
Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento  
energetico e ipotesi di riuso**



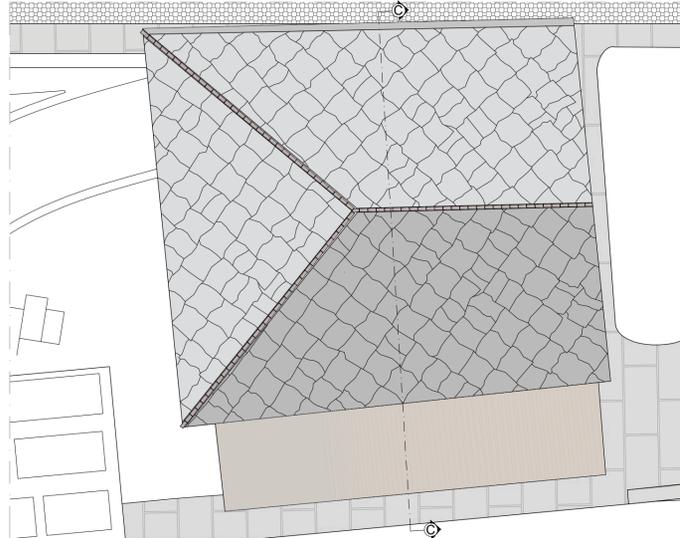
11.2

PROGETTO DI RIUSO

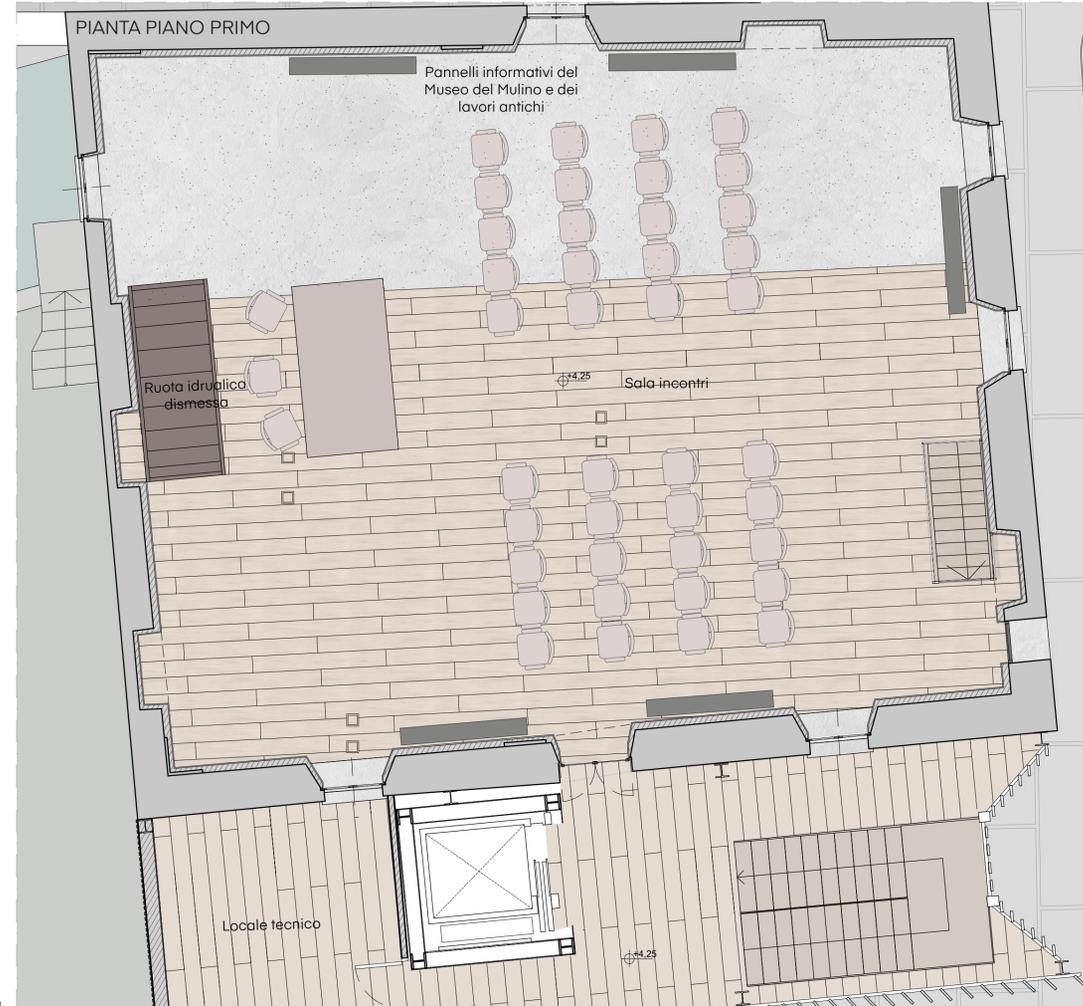
PIANTA SOPPALCO



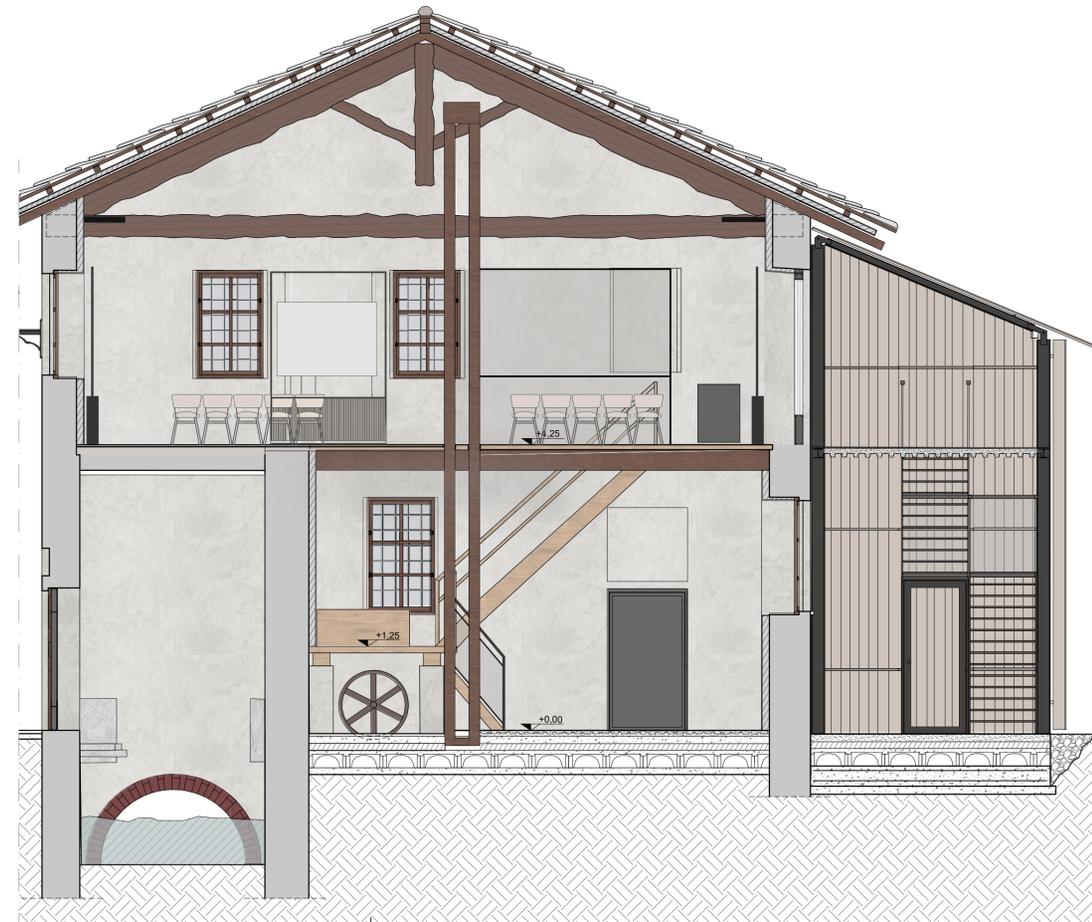
PIANTA COPERTURA



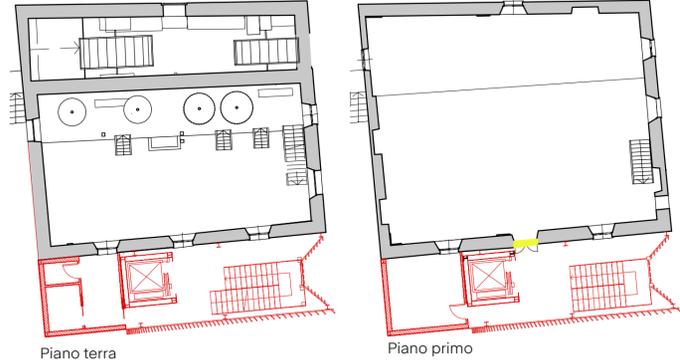
PIANTA PIANO PRIMO



SEZIONE C-C



DEMOLIZIONI E COSTRUZIONI



Scala 1:50 0 1 2.5 5m N



Politecnico di Torino

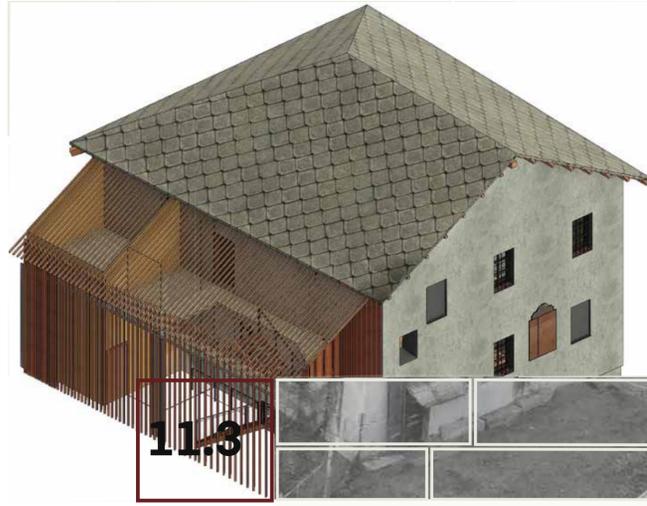
Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
**Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**

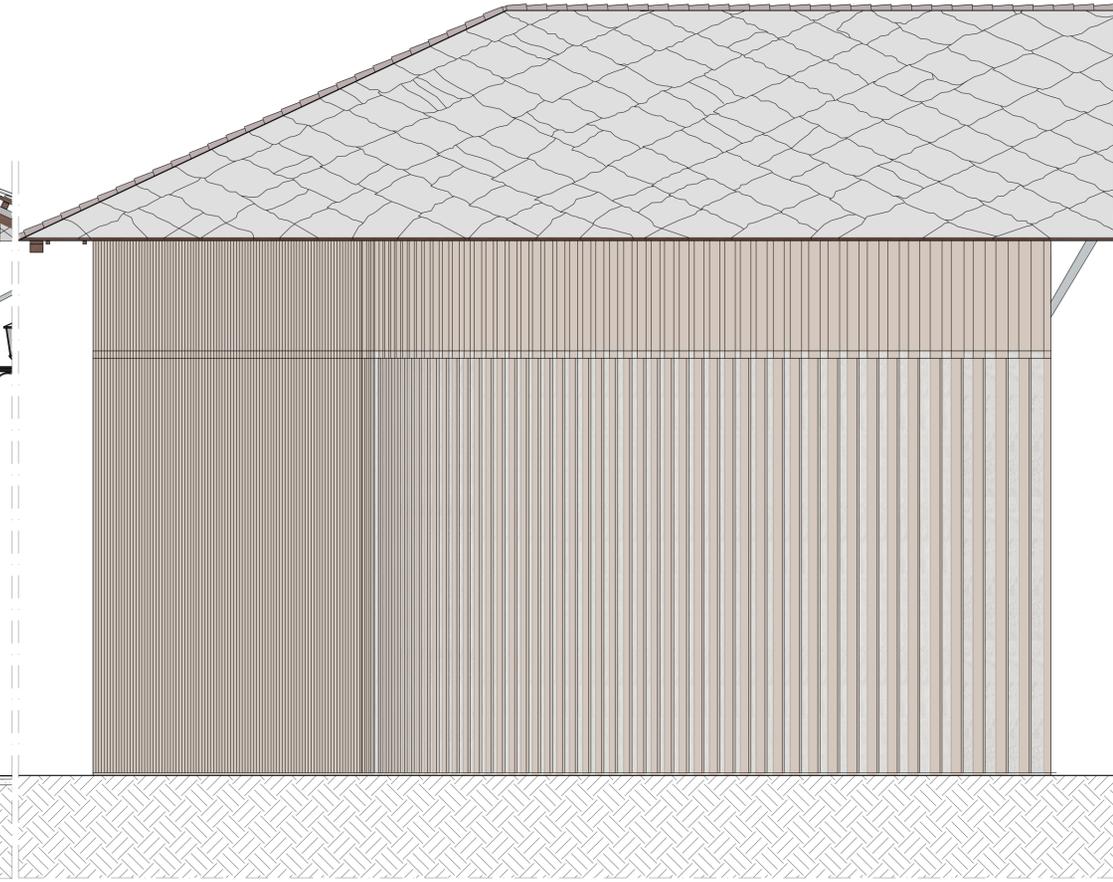


PROGETTO DI RIUSO

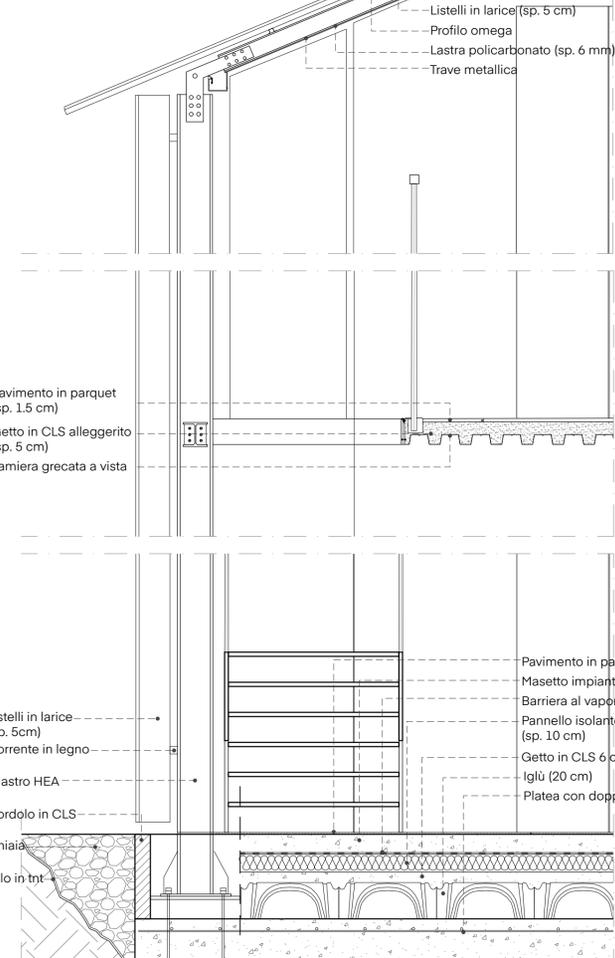
PROSPETTO EST



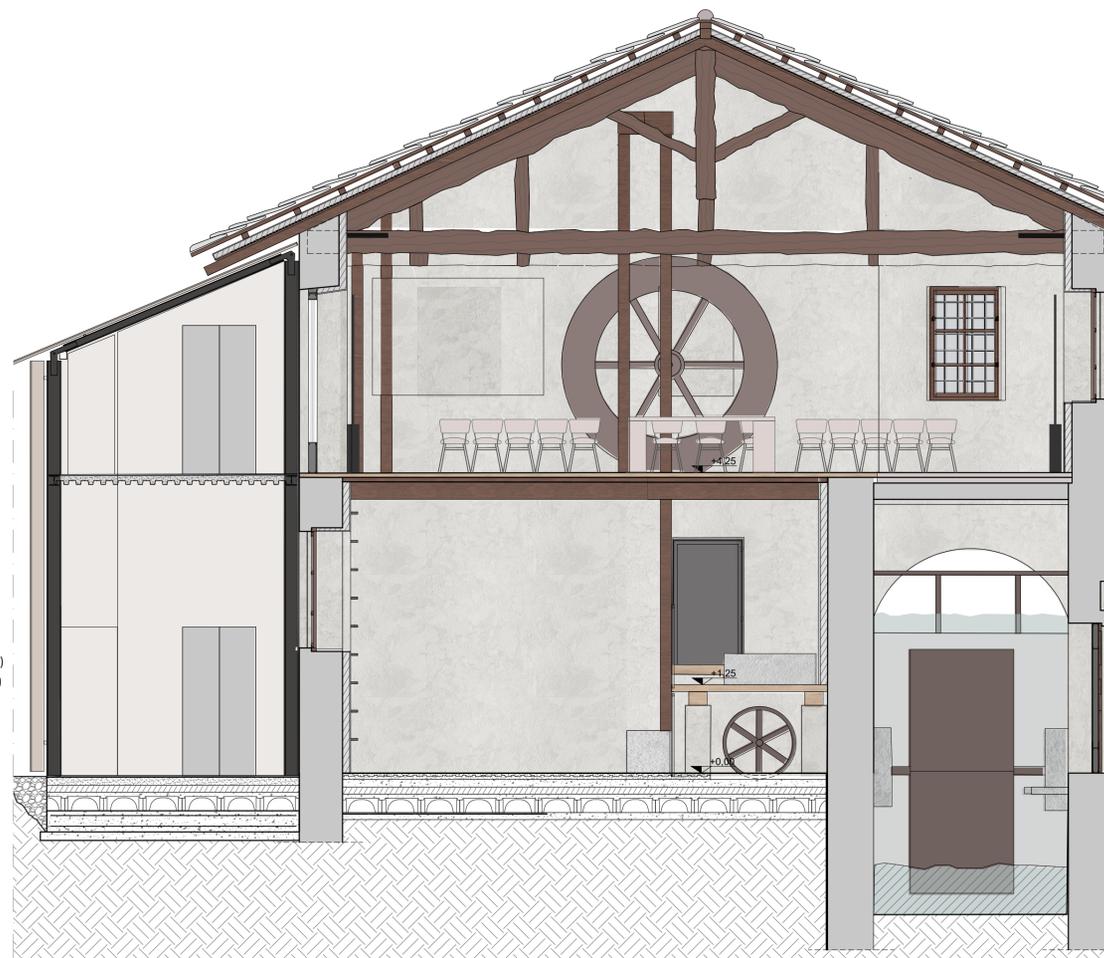
PROSPETTO NORD



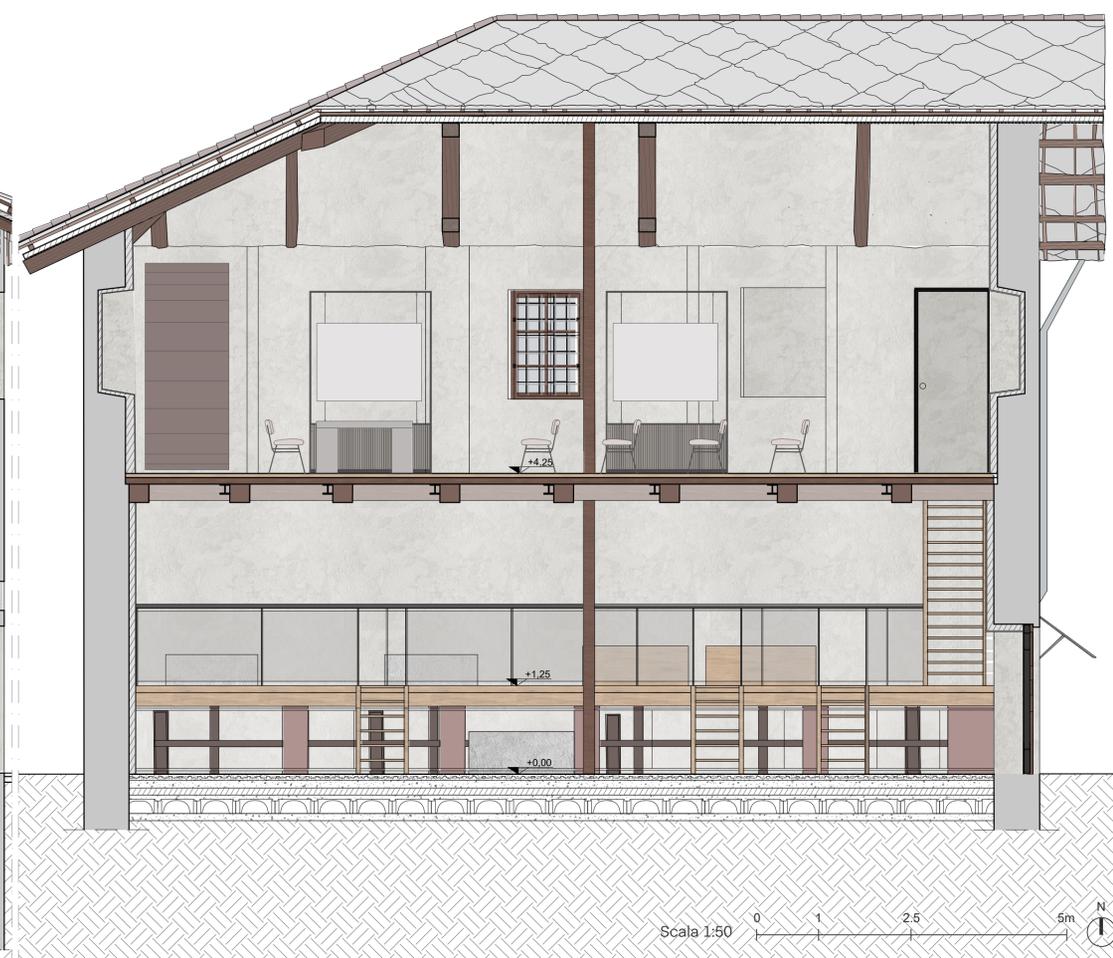
SEZIONE TECNOLOGICA  
Scala 1:20



SEZIONE B-B



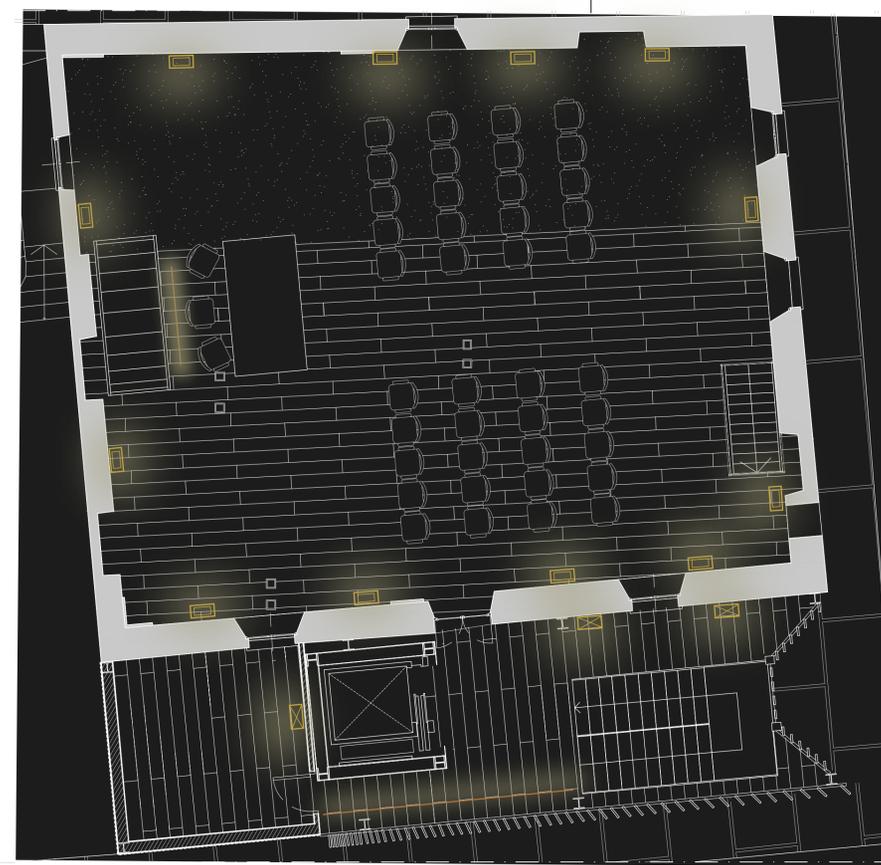
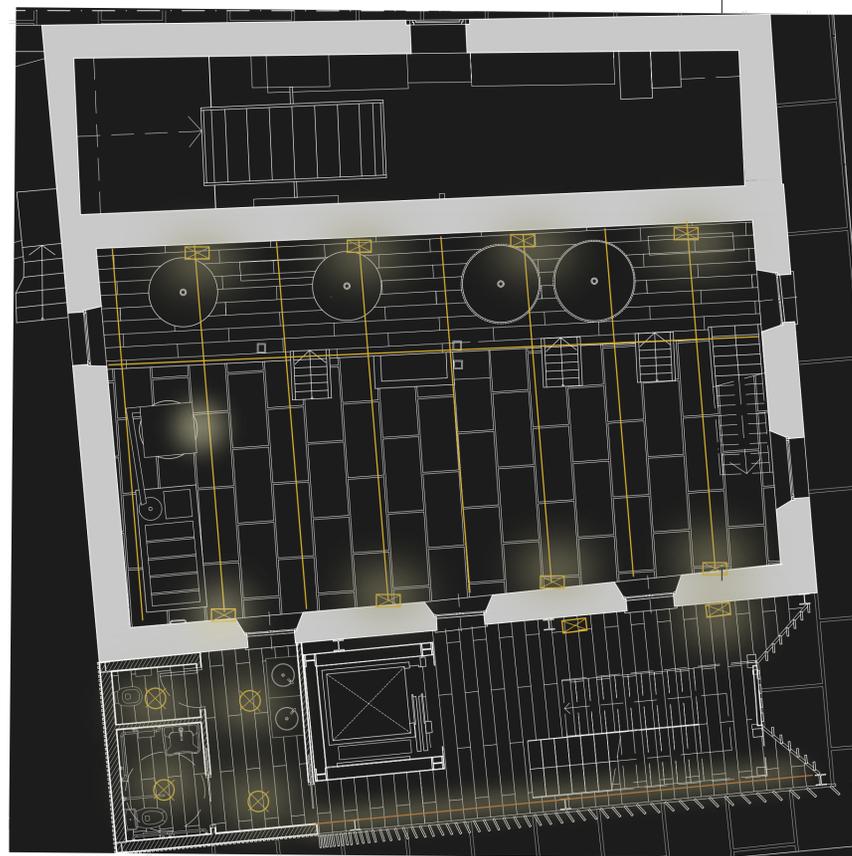
SEZIONE A-A



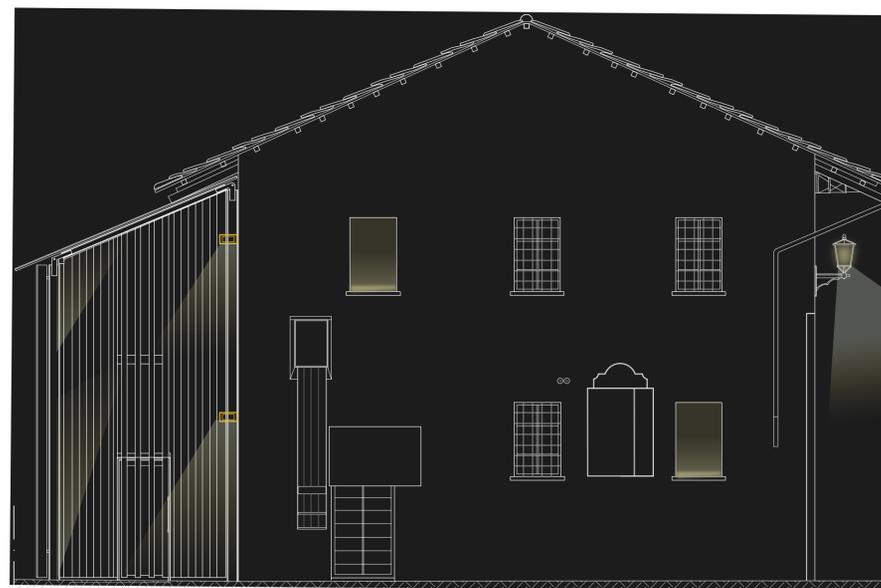
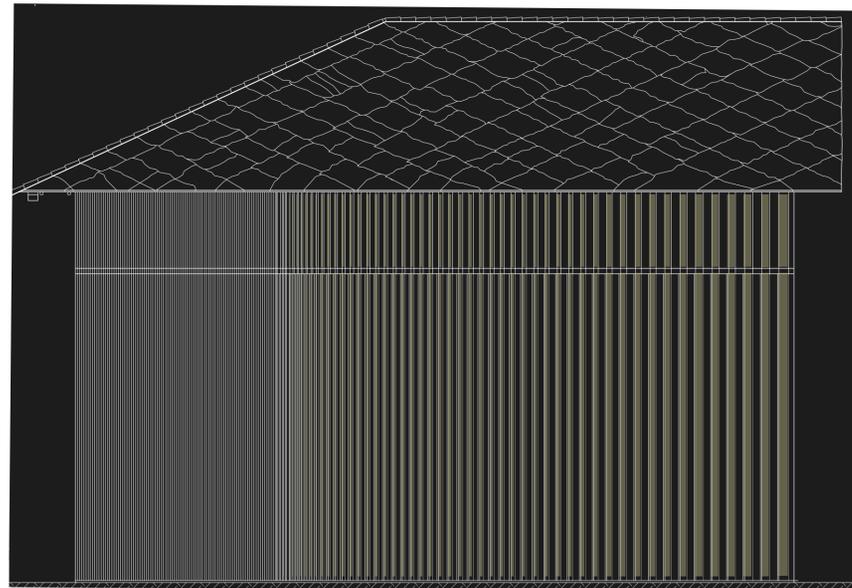
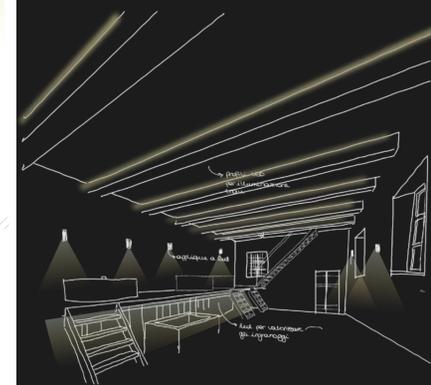
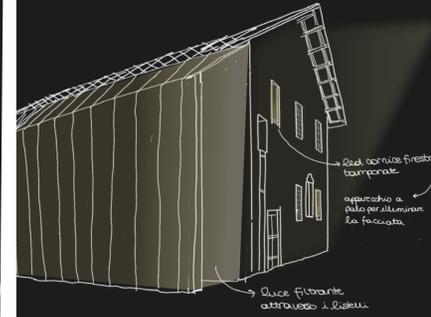
Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso



**PROGETTO DELLA LUCE PER IL MULINO**



**CONCEPT ILLUMINAZIONE**



**QUADRO ESIGENZIALE**

Ambiente	Piano terra			Piano primo		
<b>Funzioni</b>	Mulino produttivo-didattico	Circolazione	Servizi igienici	Circolazione	Sala incontri	Museo del Mulino
<b>Compito visivo</b>	Fruizione e valorizzazione dei macchinari presenti all'interno del mulino	Percezione del piano di calpestio e dei gradini	Percezione del piano di calpestio	Percezione del piano di calpestio e dei gradini	Fruizione della sala	Fruizione e valorizzazione della ruota idraulica e lettura dei pannelli presenti
<b>Esigenze</b>	Illuminamento sufficiente a garantire attività manuali in sicurezza	Illuminamento a livello pavimentazione, evitare cambiamenti improvvisi di luce	Illuminamento a livello pavimentazione, evitare cambiamenti improvvisi di luce	Illuminamento a livello pavimentazione, evitare cambiamenti improvvisi di luce	Illuminamento adatto a garantire un'atmosfera adatta per momenti conviviali	Illuminamento adatto alla corretta percezione della ruota e adatta ad attività di lettura
<b>Tipo e altezza piano</b>	Orizzontale 0cm	Orizzontale 0cm	Orizzontale 0cm	Orizzontale 0cm	Orizzontale 0cm	Verticale 100-250cm
<b>Requisiti</b> <small>(UNI EN 12464-1:2021 UNI EN 11248:2016)</small>	<b>E<sub>m</sub> [lx]</b>	300	100	100	100	200
	<b>U<sub>o</sub> [-]</b>	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6
	<b>UGR<sub>max</sub> [-]</b>	22	28	28	28	22

**APPARECCHI**

- Apparecchio ad incasso downlight, con fascio largo
- Apparecchio applique, monoemissione, con ottica asimmetrica
- Apparecchio applique, biemissione, con ottica asimmetrica
- Profilo lineare, incassato a filo della nuova pavimentazione esterna, con ottica wallwasher orientabile
- Profilo lineare, per permettere lettura dei pannelli museali
- Profilo lineare, per la valorizzazione del solaio in legno

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO**  
UNI EN 12464-1:2021 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni  
UNI EN 11248:2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche





**Politecnico di Torino**

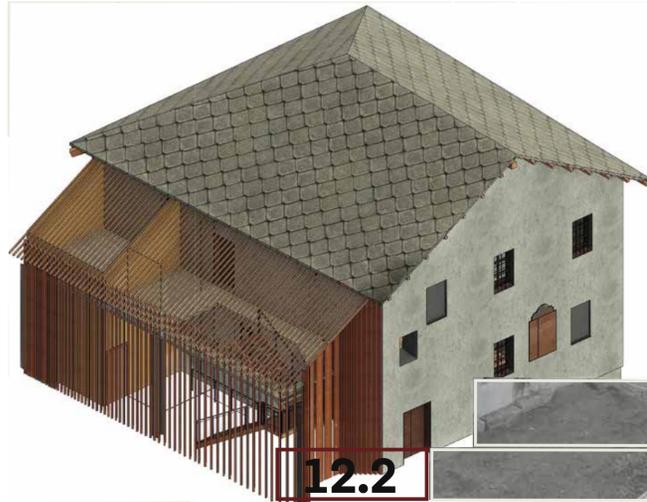
Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

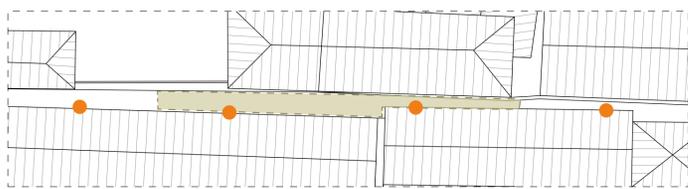
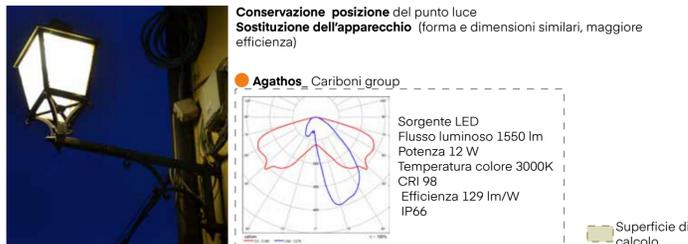
Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso



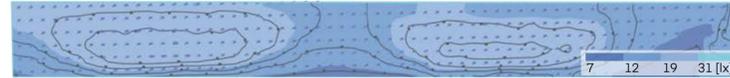
**12.2**

**PROGETTO DELLA LUCE PER IL MULINO**

**VIA CONTE DI CAVOUR**



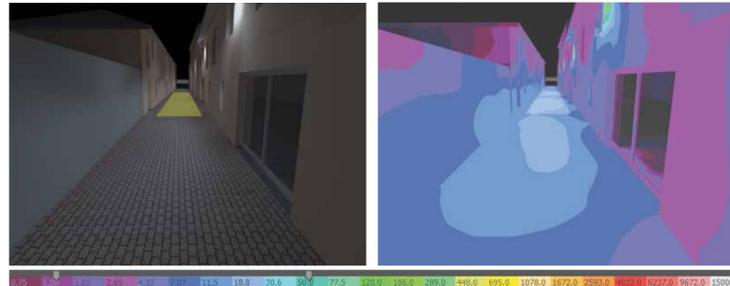
Superficie di calcolo via Conte di Cavour



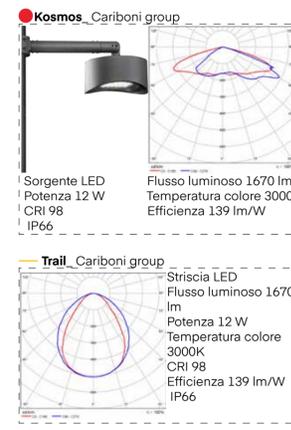
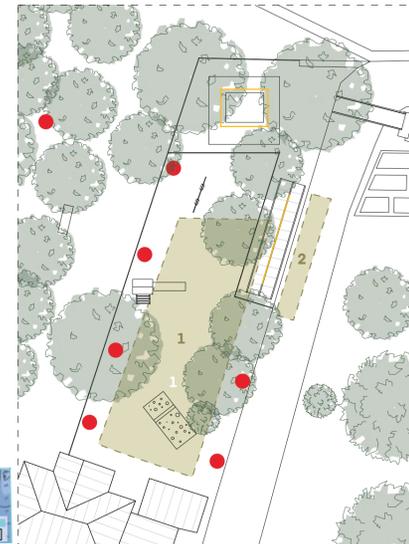
Risultati Dialux e confronto con normativa (UNI EN 13201-2:2016)

	Requisito E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>m</sub> [lx] risultato	Requisito UGR [-]	UGR [-] risultato	Requisito U <sub>0</sub> [-]	U <sub>0</sub> [-] risultato
Via Conte di Cavour	15	18.1	28	26.8	0.40	0.43

Viste renderizzate Dialux e false colours (Via Conte di Cavour)

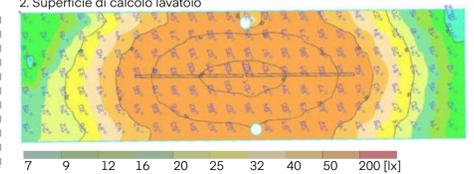
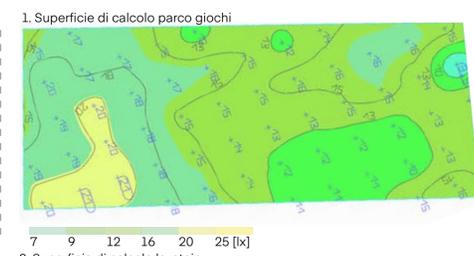


**PIAZZA TERZO ALPINI**



Superficie di calcolo

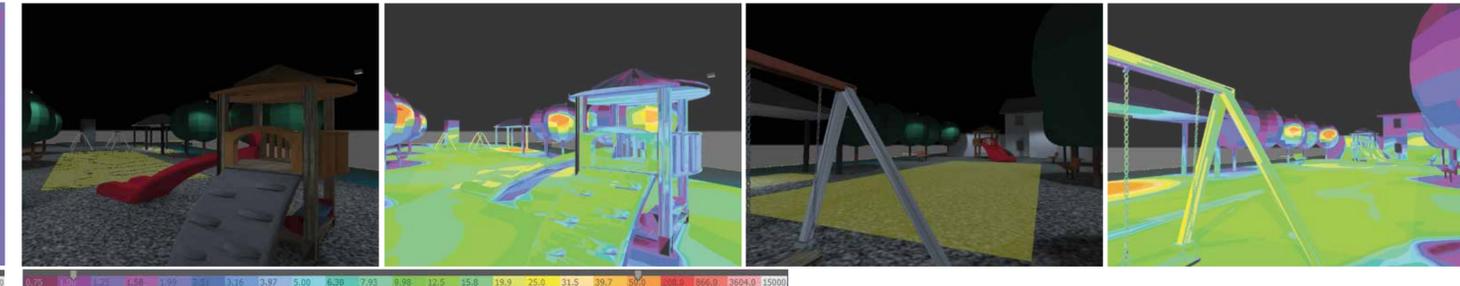
- 1. Parco giochi
- 2. Lavatoio



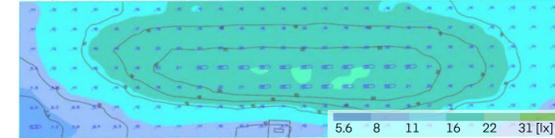
Risultati Dialux e confronto con normativa (UNI EN 13201-2:2016)

	Requisito E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>m</sub> [lx] risultato	Requisito UGR [-]	UGR [-] risultato	Requisito U <sub>0</sub> [-]	U <sub>0</sub> [-] risultato
1. Parco giochi	15	15.3	28	22.1	0.40	0.56
2. Lavatoio	50	54.2	28	23.7	0.40	0.43

Viste renderizzate Dialux e false colours (Piazza Terzo Alpini)



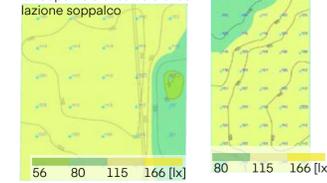
1. Superficie di calcolo via Conte di Cavour



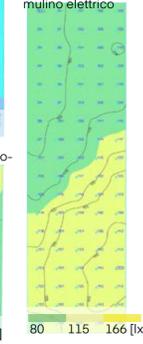
2. Superficie di calcolo circolazione piano terra



3. Superficie di calcolo circolazione soppalco



4. Superficie di calcolo mulino elettrico



5. Superficie di calcolo servizi igienici



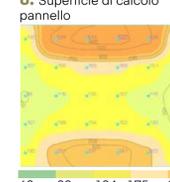
6. Superficie di calcolo filtro distributivo



7. Superficie di calcolo circolazione piano primo

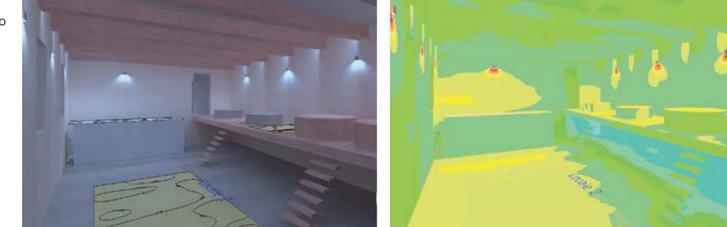


8. Superficie di calcolo pannello



	Requisito E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>m</sub> [lx] risultato	Requisito UGR [-]	UGR [-] risultato	Requisito U <sub>0</sub> [-]	U <sub>0</sub> [-] risultato
1. Via Conte di Cavour	15	15.6	28	25.1	0.40	0.44
2. Circolazione piano terra	100	104	28	25.7	0.40	0.74
3. Circolazione soppalco	100	129	28	26.3	0.40	0.58
4. Mulino elettrico	100	116	-	-	0.60	0.68
5. Servizi igienici	100	123	28	23.4	0.40	0.88
6. Circolazione filtro	100	114	28	21.8	0.40	0.71
7. Circolazione piano primo	100	120	28	22.1	0.40	0.79
8. Pannelli museali	200	213	-	-	0.60	0.63

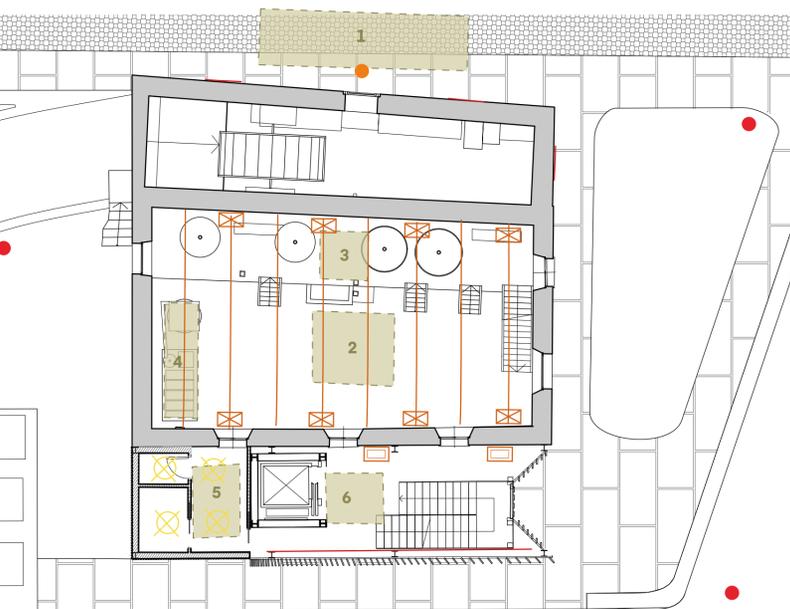
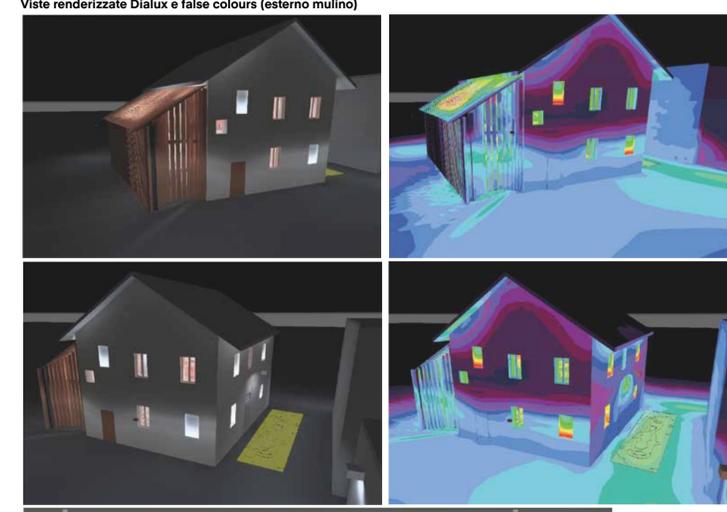
Viste renderizzate Dialux e false colours (piano terra)



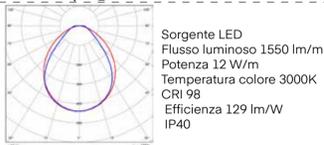
Viste renderizzate Dialux e false colours (piano primo)



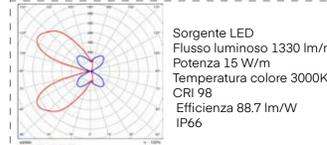
Viste renderizzate Dialux e false colours (esterno mulino)



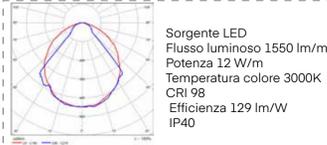
Xooline hydra\_Led linear



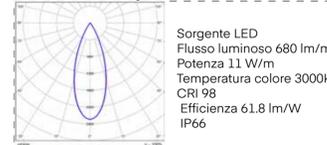
Kocca\_Luce&Light



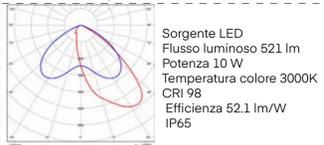
Xooline hydra\_Led linear



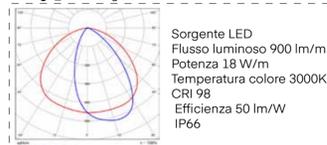
Combo\_Luce&Light



Geko\_Luce&Light



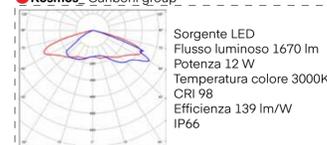
Tago\_Luce&Light



Agathos\_Cariboni group



Kosmos\_Cariboni group





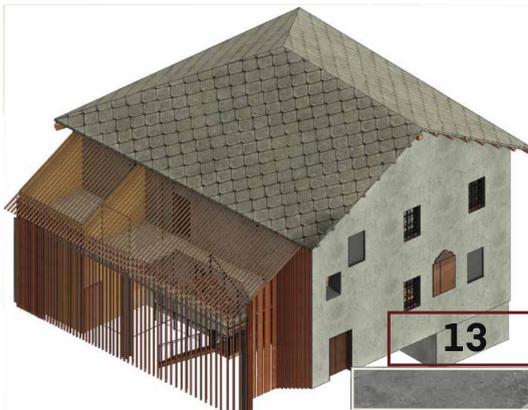
Collegio di Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio  
A.A. 2023-2024

Relatrice: Prof.ssa Ilaria Ballarini

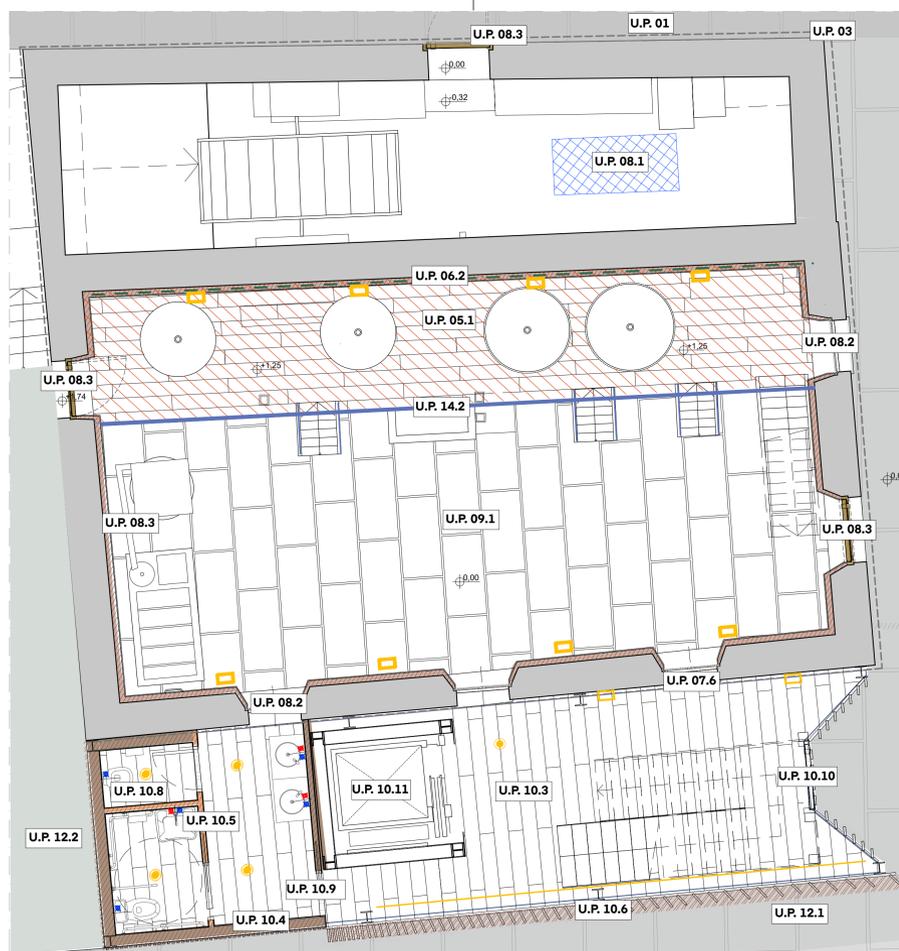
Co-relatrici: Arch. Giulia Beltramo, Arch. Rossella Taraglio

Candidata: Anna Capra

Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale.**  
Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso



UNITÀ DI PROGETTO



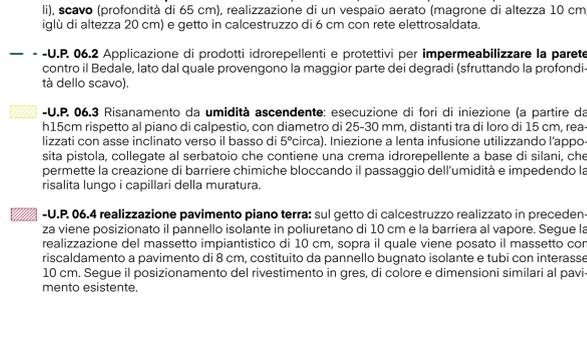
- U.P. 01- INTERVENTI SU MANTO STRADALE DI VIA CONTE DI CAVOUR**
- Rimozione pavimentazione in autobloccante per porzione riservata alla posa del marciapiede.
  - Realizzazione del marciapiede in lastre di Luserna (5 cm, 1 m di larghezza), mantenendo il medesimo piano stradale della pavimentazione esistente, sui due lati della via.
- U.P. 02- ANALISI E VERIFICHE PRELIMINARI** (Programmazione di attività diagnostica)
- Sgombero area esterna dai materiali di risulta e pulizia della vegetazione infestante. Rimozione dell'arredo ed elementi impropri: catalogazione e trasferimento dell'arredo da conservare per il riallestimento, in luoghi sicuri e in condizioni protette per la loro custodia.
  - Analisi termografica (tecnica non distruttiva) per verificare la presenza di fenomeni di umidità di risalita al piano terra attraverso apparecchiatura termografica che permette di rilevare le radiazioni termiche e analisi resistografica (tecnica non distruttiva) per individuare eventuali labilità della struttura delle travi lignee (attraverso l'inserimento di un penetrometro apposto in profondità nel legno è possibile valutare lo stato di degrado, rispetto alla densità del materiale).
  - Rimozione dell'intonaco ove necessario (preferibilmente dove l'intonaco è maggiormente degradato, la superficie da saggiare deve essere pulita e avere una dimensione di 20x20cm) per effettuare la prova di sclerometria (tecnica non distruttiva) per verificare la resistenza a compressione delle murature (attraverso l'indice di rimbalzo sclerometrico).
  - Campionatura e valutazione della composizione chimico-fisica di malte e intonaci attraverso l'analisi XRD - diffrazione di raggi X (tecnica distruttiva, minimamente invasiva).
  - Analisi delle esigenze illuminotecniche degli ambienti interni e calcoli relativi all'efficientamento energetico dell'edificio.

- U.P. 03- OPERAZIONI PRELIMINARI**
- Delimitazione dell'area di cantiere e individuazione degli accessi, posizionamento segnaletica di sicurezza.
  - Installazione di **quadro di cantiere** e presa idraulica di cantiere.
  - Montaggio **ponteggi** sui quattro prospetti dell'edificio, da piano terra fino alla quota del piano copertura e puntellamento del solaio del piano primo.
  - Predisposizione di **trabatelli mobili** all'interno.
  - Rimozione di **impianti elettrici**, apparecchi elettrici e cavi dismessi/non funzionanti.
  - Rimozione **serramenti porte**: smontaggio del telaio fisso, del telaio mobile e delle parti metalliche, evitando rotture e danneggiamenti. Inserimento di elementi provvisori impermeabili.
  - Demolizione tamponatura finestra per realizzazione dell'accesso al piano primo.

- U.P. 04- COPERTURA**
- Rimozione di elementi risultanti ammalorati dalle verifiche preliminari e rimozione dei canali di gronda e dei pluviali danneggiati e arrugginiti.
  - Sostituzione degli elementi lignei degradati con nuovi elementi.
  - Inserimento del **pacchetto termico** per l'isolamento della copertura (isolante in fibra di legno, spessore 10 cm, compreso tra due tavolati lignei e guaina impermeabilizzante).
  - Sistemazione e/o sostituzione delle **lose** ove necessario (elementi danneggiati, smossi o rotti).
  - Montaggio di **nuovi elementi in rame**, solo dopo aver ultimato gli interventi sulle finiture parietali.
- SPACCATO ASSONOMETRICO COPERTURA
1. Tetto in lose
  2. Listelli
  3. Arcarecci (10x10cm)
  4. Isolante in fibra di legno (10cm), due tavolati lignei e guaina impermeabilizzante
  5. Travi principali e capriate

- U.P. 05- CONSOLIDAMENTO**
- U.P. 05.1 **Solaio ligneo**: rimozione e sostituzione delle travi risultate ammalorate dalle verifiche preliminari. Fissaggio degli organi di collegamento (piatti metallici sottili con chiodature) delle travi principali alle pareti portanti. Integrazione strutturale tramite il posizionamento di piccole travi metalliche (profilo HEA) affiancate alle travi principali lignee. Applicazione di finitura protettiva con impregnante idrorepellente a base d'acqua.
  - U.P. 05.2 **Integrazione e ripristino delle lacune**: è importante una prima fase di rilievo, in seguito si va a rimuovere l'intonaco, ove necessario per permettere gli interventi di consolidamento, andranno altresì rimossi gli elementi degradati. Tenendo presente la distribuzione delle tensioni nella muratura stessa, si procede con la tecnica dello scuci-cuci. Avviene lo smontaggio della muratura nella zona interessata, cercando di scalzare ogni elemento, avendo cura di non romperlo o danneggiarlo, lasciando un contorno frastagliato per permettere la successiva corretta ammassatura tra la parte esistente e quella nuova. Si prepara la superficie della cavità e i mattoni utilizzati per l'integrazione, si puliscono le superfici di entrambi bagnandole, favorendo così l'adesione della malta. Si inseriscono i nuovi elementi, utilizzando malte con caratteristiche meccaniche e spessori simili a quelli già esistenti.
  - U.P. 05.3 **Consolidamento microstrutturale delle fessurazioni/fratturazioni tramite iniezioni**: pulizia (pulsatura globale del paravento), si procede ad una pulizia puntuale e del tutto selettiva, con aria compressa, ed eliminazione puntuale del materiale non più coerente (tramite spatole). Si effettuerà un consolidamento (stuccatura e sigillatura) tramite iniezioni di malta di calce additivata con resina epossidica da effettuare solo in profondità, avendo cura di non lasciare a vista tracce del prodotto utilizzato.
  - U.P. 05.4 **Consolidamento delle scale**: rimozione degli elementi risultati ammalorati dalle verifiche preliminari e sostituzione con nuovi elementi lignei (le scale non saranno fruibili dal pubblico, che potrà usufruire del coproscala del nuovo volume)

- U.P. 06- INTERVENTI A PIANO TERRA: RISANAMENTO DELL'UMIDITÀ E INSERIMENTO DEGLI IMPIANTI**
- U.P. 06.1 **Rimozione pavimento** in lose del piano terra (selezione e pulitura di quelle riutilizzabili), scavo (profondità di 65 cm), realizzazione di un vespaio aerato (magrone di altezza 10 cm, igli di altezza 20 cm) e getto in calcestruzzo di 6 cm con rete elettrosaldata.
  - U.P. 06.2 Applicazione di prodotti idrorepellenti e protettivi per **impermeabilizzare la parete** contro il Bedale, lato dal quale provengono la maggior parte dei degni (sfruttando la profondità dello scavo).
  - U.P. 06.3 **Risanamento da umidità ascendente**: esecuzione di fori di iniezione (a partire da h15cm rispetto al piano di calpestio, con diametro di 25-30 mm, distanti tra di loro di 15 cm, realizzati con asse inclinato verso il basso di 5°circa). Iniezione a lenta infusione utilizzando l'apposita pistola, collegate al serbatoio che contiene una crema idrorepellente a base di silani, che permette la creazione di barriere chimiche bloccando il passaggio dell'umidità e impedendo la risalita lungo i capillari della muratura.
  - U.P. 06.4 **realizzazione pavimento piano terra**: sul getto di calcestruzzo realizzato in precedenza viene posizionato il pannello isolante in poliuretano di 10 cm e la barriera al vapore. Segue la realizzazione del massetto impiantistico di 10 cm, sopra il quale viene posato il massetto con riscaldamento a pavimento di 6 cm, costituito da pannelli bugna isolante e tubi con interasse 10 cm. Segue il posizionamento del rivestimento in gres, di colore e dimensioni similari al pavimento esistente.



- U.P. 07- PULITURA SUPERFICI VERTICALI INTERNE ED ESTERNE**
- U.P. 07.1 **Pulitura a secco contro colonizzazione biologica**: la pulitura può essere eseguita meccanicamente mediante l'ausilio di spazzole a pelo più o meno rigido, in base alla tenacia del deposito da rimuovere, raschietti, spatole o scope.
  - U.P. 07.2 **Pulitura a secco ed eventuali impacchi contro efflorescenza**: per rimuovere l'efflorescenza superficiale si interviene prima con una pulitura a secco, mediante spazzoline morbide; successivamente per i punti in stato di degrado più grave, è necessario applicare un impacco adsorbente a base di acqua distillata e adatto ipessente (polpa di carte, sepolite, attapuglie).
  - U.P. 07.3 **Integrazione contro distacco**: l'intervento consiste nella reintegrazione dei vuoti e delle mancanze presenti nello strato di intonaco, sono usate malte compatibili con la muratura sottostante e con l'intonaco esistente. A seguito di eventuali interventi di sigillatura dei giunti della muratura ove necessario, viene pulito il supporto murario e viene steso il nuovo intonaco, più strati, per ottenere il medesimo spessore di quello esistente (a eseguire esternamente).
  - U.P. 07.4 **Pulitura con spray di acqua deionizzata contro calatura**: pulitura a bassa pressione, pulitura meccanica mediante spazzolatura delle parti incoerenti da eseguire tra i vari cicli di lavaggio.
  - U.P. 07.5 **Lavaggio a secco contro graffiti**: rimozione dei graffiti con lavaggio a secco per rimuovere i depositi.
  - U.P. 07.6 **Pulitura elementi metallici**: verifica di fenomeni corrosivi e pulitura con cartavetro. Si procede con eventuali trattamenti organici, a seguito della pulitura. Si posa il fondo antrigruone con elevato potere di adesione e protezione. Si procede con l'applicazione di uno smalto con proprietà anticorrosive, elevata resistenza all'esterno e ottimo potere coprente e riempitivo, facile pennellabilità e estensione.

- U.P. 08- REALIZZAZIONI PER EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**
- Prima dell'applicazione degli strati per il cappotto termico, verifica stato consolidamento dei muri e verifica dell'efficacia dei trattamenti per risolvere i problemi di umidità
  - U.P. 08.1 Inserimento impianto **mini-idroelettrico** all'interno del Bedale al posto di una delle due ruote idrauliche (turbina Kaplan della ditta produttrice MISA con portata 700 l/s, salto utile di 3 m e potenza totale di 15,5 kW) e realizzazione della nuova chiusa e dei canali di partizione per regolare e indirizzare il flusso d'acqua. Posizionamento degli inverter, quadri elettrici e sistemi d'accumulo una volta ultimato il locale tecnico
  - U.P. 08.2 Posa dei **nuovi serramenti** in legno (rovere) e con vetro camera (3-16argon-3mm), che riprendono la forma e le dimensioni dei serramenti esistenti e inserimento avanzale ove assente.
  - U.P. 08.3 Posa dei **nuovi portoni**, sostituzione con portoni blindati a cui viene fissato il portone in rovere esistente, a seguito del suo restauro, con rivestimento.

- U.P. 08.4 Realizzazione del **cappotto termico interno** per migliorare l'isolamento termico delle chiusure opache dell'edificio (realizzato con pannelli di isolante in fibra di legno di spessore 10cm e barriera al vapore sul lato interno, chiusa con lastra di cartongesso).
- U.P. 09- REALIZZAZIONI IMPIANTISTICHE
- Viene predisposto l'**impianto di distribuzione elettrica** (FM e Illuminazione); con individuazione della posizione dei quadri elettrici, delle scatole di distribuzione e il posizionamento corrugati di idonea sezione, da posizionarsi all'interno delle pareti prima della chiusura di esse con lastra di cartongesso. Analogo procedimento deve essere effettuato per il posizionamento delle tubazioni di andata e ritorno dalla centrale termica ai ventilerivettori.

- U.P. 10-INTERVENTI DI NUOVA COSTRUZIONE**
- Scavo** (80 cm) e realizzazione di **fondazioni** (platea doppiamente armato).
  - Verifica della quota di inserimento dell'attuale fognatura comunale, realizzazione delle dorsali di collegamento tra la nuova costruzione e la fognatura. Verrà valutata l'eventuale realizzazione di stazione di pompaggio (in caso di impossibilità per caduta).
  - Realizzazione collegamento con rete elettrica, approvvigionamento acqua, fibra dati, ecc.

- U.P. 10.1 Realizzazione della **struttura** del nuovo volume: posizionamento travi metalliche portanti, posizionamento travi metalliche di sostegno alla scala, posizionamento blocco scala (struttura metallica, costituita da cocciali laterali e pedate saldate agli stessi) e blocco ascensore (inserito all'interno di una struttura metallica, tamponati sui tre lati con lamiera).

- U.P. 10.2 Posizionamento della **struttura secondaria** e di sostegno della pavimentazione, getto in lamiera grecata.
- U.P. 10.3 **Pavimentazione del piano terra** (realizzato con **vespaio aerato**, con igli da 20 cm, con pannello in poliuretano di 10 cm, barriera al vapore, massetto impiantistico di 10 cm e tavolato maschiato grezzo).

- U.P. 10.4 Realizzazione dei **muri esterni** (lamiera zincata, struttura metallica, pannelli isolanti in fibra di legno, barriera al vapore e doppia lastra in cartongesso, dove verranno alloggiati gli impianti elettrici e idraulici).

- U.P. 10.5 Realizzazione dei **tramezzi interni** che dividono i diversi ambienti (realizzati con parete in struttura in acciaio e doppia lastra in cartongesso su entrambi i lati, posizionamento di isolante in fibra di legno nell'intercapedine, dove verranno alloggiati gli impianti elettrici e idraulici)

- U.P. 10.6 Posizionamento del rivestimento esterno costituito in **listelli di larice**, avvitati a una matrice lignea, posizionata sopra l'orditura metallica orizzontale, posizionati a distanze diverse e inclinati progressivamente per creare effetto voluto.

- U.P. 10.7 La **copertura** antipioviggia verrà realizzata attraverso l'applicazione di un pannello in materiale acrilico, trasparente, intagliato al di sotto dell'orditura inclinata della copertura. Lo stesso terminerà nella parte più bassa dentro una grondaia per raccogliere le acque piovane

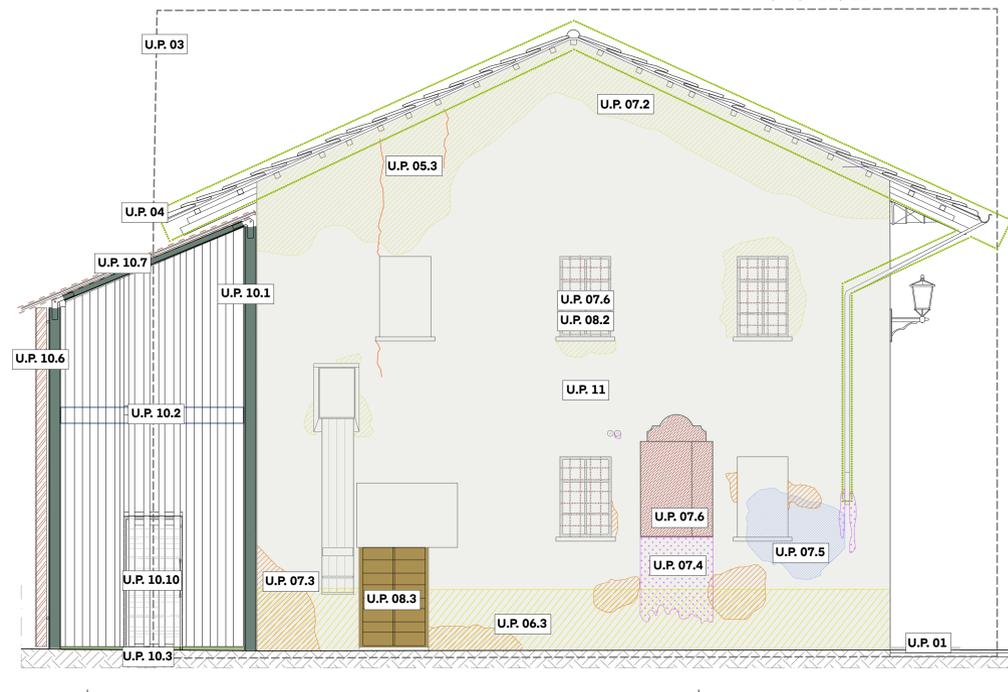
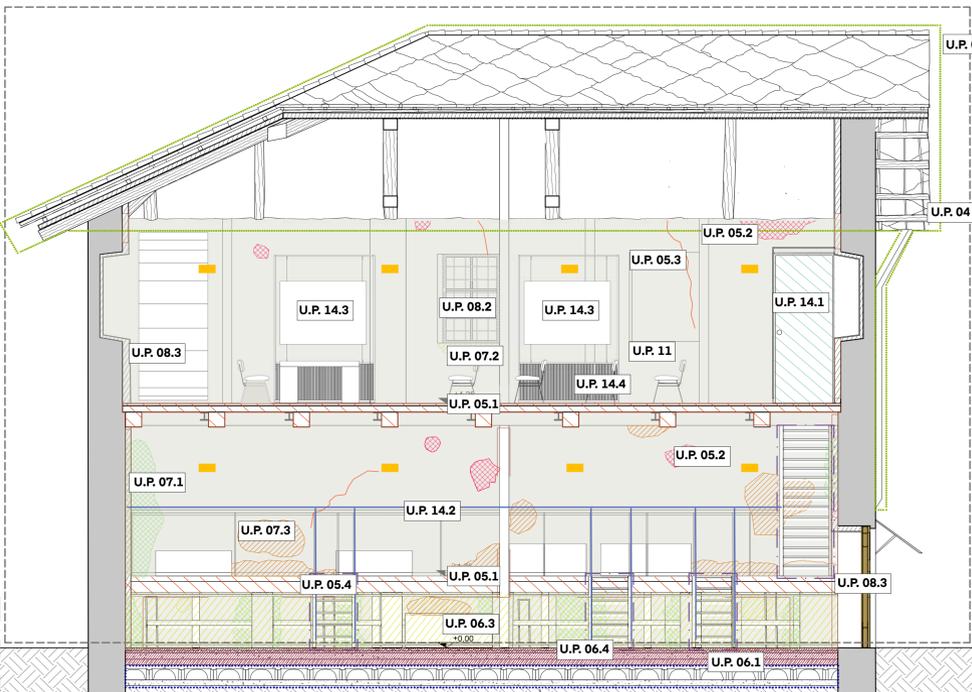
- U.P. 10.8 Predisposizione e arredo dei **servizi igienici**.
- U.P. 10.9 Montaggio delle **porte interne ed esterne**.
- U.P. 10.10 Montaggio degli **apparecchi luminosi** nei punti opportunamente progettati.
- U.P. 10.11 Montaggio della cabina e degli azionamenti dell'**ascensore**.
- U.P. 10.12 Montaggio del **generatore termico**.
- U.P. 10.13 Realizzazione dell'**impianto sanitario e suoi accumuli**.

- U.P. 11- INTERVENTI SU FINITURE PARIETALI**
- Applicazione **nuovo intonaco e linta**: apprezzo con malta compatibile e la messa in opera dovrà seguire l'andamento della muratura. La tonalità e il colore saranno scelti in base all'analisi stratigrafica e di laboratorio svolta durante la fase diagnostica.

- U.P. 12- RESTAURO DEI MACCHINARI**
- Restauro e sostituzione dei macchinari** necessari per il funzionamento del mulino (ruota idraulica, albero, meccanismi, 2 macine...). Si devono preferire manufatti realizzati secondo le tecniche coeve all'immobile.
  - Restauro dei macchinari dismessi** da conservare all'interno del mulino per funzione didattico-museale. Verranno conservate e restaurate 2 macine, la coclea, gli elevatori, le coppie coniche. Restauro e messa in sicurezza dello scivolo esterno in legno. La ruota idraulica, a seguito di restauro, verrà portata al piano superiore, per essere esposta insieme con manovellismi principali non utilizzati per la rimessa in funzione del mulino. Verrà inoltre custodita oggettistica relativa al mulino.

- U.P. 13- PROGETTO SPAZIO ESTERNO**
- U.P. 13.1 Realizzazione **nuova pavimentazione** in lastre di pietra di Luserna, che permette il camminamento e l'accesso all'immobile da via Conte di Cavour, fino all'orto didattico. Realizzazione di una "corte" sul lato est del fabbricato, parzialmente pavimentata utilizzando le pietre di Luserna del piano terra ancora idonee all'uso (non adatte per la funzione di pavimento di aree destinate alla produzione di alimenti).
  - Sistemazione del **prato** e aiuola corte lato est.
  - Realizzazione **orto didattico**: preparazione del terreno, creazione delle aiuole tematiche (antichi cereali), realizzazione impianto di irrigazione.
  - Montaggio **apparecchi luminosi esterni** (apparecchi a palo, come quelli scelti per il Parco del Gerbido).
  - Realizzazione ponte per attraversamento del Bedale dei Molini, realizzato con struttura in acciaio, camminamento in lastre di pietra di Luserna, mancorrente di protezione in legno di larice.

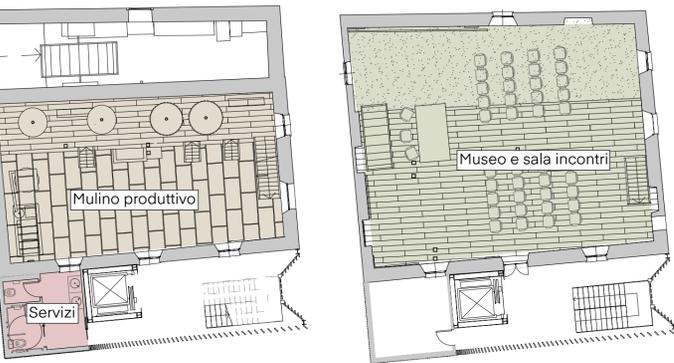
- U.P. 14- ALLESTIMENTO DEGLI AMBIENTI E INTEGRAZIONE ARREDI**
- U.P. 14.1 Realizzazione  **bussola in vetro** per impedire l'accesso dalla sala incontri al piano inferiore.
  - U.P. 14.2 Realizzazione **partizione vetrata** per impedire l'accesso agli ingranaggi, aggiunta di **balaustra in metallo** per le scale e il sottopalo (il cui accesso è riservato ai gestori).
  - Dotazione dei macchinari necessari per la lavorazione delle farine al piano terra (mulino elettrico).
  - U.P. 14.3 Allestimento dei **pannelli espositivi** (con integrato il sistema di riscaldamento tramite ventilonventori)
  - U.P. 14.4 Dotazione di **mobili e arredo**



Tesi di laurea magistrale  
**Strategia di sostenibilità per la valorizzazione del patrimonio culturale. Il caso del Mulino dei Benso a Cavour (TO) tra efficientamento energetico e ipotesi di riuso**



**CARICO TERMICO INVERNALE E IMPIANTO MINI-IDROELETTRICO**



**DATI GEOMETRICI**  
Superficie netta A<sub>tot</sub> = 227 m<sup>2</sup>  
Volume netto V<sub>tot</sub> = 1024 m<sup>3</sup>

-Mulino produttivo  
Superficie netta A<sub>mul</sub> = 84,9 m<sup>2</sup>  
Volume netto V<sub>mul</sub> = 348 m<sup>3</sup>

-Museo e sala incontri  
Superficie netta A<sub>mus</sub> = 131 m<sup>2</sup>  
Volume netto V<sub>mus</sub> = 629 m<sup>3</sup>

-Servizi igienici  
Superficie netta A<sub>ser</sub> = 11,3 m<sup>2</sup>  
Volume netto V<sub>ser</sub> = 47,5 m<sup>3</sup>

	UTENZA	FUNZIONI	ESIGENZE	SCELTE PROGETTUALI	REQUISITI	
Mulino produttivo-didattico	gestori visitatori	produttiva museale	climatizzazione degli ambienti chiusi per garantire il comfort termico	dotazione impiantistica per riscaldamento interventi su involucro	temperatura interna di progetto 20°C	
Museo e sala incontri	gestori visitatori associazioni	museale sala incontri			temperatura interna di progetto 20°C	temperatura esterna di progetto -8°C
Servizi igienici	gestori visitatori associazioni	servizi			temperatura interna di progetto 24°C	

**ABACO DEI COMPONENTI DI INVOLUCRO**

Componente	STATO DI FATTO	PROGETTO
<b>MURATURA IN PIETRA</b>	Intonaco esterno sp.2cm Mattoni e sassi sp.60cm Intonaco interno sp.2cm <b>U<sub>k</sub> = 1,13 W/m²K</b>	Intonaco esterno sp.2cm Mattoni e sassi sp.60cm Intonaco interno sp.2cm Isolante (fibra di legno) sp. 10cm Barriera al vapore Pannello e rasatura <b>U<sub>k</sub> = 0,28 W/m²K</b>
<b>MURATURA IN PIETRA</b>	Intonaco esterno sp.2cm Mattoni e sassi sp.58cm Intonaco interno sp.2cm <b>U<sub>k</sub> = 1,22 W/m²K</b>	Intonaco esterno sp.2cm Mattoni e sassi sp.58cm Intonaco interno sp.2cm Isolante (fibra di legno) sp. 10cm Barriera al vapore Pannello e rasatura <b>U<sub>k</sub> = 0,28 W/m²K</b>
<b>CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE</b>	Pavimento in lose sp.10 cm Massetto autolivellante Pannello radiante con isolante termico Massetto impiantistico sp.10 cm Barriera al vapore Pannello isolante in poliuretano sp. 10cm Getto in cls con rete elettrosaldata sp. 6cm Iglù h20cm <b>U<sub>k</sub> = 2,43 W/m²K</b>	Pavimento in gres Massetto autolivellante Pannello radiante con isolante termico Massetto impiantistico sp.10 cm Barriera al vapore Pannello isolante in poliuretano sp. 10cm Getto in cls con rete elettrosaldata sp. 6cm Iglù h20cm Magrone sp. 10cm <b>U<sub>k</sub> = 0,16 W/m²K</b>
<b>COPERTURA</b>	Lose Listelli Arcarecci <b>U<sub>k</sub> = 1,8 W/m²K</b>	Lose Listelli Arcarecci Isolante in fibra di legno sp. 10cm contenuto tra due tavolati Guaina impermeabilizzante <b>U<sub>k</sub> = 0,21 W/m²K</b>
<b>FINESTRA</b>	Telaio in rovere U <sub>k</sub> = 2 W/m²K Vetro singolo U <sub>k</sub> = 5,7 W/m²K <b>U<sub>k</sub> = 4,41 W/m²K</b>	Sostituzione degli infissi esistenti, in quanto presentano uno stato di degrado troppo avanzato e alcuni sono mancanti, con finestre di stesso materiale e forma Vetro camera 3-16 (argon)-3 U <sub>k</sub> = 1,1 W/m²K <b>U<sub>k</sub> = 1,64 W/m²K</b>
<b>PORTONE</b>	Portone di ingresso in rovere <b>U<sub>k</sub> = 1,8 W/m²K</b>	Portone blindato a cui viene fissato il portone in rovere, a seguito del suo restauro, come rivestimento <b>U<sub>k</sub> = 1,14 W/m²K</b>

**FLUSSO TERMICO DISPERSO PER TRASMISSIONE**

Calcolo superfici di involucro

Località	A <sub>k</sub> [m²]	U <sub>k</sub> [W/m²K]	f <sub>ck</sub>
Mulino produttivo-didattico	Pareti	159	0,28
	Solaio controterra	84,9	0,16
	Serramenti 1	6,16	1,64
	Portone 1	2,52	1,14
Museo e sala incontri	Pareti	186	0,28
	Solaio voltini	46	1,87
	Serramenti 2	7,8	1,55
Servizi igienici	Copertura	152,1	0,24
	Pareti	44,1	0,17
Servizi igienici	Solaio controterra	11,3	0,34
	Copertura	11,3	0,2

$$\Phi_{Tl} = \sum \Phi_{Tl} = \sum [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{Tl}) \cdot f_{ck}] \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$$

Φ<sub>Tk</sub> Mulino produttivo didattico  
Φ<sub>Tk</sub> = 66,2 \* [20-(-8)] = 1855 W

Φ<sub>Tk</sub> Museo e sala incontri  
Φ<sub>Tk</sub> = 186,7 \* [20-(-8)] = 5227 W

Φ<sub>Tk</sub> Museo e sala incontri  
Φ<sub>Tk</sub> = 186,7 \* [24-(-8)] = 351 W

ΣΦ<sub>Tk</sub> = 1855 + 5227 + 351 = **7,43 kW**

**POTENZA TERMICA DI RIPRESA**

	A <sub>i</sub> [m²]	φ <sub>hu,i</sub> [W/m²]	[W]
Mulino produttivo-didattico	84,9	18	1528
Museo e sala incontri	131,1	18	2360
Servizi igienici	11,3	6	68

$$\Phi_{hu,i} = A_i \cdot \phi_{hu,i}$$

$$\Phi_{hu,i} = 3,95 \text{ kW}$$

**FLUSSO TERMICO DISPERSO PER VENTILAZIONE**

	V <sub>i</sub> [m³]	n <sub>i</sub> [1/h]	ρ <sub>L</sub> · c <sub>p,L</sub> [Wh/(m³K)]	θ <sub>int</sub> [°C]	θ <sub>e</sub> [°C]	[W]
Mulino produttivo-didattico	348	0,93	0,34	20	-8	3081
Museo e sala incontri	629	1,5	0,34	20	-8	8982
Servizi igienici	47,5	1,85	0,34	24	-8	956

$$\Phi_{V,i} = V_i \cdot n_i \cdot \rho_L \cdot c_{p,L} \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$$

$$\Phi_{V,i} = 13,02 \text{ kW}$$

**CARICO TERMICO DI PROGETTO**

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Tl} + \Phi_{hu,i} + \Phi_{V,i}$$

$$\Phi_{HL,i} = 7,43 + 3,95 + 13,02 = 24,41 \text{ kW}$$

**DIMENSIONAMENTO TERMINALI**

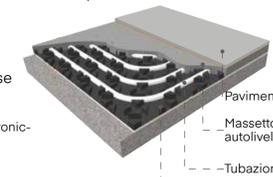
Carico termico invernale di ogni spazio proporzionale alla superficie

Locali	A <sub>i</sub> [m²]	A <sub>tot</sub> [m²]	A <sub>i</sub> /A <sub>tot</sub> [%]	Φ <sub>HL</sub> [kW]	Impianto
Mulino produttivo-didattico	84,9	227	37	9,12	pavimento radiante
Museo e sala incontri	131		58	14,07	ventilconvettori
Servizi igienici	11,3		5	1,21	termoarredi

**Dimensionamento del sistema radiante** (mulino produttivo-didattico)

Carico termico sul sistema: 9,12 kW  
Superficie utile: 80 m<sup>2</sup>  
Resa termica specifica: 114 W/m<sup>2</sup>  
Sistema radiante scelto: resa termica 134 W/m<sup>2</sup>, interasse 10cm, temperatura mandata 40°C

Da sito produttore Watts (<https://www.watts.eu/it/products/eu/hydronic-radiant-heating-solutions>)

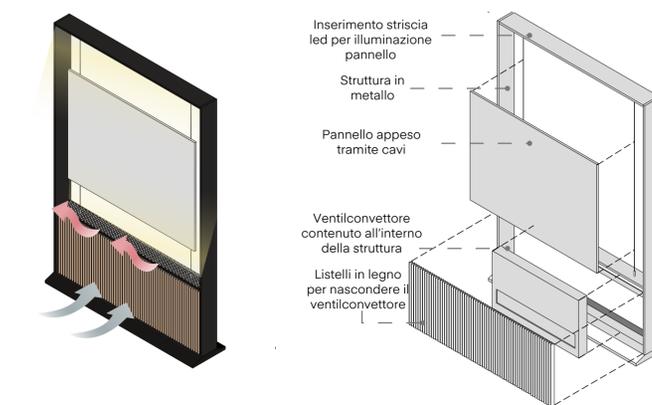


**Dimensionamento ventilconvettori** (museo e sala incontri)

Carico termico sul sistema: 14,07 kW  
Numero di elementi: 6  
Resa termica specifica: 2530 W

Tabella da sito produttore Sabiana (<https://www.sabiana.it/it/products/>)

**Ventilconvettore integrato a pannello museale**



**Dimensionamento termoarredo** (servizi igienici)

Carico termico sul sistema: 1,21 kW  
Numero di elementi: 3  
Resa termica: 446 W

Tabella da sito produttore Tubes (<https://www.tubesradiatori.com/it/>)

**IMPIANTO MINI-IDROELETTRICO**

Potenza elettrica impianto = 9,81 \* Q \* H \* η

Q = 0,7 m<sup>3</sup>/s

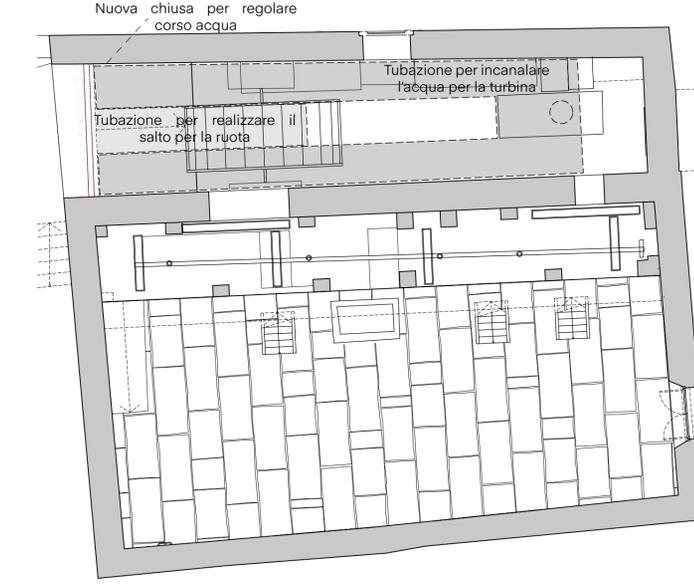
H = 3 m

η = 0,75

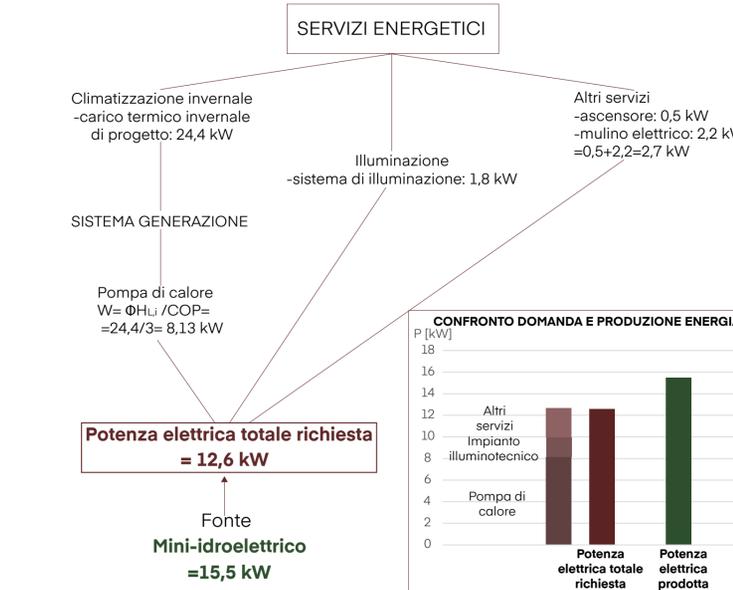


$$P = 9,81 \cdot 0,7 \cdot 3 \cdot 0,75 = 15,5 \text{ kW}$$

Turbina Kaplan biregolante dell'azienda MISA, realizzato per il Mulino Scodellino di Castel Bolognese (RA). Questo ha dati di progetto simili a quelli del caso studio della tesi (portata di 0,8 m<sup>3</sup>/s, salto di 3 m, la potenza dell'impianto è di 20 kW).



**PREDIMENSIONAMENTO POTENZA ELETTRICA RICHIESTA**



\* Il predimensionamento è stato effettuato considerando condizioni nominali

Simbolo	Descrizione
A <sub>tot</sub>	area totale [m²]
V <sub>tot</sub>	volume totale [m³]
A <sub>i</sub>	area di pavimento della zona i [m²]
V <sub>i</sub>	volume netto della zona i [m³]
θ <sub>int,i</sub>	temperatura interna di progetto della zona i [°C]
θ <sub>e</sub>	temperatura esterna di progetto [°C]
Φ <sub>Tl</sub>	carico termico di progetto invernale [W]
Φ <sub>Tk</sub>	flusso termico disperso per trasmissione in condizioni di progetto [W]
Φ <sub>V,i</sub>	flusso termico disperso per ventilazione in condizioni di progetto [W]
Φ <sub>hu,i</sub>	potenza termica di ripresa [W]
φ <sub>hu,i</sub>	flusso termico disperso per trasmissione in condizioni di progetto dal componente edilizio k della zona i [W]
A <sub>k</sub>	area del componente edilizio k [m²]
U <sub>k</sub>	trasmissione termica del componente edilizio k [W/(m²K)]
f <sub>ck</sub>	fattore di correzione della temperatura [-]
φ <sub>hu,i</sub>	potenza termica specifica di ripresa nella zona i [W/m²]
n <sub>i</sub>	tasso di ricambio orario dell'aria nella zona i [1/h]
ρ <sub>L</sub> · c <sub>p,L</sub>	prodotto di massa volumica per calore specifico dell'aria [0,34 Wh/(m³K)]
Q	portata del canale [m³/s]
H	salto [m]
η	rendimento globale impianto [-]

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO**  
UNI 10339:1995 Impianti aerei ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.  
UNI EN 12831-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti  
UNI EN ISO 6946:2018 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo  
UNI EN ISO 10077-1:2018 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità