

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Scuola di Ingegneria e Architettura

Corso di laurea magistrale a ciclo unico in Ingegneria Edile - Architettura

Tesi di laurea in Architettura e Composizione Architettonica II

LUNGO LA LINEA DEL RENO un progetto per la ferriera Lenzi

Roberto Bettucchi

Relatore:

Prof. Arch. Matteo Agnoletto

Correlatori:

Prof. Ing. Claudio Galli

Ing. Lamberto Zanini

Anno Accademico 2018/19

Sessione I

*Ringrazio Matteo Agnoletto, Claudio Galli,
il Comune di Castel di Casio
e la mia famiglia.*

a Graziano

INDICE

- 7 Introduzione
- 8 La linea del Reno
- 9 Analisi storica - strutturale - formale
- 9 Metodo di ricerca e logica interpretativa dei risultati
- 9 Territorio oggetto di studio
- 11 **ANALISI.1 la valle del Reno**
- 13 Percorso di studio, documentazione storica, fonti fotografiche, fattori determinanti delle strutture insediative
- 20 Ghiacciaie
- 22 Mulini
- 28 Ferriere - fornaci
- 30 Filande cartiere
- 41 **ANALISI.2 casi studio**
- 46 Ghiacciaie della madonnina
- 54 Mulino di Randaragna
- 62 Ferriera Lenzi
- 70 Mulino e fornace Neri
- 78 Fornace Torricella

Canapificio Turri	86
Fonderie Misa	94
ANALISI.3 la ferriera Lenzi	103
Rilievo	121
PROGETTO.1 la valle del Reno	161
Un museo diffuso lungo il Reno	165
PROGETTO.2 casi studio	171
Contesto	174
Ricarica E-Bike	178
PROGETTO.3 la ferriera Lenzi	189
Ripristino	192
Inserimento	196
Percorso	203
Rifunzionalizzazione ferriera	208
Verifiche di resistenza pile	219
Rigenerazione dell'alveo fluviale	232
Bibliografia	251

INTRODUZIONE

Il contenuto della presente tesi di laurea rappresenta un lavoro sistematico di analisi e proposte progettuali, nel quale sono stati identificati tipi edilizi specifici, attraverso il riconoscimento, l'approfondimento tematico e la sintesi delle architetture a carattere protoindustriale dell'alta e media valle del Reno .

Dalla schematizzazione dell'origine e delle fasi evolutive delle diverse tipologie e della cultura del costruire è stato possibile stabilire una precisa caratterizzazione degli edifici, secondo un processo dinamico di permanenze ed evoluzioni.

"La ricostruzione del processo evolutivo e il riconoscimento delle sue fasi è [...] il mezzo per leggere la crescita delle diverse tipologie di base, per valutarne sia le variazioni prodotte nel tempo, sia quelle prodotte da spazi e luoghi diversi e, in seguito, per cercare di delinearne una logica progettuale di recupero." ¹

Lo studio tipologico ed evolutivo degli opifici ha permesso di configurare un modus progettuale delineato, individuando potenzialità e criticità, nell'ottica di un intervento unitario organico realizzato attraverso inserimenti puntuali, nel rispetto dei meccanismi aggregativi ed evolutivi del luogo, reinterpretando forme e contenuti.

L'approfondimento dei processi produttivi che hanno coinvolto le architetture in esame è risultato imprescindibile nel processo di analisi: i rapporti volumetrici, la distribuzione degli spazi di lavoro e il continuo rapporto tra fiume Reno e infrastrutture sono infatti determinati da specifiche esigenze produttive.

¹ Guccini A.M., *Tipologie edilizie rurali storiche dell'Appennino bolognese*, Argelato (BO), Minerva Edizioni, 2008.

LA LINEA DEL RENO

Questo lavoro è nato dall'esigenza di censire le figure strutturali a carattere produttivo lungo la valle del Reno con caratteristiche di bene culturale o di interesse storico-testimoniale, ricercando uno strumento guida per la lettura del patrimonio protoindustriale e indirizzando trasformazioni territoriali nell'ottica di valorizzare gli insediamenti preesistenti, attraverso la rigenerazione degli opifici ancora presenti sul territorio e dando leggibilità ai segni che questi hanno inevitabilmente lasciato nel tempo.

L'obiettivo primario del progetto consiste nel riunificare e rendere fruibile il percorso lasciato dall'acqua attraverso la nascita e la mutazione di insediamenti industriali, dando origine ad un museo diffuso in grado di identificare il carattere distintivo della valle, dalla nascita della ferrovia porrettana sino al dopoguerra, studiando nello specifico il caso della ferriera Lenzi in località Porretta Terme, ritenuta a seguito di un'analisi a scala territoriale, tra gli esempi più significativi di archeologia industriale montana.

La condizione posta a monte di ogni proposta d'intervento è stata quella di presentare nuove opportunità agli edifici oggetto di analisi per svolgere un ruolo sociale e culturale, preservandone la riconoscibilità tipologica, conservando il valore di testimonianza storica e di identità di un territorio, senza snaturarne la connotazione formale e la sagoma, mantenendo la percezione della funzione originaria.

L'identificazione tipologica svolta ha messo in evidenza matrici trasferibili nello spazio e nel tempo, presentandosi di poco dissimili nel complesso sistema industriale della Magona Granducale avviato già nel XVI dal neo-granduca di Toscana Cosimo I, per sfruttare i minerali di ferro della parte meridionale del suo stato e dell'Isola d'Elba.

ANALISI STORICA - STRUTTURALE - FORMALE

La ricerca di uno strumento guida di analisi che metta in relazione l'aspetto strutturale a quello formale è risultato dirimente in fase di analisi essendo, in genere, uno la diretta conseguenza dell'altro. La ricerca storica ha reso possibile ogni considerazione, individuando un modo di costruire, fino agli anni del dopoguerra, sempre in risposta a specifiche esigenze, dipendenti dal tempo e dal luogo. Spesso un edificio è stato protagonista di progressivi riadattamenti per rispondere a necessità sopraggiunte, per accogliere nuove tecnologie e mutare di pari passo con le tecniche produttive. È così che con la costruzione della strada porrettana nel 1845 e dell'omonima ferrovia terminata nel 1864, alcuni mulini venivano modificati per ospitare magli per battere il ferro e macine per macinare la calce. La progressiva mutazione del costruito permetteva il riuso dei fabbricati evitandone la demolizione, ogni ambiente veniva riadattato di volta in volta per la specifica funzione, dando vita a complessi palinsesti che caratterizzano l'architettura della protoindustria.

METODO DI RICERCA E LOGICA INTERPRETATIVA DEI RISULTATI

L'individuazione, la raccolta e l'analisi di materiale documentario storico sono volti a mettere in luce i meccanismi di formazione delle diverse strutture e i loro processi evolutivi nel tempo.

TERRITORIO OGGETTO DI STUDIO

Il percorso naturale del fiume Reno individua il campo di indagine, dalla sorgente, a 1020 metri sul livello del mare in località Prunetta, sino alla località di Marzabotto. Dei suoi 211 km di lunghezza con un bacino di 4628 km², presenta nell'area di studio le medesime caratteristiche tipologiche e costruttive, proprie dell'area appenninica e di carattere rurale.

analisi.1

valle del Reno

PERCORSO DI STUDIO
DOCUMENTAZIONE STORICA
FONTI FOTOGRAFICHE
FATTORI DETERMINANTI DELLE STRUTTURE INSEDIATIVE

*"I principali fattori estrinseci, o di contesto, che più direttamente condizionano l'organizzazione degli insediamenti rurali e il loro rapporto col territorio, [...] possono ricondursi a tre categorie fondamentali: a) della sfera fisico-ambientale; b) della sfera socio- culturale; c) dei modi di produzione. Le prime due risultano chiaramente distinte, in quanto appartengono a due campi abbastanza indipendenti del reale, quello della natura e quello dell'uomo; la terza categoria invece, presenta elementi di forte interconnessione tra sfera naturale e sfera antropica, tali da collocarla in una posizione intermedia tra le prime due, ma con forte valenza cognitiva, in quanto soprattutto in quest'ambito si ritrovano i caratteri maggiormente esplicativi dell'insediamento agricolo"*²

Determinanti fisico-ambientali

CLIMA. Le differenziazioni altimetriche nell'area oggetto di studio sono abbastanza modeste, ma associate all'andamento del paesaggio che da collinare diviene racchiuso dalla catena appenninica in prossimità della sorgente del Reno, giustificano la presenza di tetti maggiormente spioventi, finestrate più ridotte e murature talvolta più spesse.

GEOLOGIA. La conformazione del paesaggio e la caratterizzazione delle essenze arboree sono spiegate dalla diversa qualità dei suoli. Nell'area oggetto di studio, la classe litologica prevalente è quella di suoli provenienti da rocce argillose o marmose, e dalla formazione del macigno. In prossimità del Reno si osserva poi una graduale variazione della granulometria, con il passaggio da terreni a grana fine e coerenti come argille e argille scagliose a terreni sciolti a grana grossa quali ghiaia e sabbia. Questo assortimento litologico corrisponde ad una varietà di materiali da costruzione e tecniche di lavorazione dei terreni.

OROGRAFIA. La conformazione geometrica del suolo influenza inevitabilmente la localizzazione degli insediamenti e la loro disposizione plano-altimetrica. Fu infatti l'energia potenziale caratteristica dei salti d'acqua del Reno a far sì che alcuni opifici si installassero lungo l'alveo fluviale, dai primi mulini nel Medioevo, alle ferriere, alle filande, ai primi impianti idroelettrici, alle cartiere.

² Zappavigna P., Indirizzi metodologici per l'analisi degli edifici rurali storici nel contesto territoriale [...], in "Genio Rurale" n.5, 1998.



23

19

20

22

21

20

24

25

26

Forche

Canale del Molino

Fiume Albano

RIO GALERIO

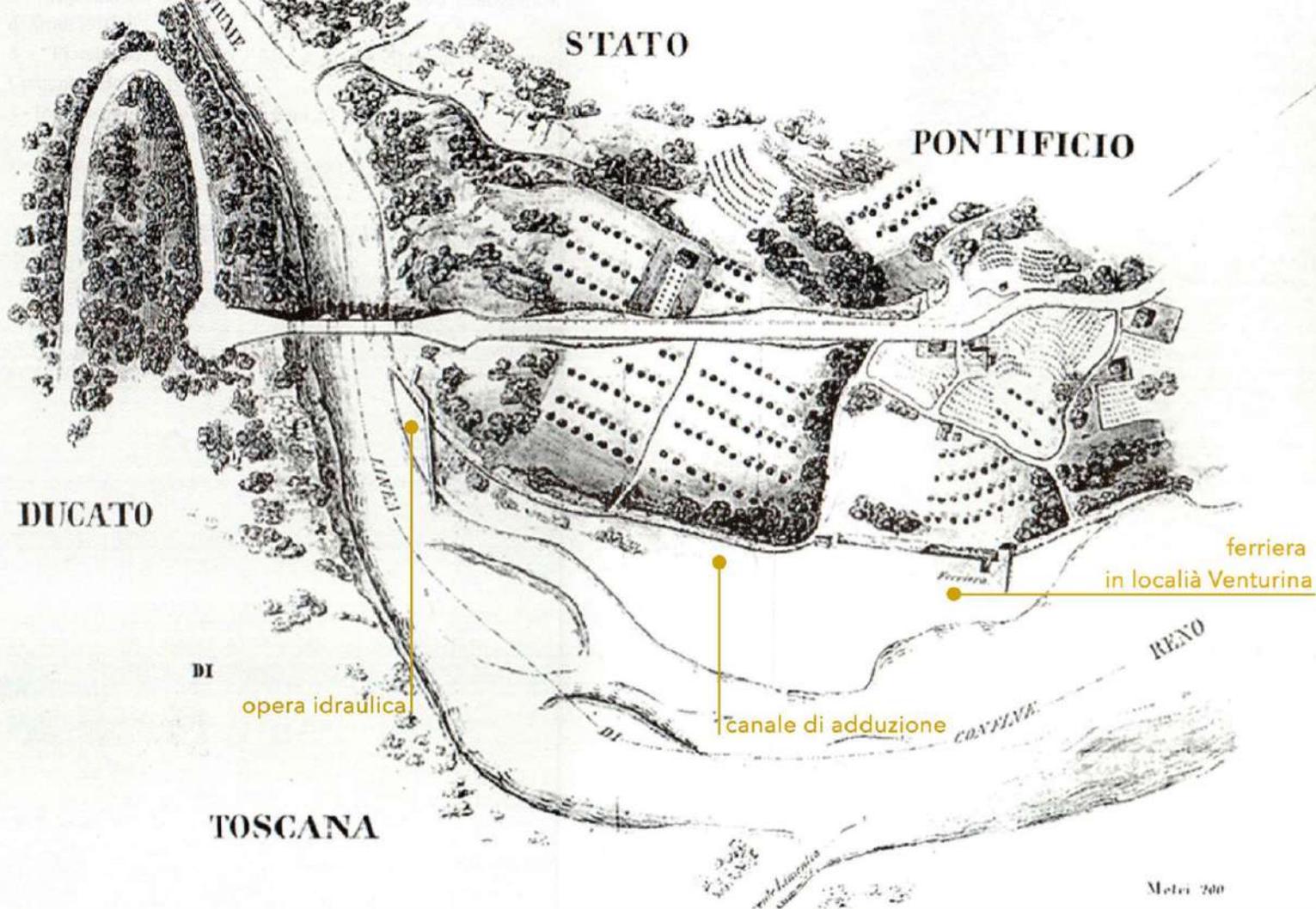
FIUME RENO

Determinanti dei modi di produzione

Alla produzione era finalizzata l'organizzazione funzionale degli edifici che dall'acqua ne traevano sostentamento. I Mulini, documentati nel territorio già dall'XI secolo, hanno rappresentato lungo il corso del Medioevo un centro di potere per i signori del territorio, sia laici che ecclesiastici. Sulla scia del fenomeno dell'aumento della produzione agricola e del parallelo aumento demografico anche i comuni rurali a partire dal XII secolo nati frequentemente per la gestione di terreni comuni, cominciarono ad edificare mulini comunitari. Una diffusione capillare anche sui più piccoli corsi d'acqua affluenti del Reno si ebbe a partire dal XIII secolo, quando a edificare gli opifici produttivi furono anche i privati, segno dell'importanza sempre crescente dell'attività. Il secondo opificio idraulico diffuso sul territorio fu la ferriera, spesso mutando mulini preesistenti adattandoli alle nuove esigenze. L'invenzione della camma, attraverso la quale il movimento circolare continuo della ruota idraulica viene trasformato in moto rettilineo alternato, ha reso possibile l'impiego di magli per battere il ferro, inseriti nell'ambiente di maggiori dimensioni dell'edificio. La camma permise lo sviluppo di molti degli edifici sorti in epoca moderna: gualchiere, cartiere e filande. I mulini, e in seguito le ferriere, richiedevano un'articolazione di spazi di vario tipo: aperti, chiusi, semi-chiusi. La gora era uno spazio talvolta aperto talvolta scoperto che conduceva l'acqua dal fiume all'edificio e la sua realizzazione e manutenzione rappresentava un ingente dispendio di risorse: seguendo l'altimetria del territorio i mulini sono presenti più diffusamente nelle zone di montagna, dove la gora era di lunghezza ridotta per via dei notevoli dislivelli, al contrario delle aree collinari dove la gora era necessariamente di lunghezza maggiore motivo per il quale si individuano meno opifici ma di più grandi dimensioni.

Il bottaccio era uno spazio aperto o semi-chiuso che permetteva l'accumulo dell'energia potenziale fornita dall'acqua per poi essere rilasciata istantaneamente per alimentare l'opificio attraverso ruote idrauliche, quest'ultime contenute in ambienti aperti o più frequentemente chiusi, ad asse verticale e con struttura lignea per mulini, ad asse orizzontale e frequentemente in acciaio per le attività produttive più recenti.





In fase di ricerca storica è emerso come in passato il rapporto tra fiume e costruito coinvolgesse principalmente infrastrutture e opifici. L'alveo, lungo tutta la valle appenninica, era privo di confinamenti e le poche opere idrauliche insistenti sul percorso erano volte alla tutela di ponti e canali di adduzione. Il rapporto di sudditanza di impianti protoindustriali nei confronti del Reno giustificava la loro collocazione in prossimità del suo alveo, rendendo necessarie opere a tutela del costruito. Gli edifici presenti lungo il fiume erano quindi gli unici che da esso dipendevano.

ASB, "Tipo che dimostra la situazione in galleria del ponte sul fiume Reno in continuazione della Strada di Porretta nella Strada Leopolda in Toscana" Fondo notarile, Notaio Bernardo Pezzi, 1843

Determinanti di ordine socio-culturale

L'organizzazione sociale e culturale deriva da usi consolidati nel tempo, evolutisi in parallelo al governo delle attività produttive, che ha visto una sua mutazione fino al XIII secolo in cui diviene il privato il principale attore industriale del territorio lungo il Reno. A differenza dell'attività agricola, in cui il rapporto proprietà-famiglia era spesso reso indiretto da contratti di mezzadria, le attività proto-industriali godevano di un rapporto diretto tra proprietà e famiglia, oltre ad essere un centro economico e sociale.



BOLOGNA

PISTOIA

20



GHIACCIAIE

La diffusione delle ghiacciaie, concentrata nell'alta valle del Reno, ha rappresentato un'importante fonte di impiego sino al dopoguerra ed è frutto di una combinazione di molteplici fattori: climatici, morfologici e geografici.

Fattori climatici:

Occorreva un rigido clima invernale che permettesse la formazione del ghiaccio all'interno di invasi artificiali nelle ore notturne, per poi essere diviso in blocchi e riposto all'interno di costruzioni in muratura adiacenti, semi-ipogee e con spesse coperture in paglia ai fini di un miglior isolamento termico. E' principalmente per il fattore climatico che le ghiacciaie si diffusero in gran numero in vicinanza della sorgente del fiume.

Fattori morfologici:

La necessità di realizzare un invaso portava all'individuazione di un'area pianeggiante, motivo per cui 5 ghiacciaie si impiantarono tra le località Le Piastre e Pracchia, in uno dei pochi tratti pianeggianti dell'alta valle.

Fattori geografici:

L'apertura nel 1778 della strada che univa il Granducato di Toscana con quello di Modena da parte del Granduca Pietro Leopoldo I di Loena e la liberalizzazione delle leggi riguardati la produzione del ghiaccio da parte dello stesso 2 anni prima, permisero la crescita dell'industria nell'area, divenuta poi su larga scala con l'apertura della ferrovia porrettana nel 1864.



BOLOGNA

PISTOIA

22



MULINI

Così come per le ghiacciaie, la localizzazione e la diffusione dei mulini segue logiche dettate da fattori morfologici e geografici, differenziandosi per dimensione e area di commercializzazione del prodotto finito.

Fattori morfologici:

La morfologia del territorio regolava il numero e la dimensione dei mulini, ciò era dovuto al costo di impianto. La costruzione di un nuovo opificio comportava la realizzazione di due importanti infrastrutture: la gora e il bottaccio. La gora, conducendo l'acqua dal fiume al mulino, in un terreno montuoso caratterizzato da forti dislivelli era di lunghezze ridotte, permettendo un minor dispendio di risorse. Procedendo verso valle gli opifici si presentano progressivamente in numero minore ma di dimensioni maggiori, grazie alla più facile commercializzazione ed esportazione del prodotto finito era possibile giustificare l'ingente dispendio di risorse per la realizzazione dell'edificio, di gore di maggiore lunghezza, e talvolta di chiuse. In taluni casi si ovviava alla costruzione della gora utilizzando un'infrastruttura già presente per altre attività, divenendo in comune. Un eccellente esempio di regolamentazione delle acque è dato dalla gora nella località di Silla di Gaggio Montano, a servizio di tutto il paese ed impiegata per alimentare una filanda, un mulino ed una ferriera.

Fattori geografici:

A differenza delle ghiacciaie, le quali avevano necessità di un mercato ampio per giustificare l'investimento, i mulini erano presenti nel territorio già prima della realizzazione di infrastrutture che permettessero l'agile esportazione del prodotto finito, contando su un mercato ristretto e locale. Un esempio è dato dalla costruzione del Mulino Guccini a partire dal 1569³ da parte della famiglia Tanari di Gaggio Montano, la quale realizzò il canale di derivazione di Silla sopracitato. L'apertura della via tra i Granducati di Toscana e Modena e la successiva realizzazione delle infrastrutture carrabili e ferroviarie porrettane incentivarono però l'insediarsi dei grandi opifici sopracitati, realizzati a valle, spesso costruiti sull'impianto di un precedente mulino.

³ ASB, *Senato, Partiti*, vol.8, anni 1562-1569, c.213r

Primo Licentiam, et facultatem liberam concesserunt per suff. 25.
ber. Dni Gran. Januarij Bon. civibus hoc suppliciter potentibus con-
struenda et erigendi Molendinū unum in coi Bombiane comitatus
Bon. scilicet flumen sine Torrentem vulgo nuncupati Siela in loco
dicto il Chiesolo delli Rossi, Accipiendo et duccendo aquam ex
dicto flumine sine Torrente et per eorum terrena illam remit-
tendo in ipsum torrentem, cū edificijs et oībus alijs ad id per-
tinentibus et necessarijs pro molendis frumentis et bladis pro
usu et comodo suo, et omnium in illis partibus comorantium; illudq;
perpetuo retinendi, conservandi, et manutenendi. Soluendo pro
taxa et fusolo cam. Bon. uel ab ea pro tempore causam habentibus
taxam consuetam, et ab alijs hmoi molendina nō taxata ha-
bentibus, et possidentibus solui solitam. Et hoc sine aliquo
tertij prejudicio. Quam concessionem eo maxime fecerunt, qd
ex relatione M. Capitanici Vergati; cui p. ta ad se informandū
et referendū comissa fuerunt, intellexerunt petitionē supiorum
heredum de Januarijs equam esse et honestam, et provisionib.
Bon. super hoc disponentibus nullatenus contrariam. Quibuscuq;
in contrarium quocūq; facientibus nō obstantibus, quicūq; subla-
tis, amotis, et abrogatis: ~

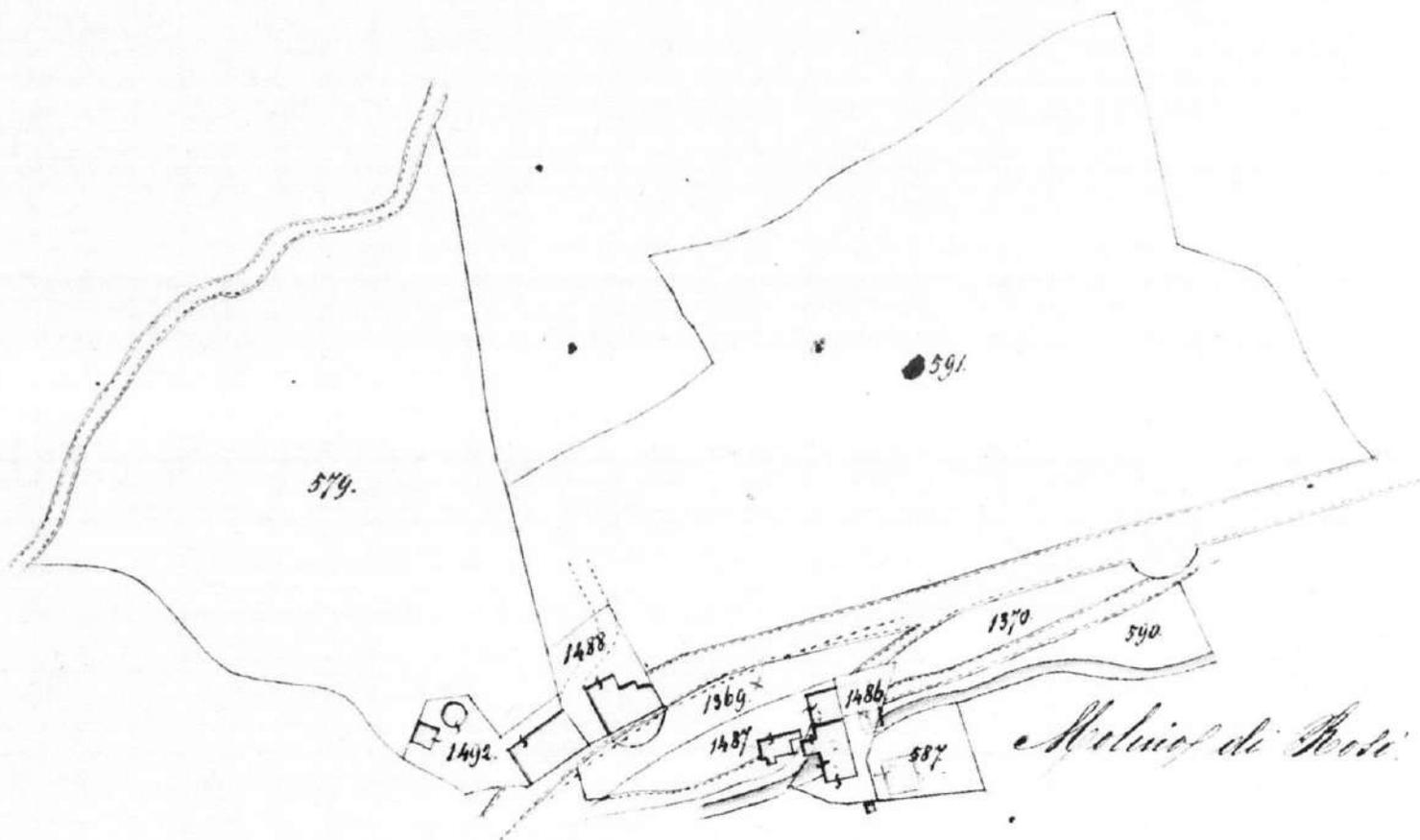
Un documento del 10 novembre 1569 con cui il Senato di Bologna concedeva la derivazione dell'acqua dal fiume Silla per il mulino della famiglia Tanari, presso il cosiddetto "Chiesolo delli Rossi"

ASB, Senato, Partiti, vol.8, anni 1562-1569, c.213r.

Primo sviluppo urbanistico di Silla, attorno all'antico edificio del mulino.

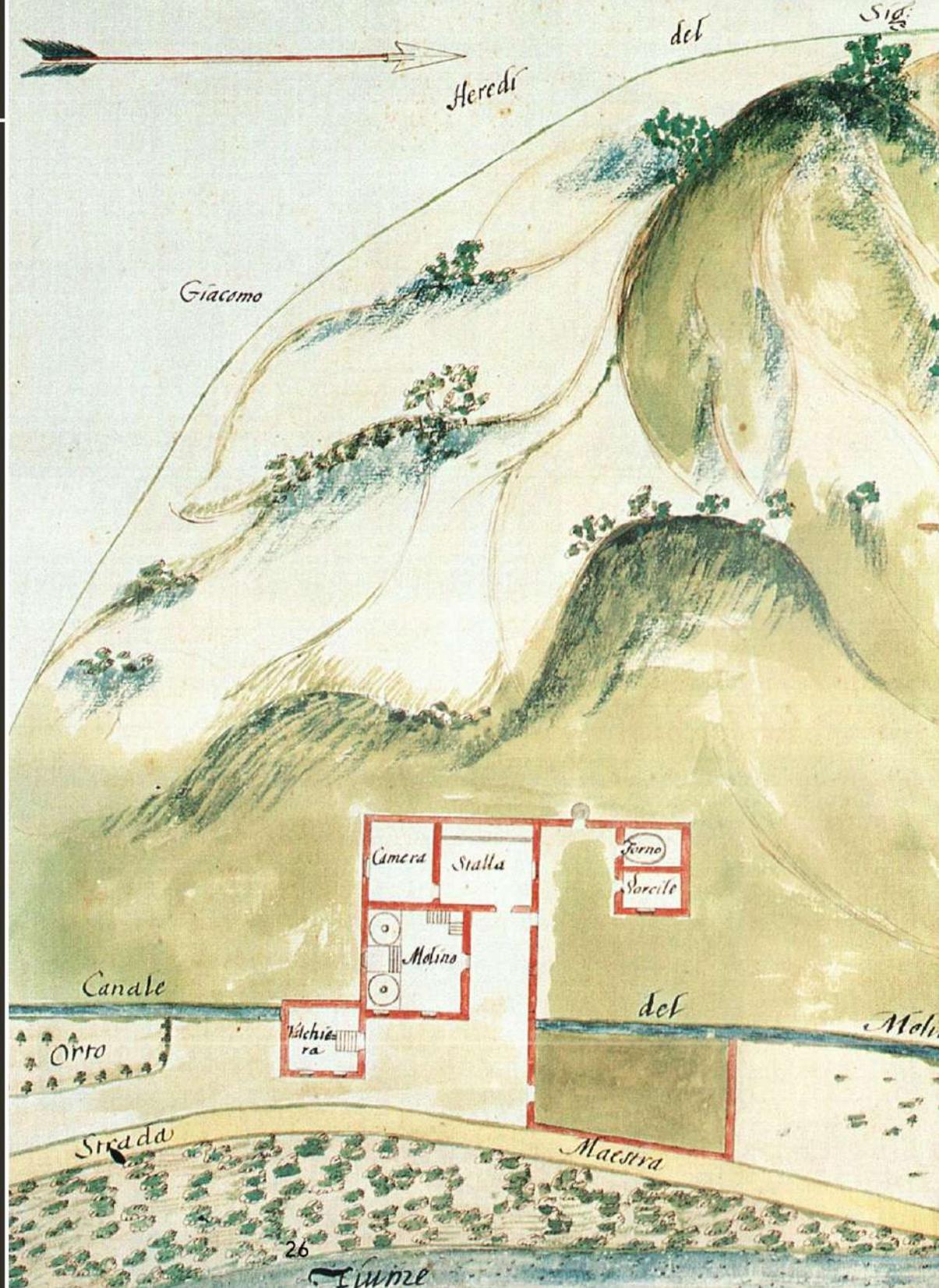
ASB, Catasto Gregoriano, Mappe, cart.242, Bombiana, mappa dell'allegato n.1, lettera B.

Fog. XVI e XVII - Lett. B
Vedi tipo per le colline Stada Broccati.



Data la posizione strategica del mulino, sottoposto alla giurisdizione bolognese ma poco distante dal confine della contea della Porretta, fu acquistato dalla famiglia Ranuzzi, conti di Porretta, commissionando nel 1697 un acquerello della proprietà.

ASB, Archivio Ranuzzi, Serie mappe e disegni, *Campione delle piante e disegni de beni urbani e rurali spettanti all' Illustrissimi Signori conti senatore Giovanni Carlo Ranuzzi Cospi*. Disegno pubblicato da R. Zagnoni, *Il mulino di Silla nel 1697*, in Nuèter, XXIII, 1997, n.45, pp.135-138.



Taruffi



St.^{mo}



Faciata del Molino

Sig.^o

Marche



e

Senar.^o

Tanari

Scala di piedi so. e p. il Terreno perliche so.



1697. Molino con due Poste, Casa per il Monaro, Stalla, Forno, Pozzo. È posto vicino alli fiumi Reno, e Sella nel Comune di Bombiano con Va(l)chiera, alla quale vien l'acqua da d. fiume Sela, et un pezzo di Terra montuoso, calancoso, bedoso, arativo, qual terreno è tornature otto.

dalla
uene



BOLOGNA

PISTOIA



28

FERRIERE - FORNACI

La lavorazione del metallo appartiene alla valle del Reno sin dall'epoca etrusca, rinvenendo nella città di Misa, oggi nei pressi di Marzabotto, resti di un forno per la fusione del bronzo, a conferma che tale attività era presente già in un periodo stimato tra il sesto e il quarto secolo a.C.

L'avvio nel 1542 da parte della Magona granducale nel territorio toscano di Pracchia, di un primo forno per la produzione di ghisa poi convertito in ferriera, portò poi ad una graduale diffusione di piccoli opifici, spesso derivanti dalla conversione di mulini in ferriere, a cui in alcuni casi veniva integrata o ereditata l'attività di produzione della calce.

Fattori morfologici:

L'elevato costo di impianto motivava il riadattamento di preesistenze, vincolando la localizzazione degli impianti. La presenza di numerosi corsi d'acqua e le ampie superfici boschive in grado di assicurare una sufficiente produzione di carbone, indirizzarono la diffusione di ferriere verso la valle.

Fattori antropici:

La privatizzazione degli impianti della Magona spinse imprenditori locali, a partire dal 1836, ad acquisire ferriere in territorio toscano, contestualmente alla nuova fondazione di primi impianti in territorio bolognese.⁴

Fattori geografici:

La realizzazione delle infrastrutture carrabili e ferroviarie porrettane favorirono la diffusione degli opifici. La costruzione della strada Porrettana, terminata nel 1845, permise di collegare la città di Bologna a Pistoia portando all'investimento da parte di imprenditori del Granducato notevoli capitali per la realizzazione di nuovi impianti.

⁴Homes B., *GLI EDIFICI INDUSTRIALI e le infrastrutture*, AGV Studio, 2012.



BOLOGNA

PISTOIA

30

N

FILANDE - CARTIERE

Lo sviluppo crescente dell'area di mercato, grazie alle nuove infrastrutture ottocentesche, ha permesso lo sviluppo di nuovi impianti di grandi dimensioni.

Fattori morfologici:

Le grandi volumetrie necessarie per ospitare i macchinari rendevano necessaria la localizzazione in ampi spazi pianeggianti. Procedendo verso valle, grazie alla maggiore regolarità di portata e disponibilità di ampie aree, si diffusero numerose cartiere, data la vicinanza alla città di Bologna che permetteva uno scambio commerciale più agevole.

Fattori geografici:

La realizzazione delle infrastrutture carrabili e ferroviarie porrettane permisero l'insediamento di tali impianti industriali, contestualmente al crescente sviluppo di nuove tecniche produttive. La necessità di approvvigionamento dell'acqua e di materie prime ha contribuito alla localizzazione degli insediamenti in un territorio relativamente circoscritto.

Fattori antropici:

Alla localizzazione di un nuovo impianto contribuiva spesso la cultura manifatturiera locale, come per il caso del canapificio Turri di Pioppe di Salvaro, dove la famiglia Turri scelse tale luogo per la consolidata tradizione della lavorazione dei tessuti e il relativo patrimonio di conoscenze, esperienze e competenze.



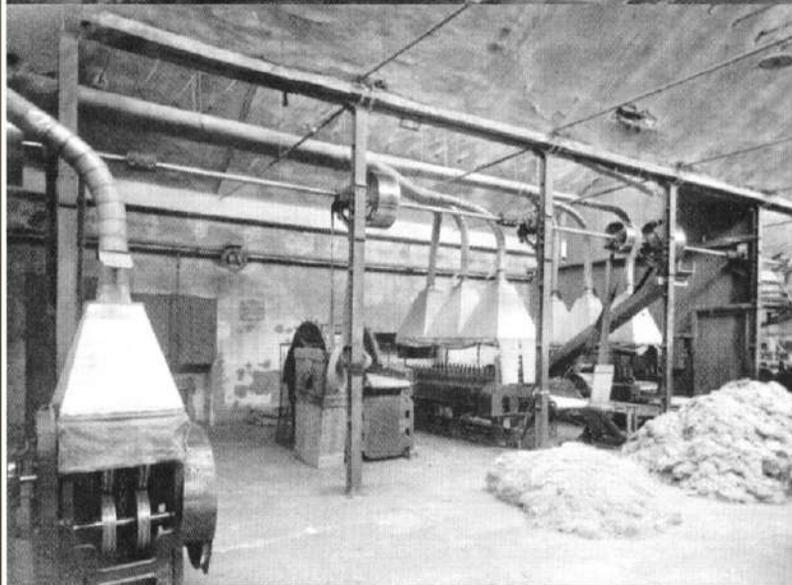
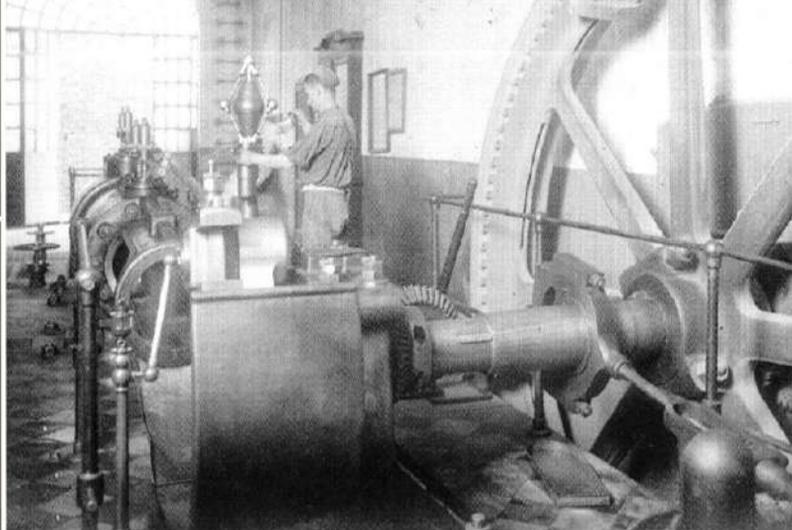
Il caso puntuale della filanda Papi a Silla di Gaggio Montano, ampliata tra il 1924 e il 1925 dall'ingegner Iacobini autore del progetto della vicina diga di in località Pavana, rappresenta la tipologia di intervento tipica dell'epoca: grandi aperture, solai in calcestruzzo armato, cantonali d'angolo in laterizio. Tali elementi sono identificabili anche nella struttura del canapificio Turri a Pioppe di Salvaro.

Immagine di proprietà famiglia Papi, già pubblicata in:
Zagnoni R., *Un Filo Lungo Cent'Anni*, Silla (BO), Tipografia Ferri, 1990

Gli impianti produttivi richiedevano ampie volumetrie e finestrate, rendendo difficile l'adattamento di opifici esistenti.

In foto il Canapificio Turri a Pioppe di Salvaro: In alto la sala macchine, al centro l'impianto per la cardatura e in basso una vista generale dello spazio di lavoro.

Immagini tratte dal testo: Homes B., *GLI EDIFICI INDUSTRIALI e le infrastrutture*, AGV Studio, 2012.





- opifici
- fiume Reno
- affluenti



OIFICI CENSITI





- parchi fluviali
- fiume Reno
- affluenti



PARCHI FLUVIALI ESISTENTI





- impianti industriali
- fiume Reno
- affluenti



AREE INDUSTRIALI LUNGO IL RENO



analisi.2

casi studio

L'analisi condotta a scala territoriale è governata da un'idea progettuale legata al recupero e valorizzazione della storia industriale della media e alta valle del Reno e viene di seguito approfondita in specifici casi studio. Gli opifici sono stati individuati per la propria rappresentatività e per la possibilità di essere inseriti all'interno di un percorso lungo il territorio inteso come museo diffuso, caratterizzato da viste e suggestioni, capace di valorizzare la propria estetica della narrazione. Interventi su tali manufatti devono essere volti alla tutela dell'intero paesaggio, testimone di una cultura protoindustriale consolidata e caratteristica del luogo.

L'atto culturale di salvaguardare l'identità storica ed estetica di tali opifici riconosce non solo il valore intrinseco legato all'architettura ma piuttosto vede questa come portatrice di valori. Cesare Brandi, nel suo testo *Teoria del Restauro*, pone in evidenza tali aspetti: *"Il restauro costituisce il momento metodologico di riconoscimento dell'opera d'arte, nella sua consistenza fisica, e nella sua duplice polarità estetica e storica, in vista della sua trasmissione al futuro."*⁵

L'intervento sulle architetture protoindustriali della valle del Reno deve mirare a valorizzare un organismo unico, in grado di manifestare l'identità di una cultura locale e far riemergere il carattere di un sistema, come riassunto da Claude Lévi-Strauss nel suo discorso tenuto al Collège de France nel 1960:

"Le tecniche prese singolarmente possono apparire come fatto assoluto, retaggio storico, o risultato di un compromesso tra bisogni umani e vincoli ambientali. Quando tuttavia vengono inserite in quell'inventario generale delle società che l'antropologia si sta sforzando di comporre, esse riemergono in una luce nuova perchè le immaginiamo come l'equivalente di altrettante scelte che ogni società adopera con gli stessi fini. Di conseguenza perciò, anche le tecniche più semplici di una qualunque società primitiva hanno in sé nascosto il carattere di un sistema, analizzabile nei termini di un sistema più generale. Il modo in cui certi elementi di tale sistema sono stati recepiti ed altri esclusi ci permette di concepire il sistema locale come una totalità di scelte significative [...]"

⁵ Brandi C., *Teoria del Restauro*, Torino, Einaudi Editore, 1963.



ghiacciaie
della Madonna



ferriera
Lenzi



mulino
di Randaragna

fornace
di Torricella



fonderie
Misa



RIOLA

VERGATO

PIOPPE
DI SALVARO

SASSO MARCONI

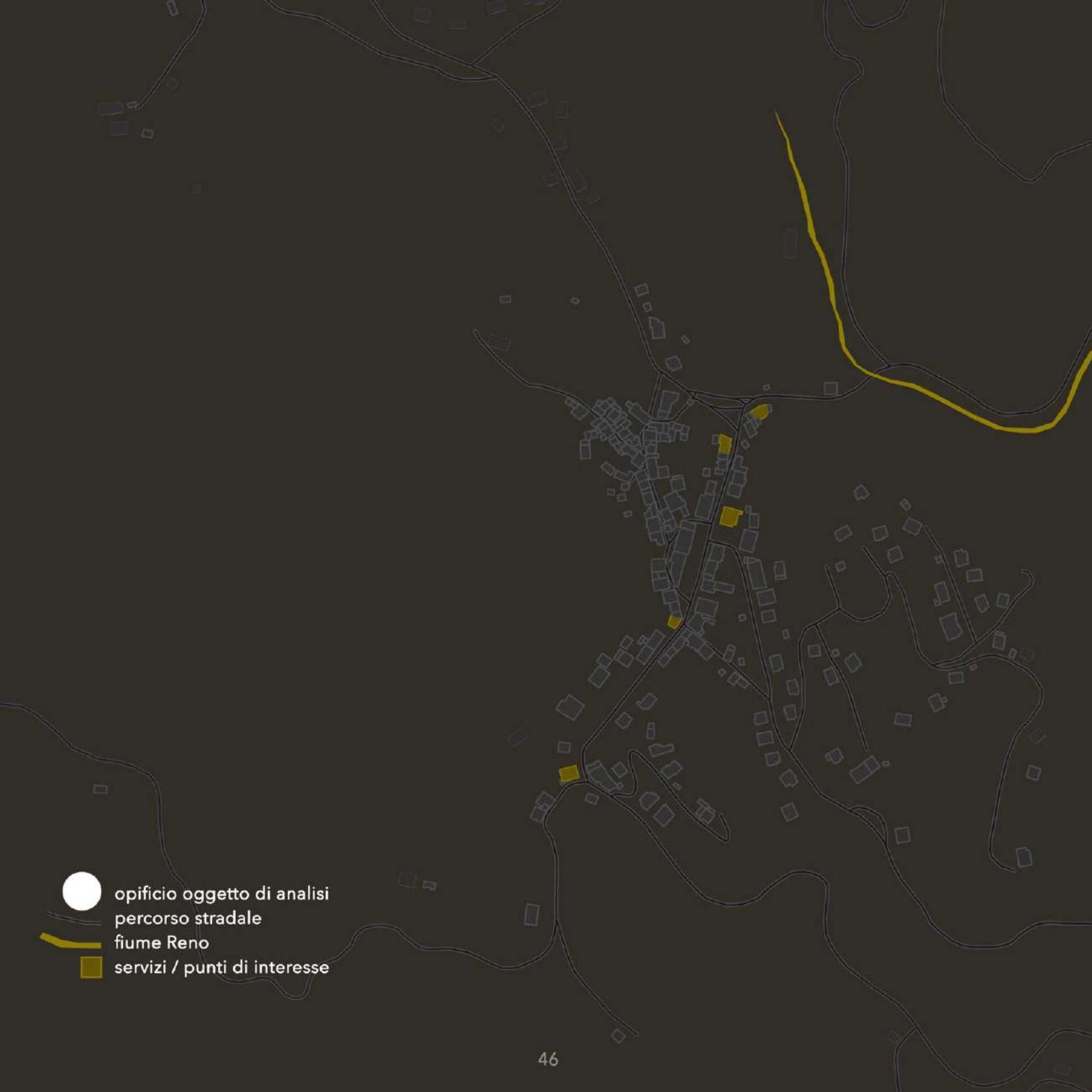
MARZABOTTO



mulino
Neri



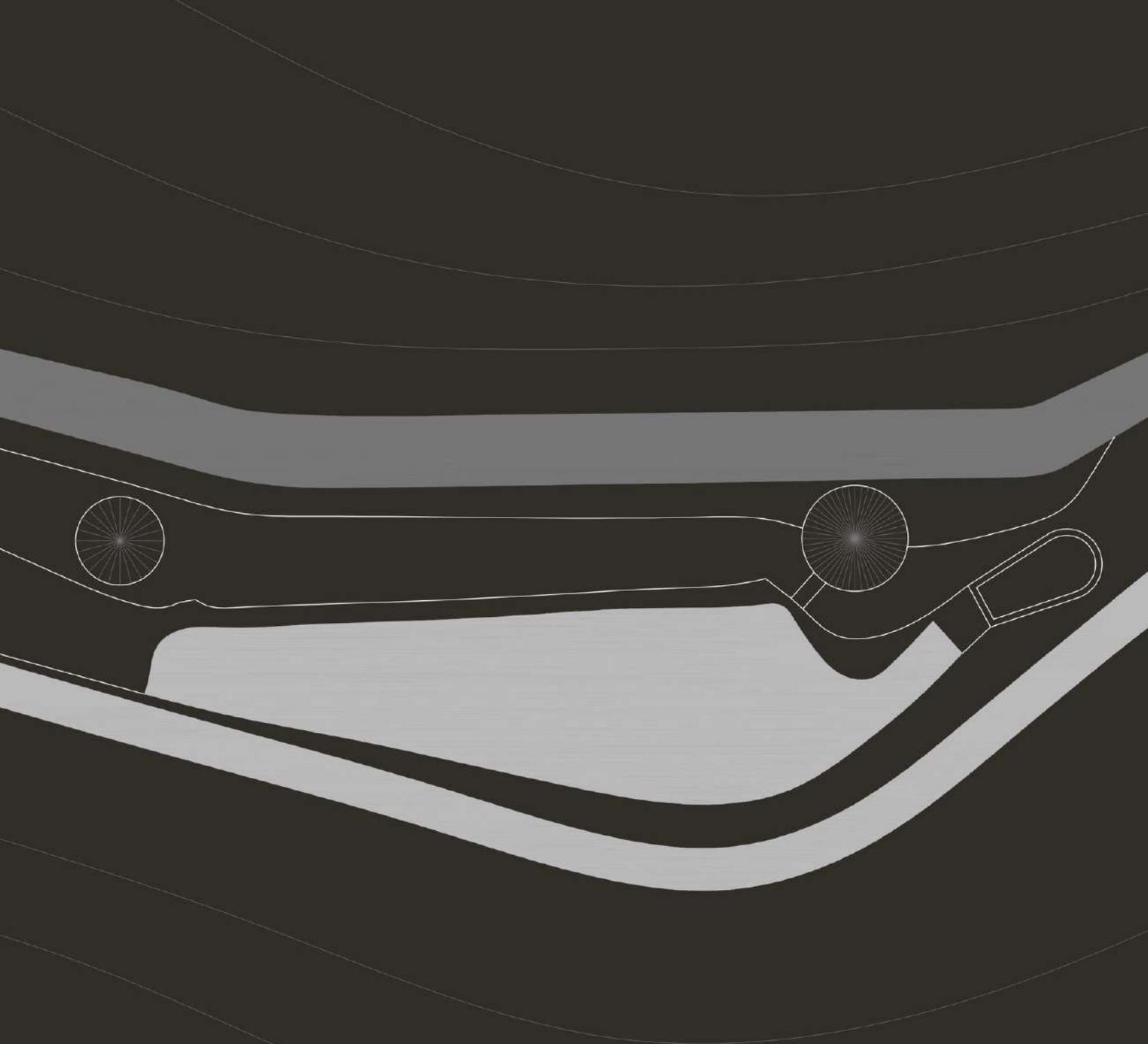
canapificio
Turri

- 
- The map shows a village layout with buildings represented by grey rectangles. A network of roads is shown as thin grey lines. A prominent yellow line represents the Reno river, flowing from the top right towards the bottom right. Several buildings are highlighted in yellow, indicating they are services or points of interest. A white circle is located in the bottom left corner, corresponding to the legend entry for 'opificio oggetto di analisi'.
- opificio oggetto di analisi
 - percorso stradale
 - fiume Reno
 - servizi / punti di interesse

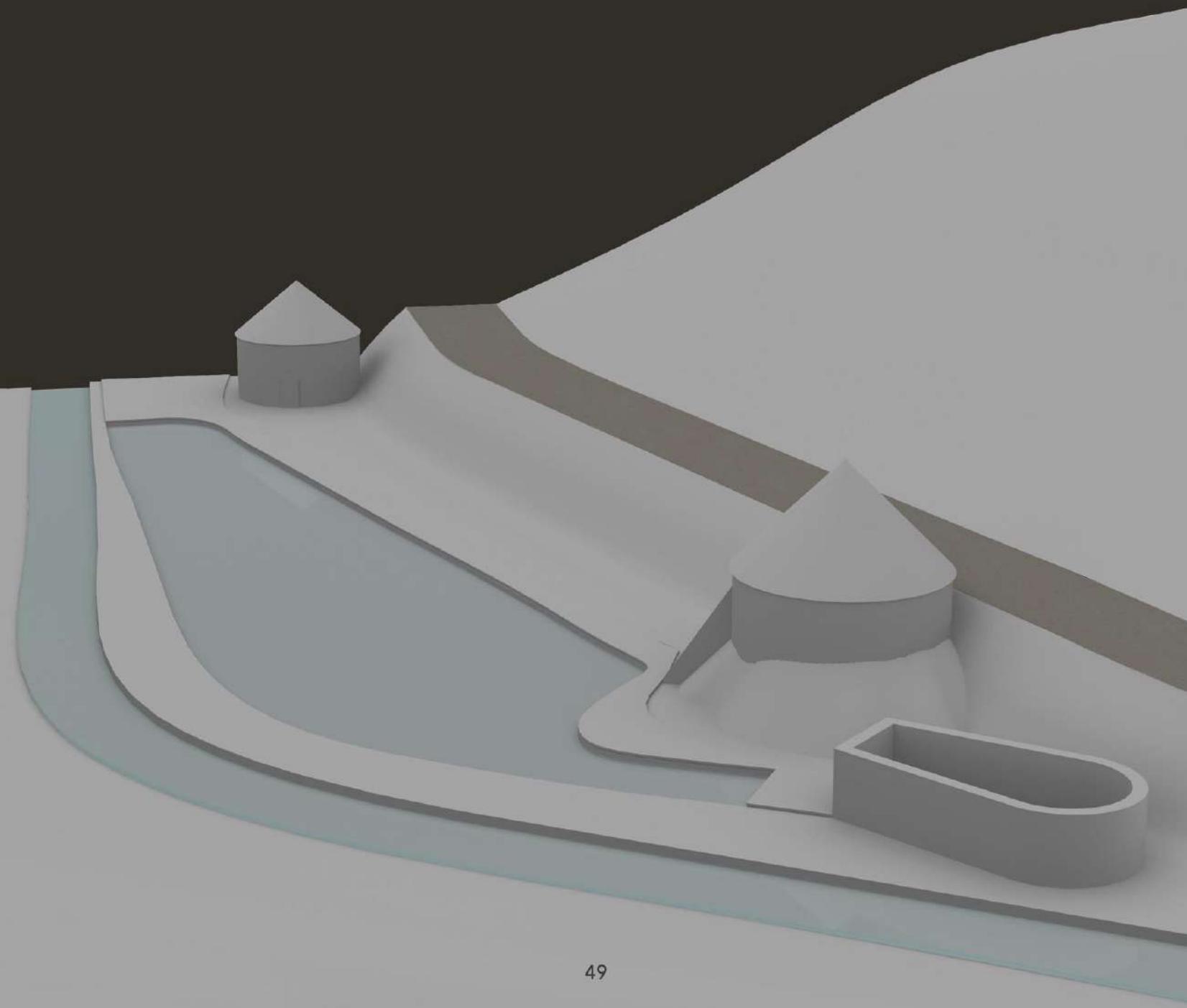


ghiacciaie della Madonnina

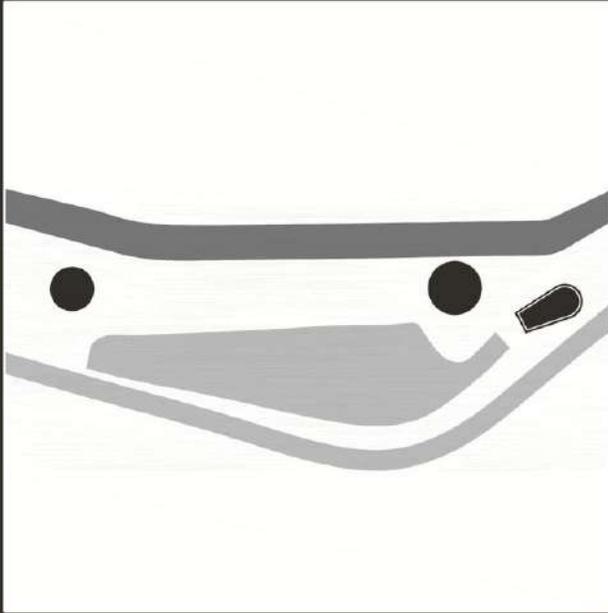
LE PIASTRE (PT)
44.00568N 10.84607E



impianto originario esistente

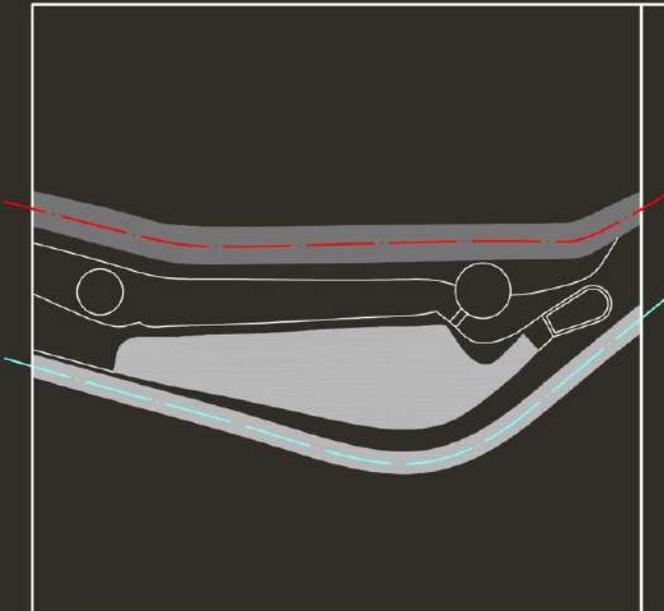


analisi dei vuoti



- percorso stradale
- percorso fluviale
- vuoto urbano

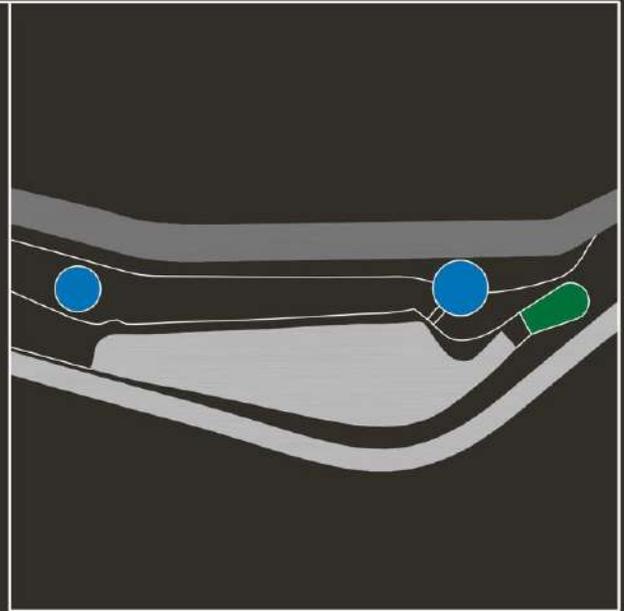
assi principali



Sviluppo del complesso lungo l'asse fluviale.
Asse stradale disposto tangenzialmente.

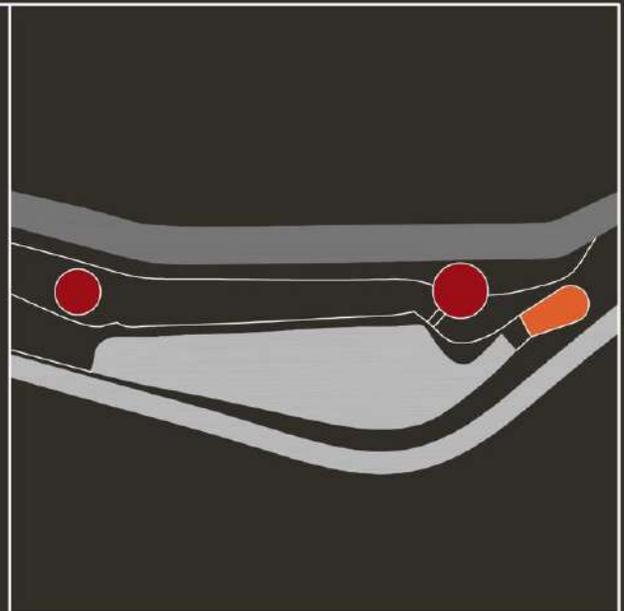
studio delle coperture

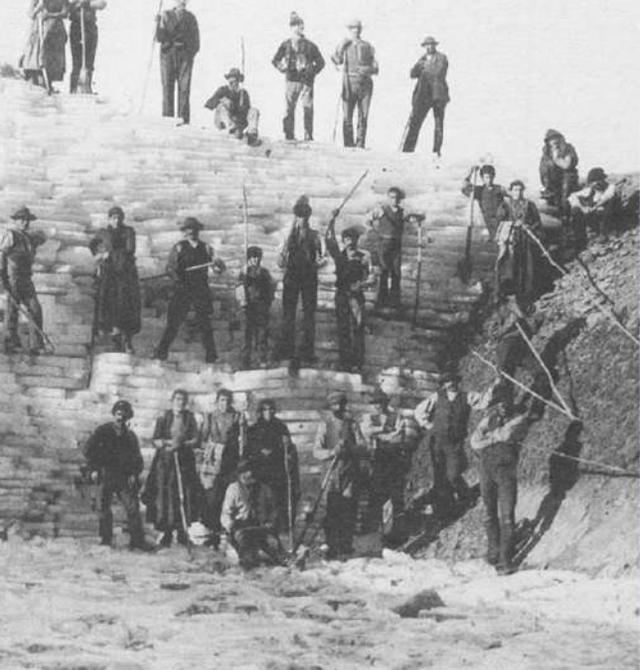
copertura conica lignea ■
copertura lignea temporanea ■



analisi volumetrica

unico volume, parzialmente ipogeo ■
volume temporaneo ■





Ghiaccio pronto all'immagazzinamento

Operazione di tascinamento dei blocchi di ghiaccio dai margini dell'invaso alla ghiacciaia con l'ausilio di rampini, attraverso uno scivolo realizzato con tavole.

Archivio Famiglia Cini

La ghiacciaia oggi



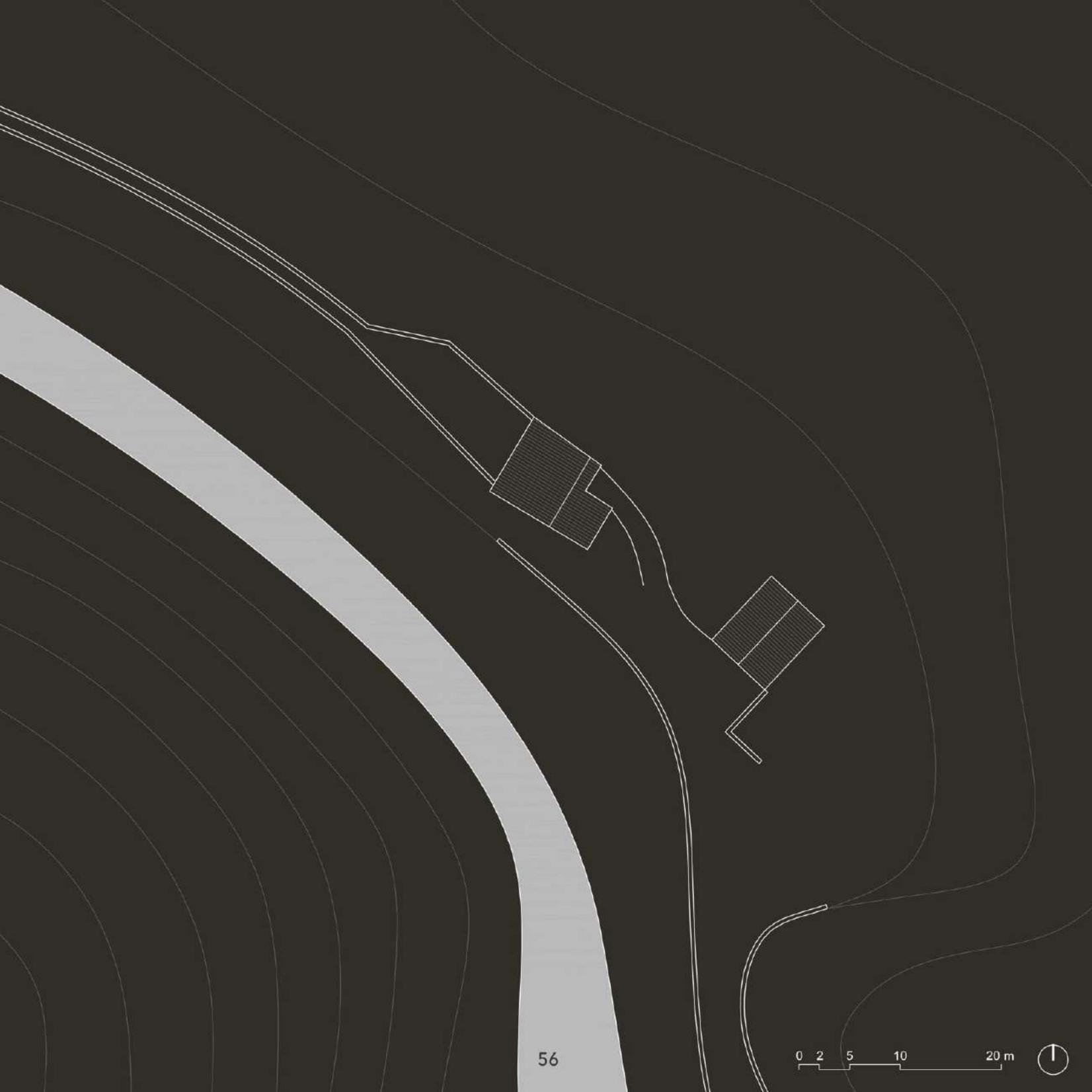


-  opificio oggetto di analisi
-  percorso ferroviario in galleria
-  percorso stradale
-  fiume Reno



mulino di Randaragna

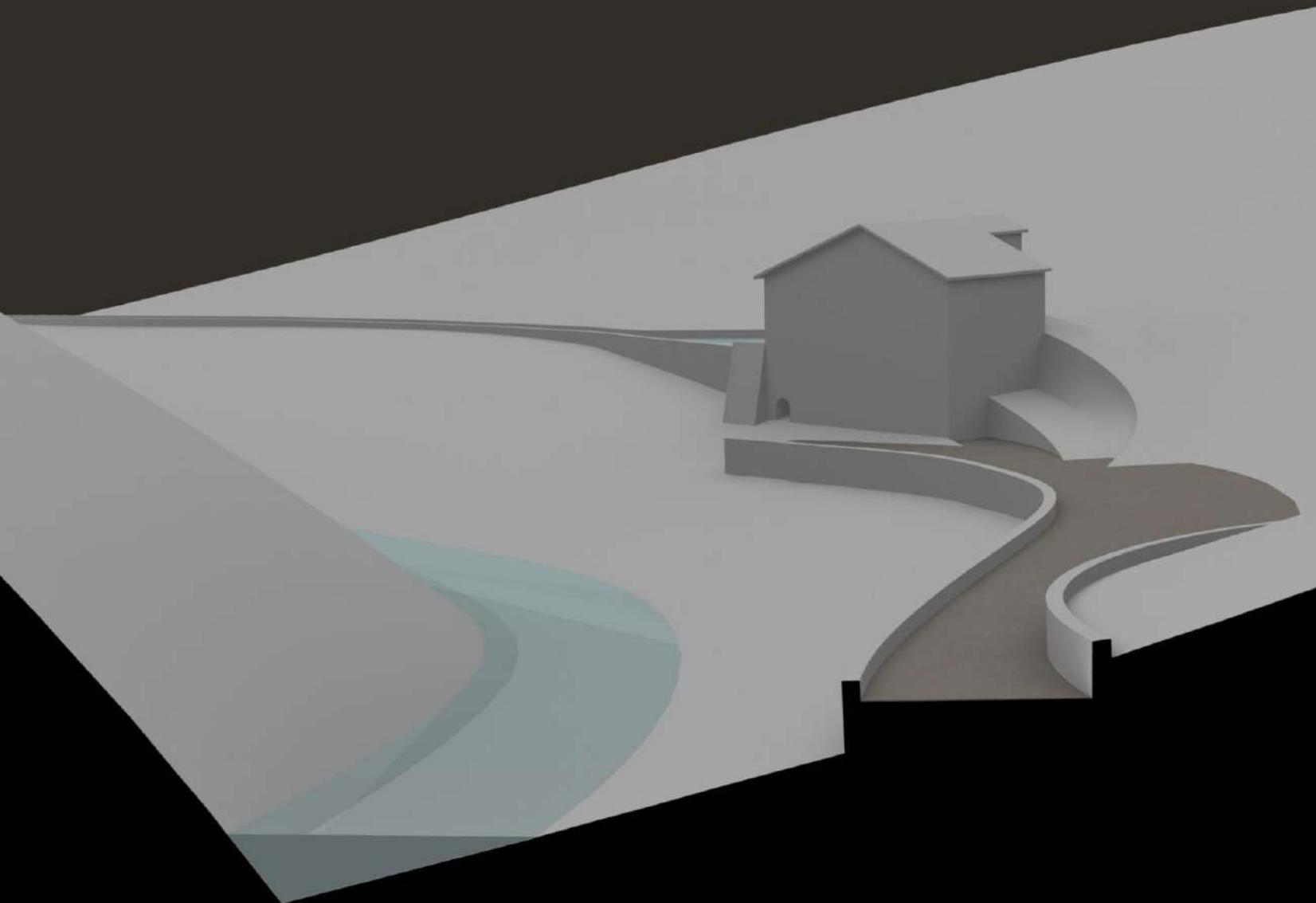
RANDARAGNA (PT)
44.09031N 10.95083E



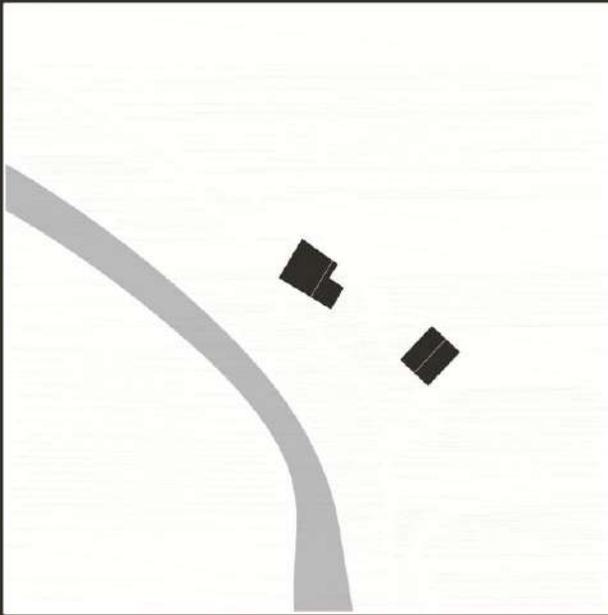
56



impianto originario esistente

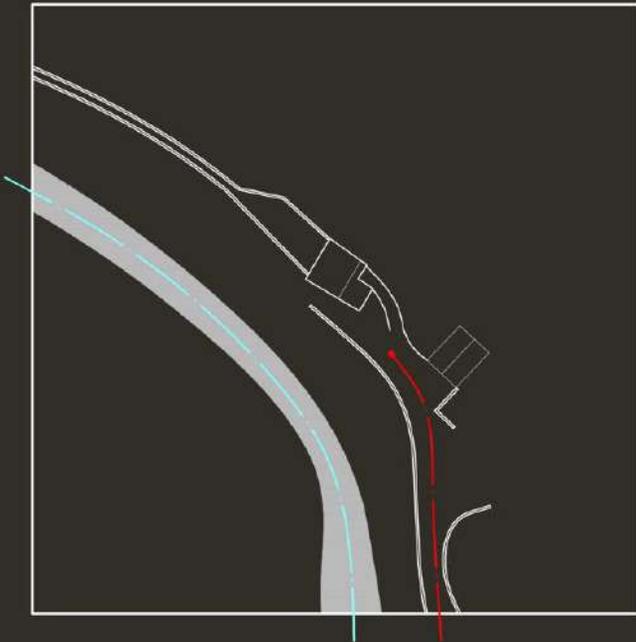


analisi dei vuoti



- percorso fluviale
- vuoto urbano

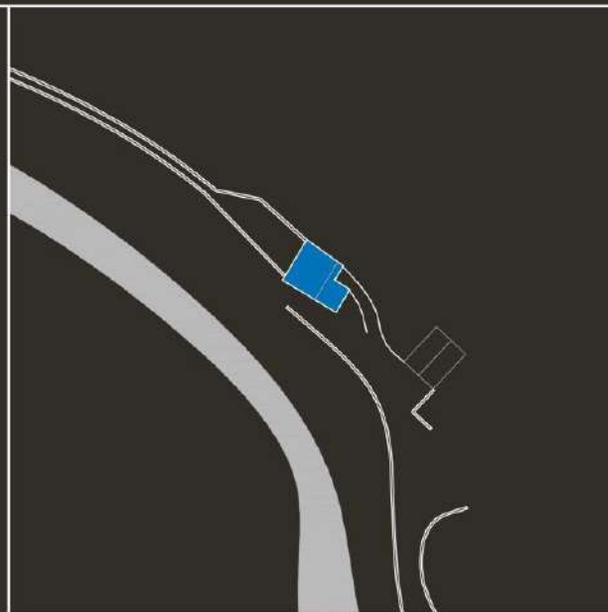
assi principali



Sviluppo del complesso lungo l'asse fluviale.
Disposizione asse stradale "a cul de sac".

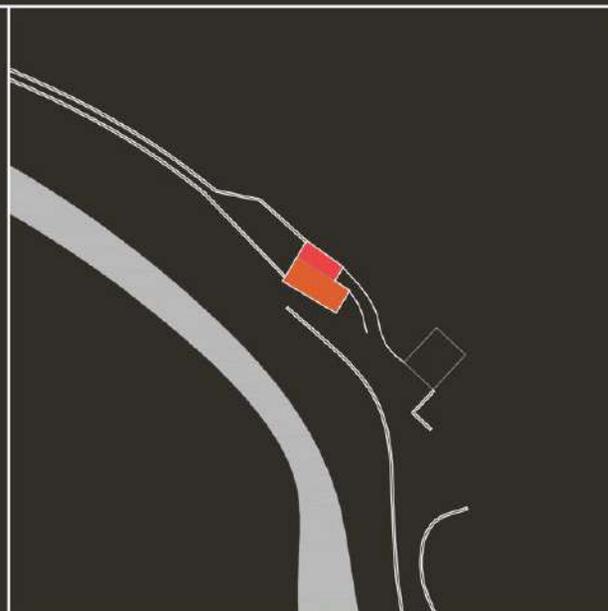
studio delle coperture

copertura lignea a capanna ■



analisi volumetrica

un livello ■
tre livelli ■





Bottaccio



Sala di macinazione





- opificio oggetto di analisi
- percorso ferroviario
- percorso stradale
- fiume Reno
- servizi / punti di interesse



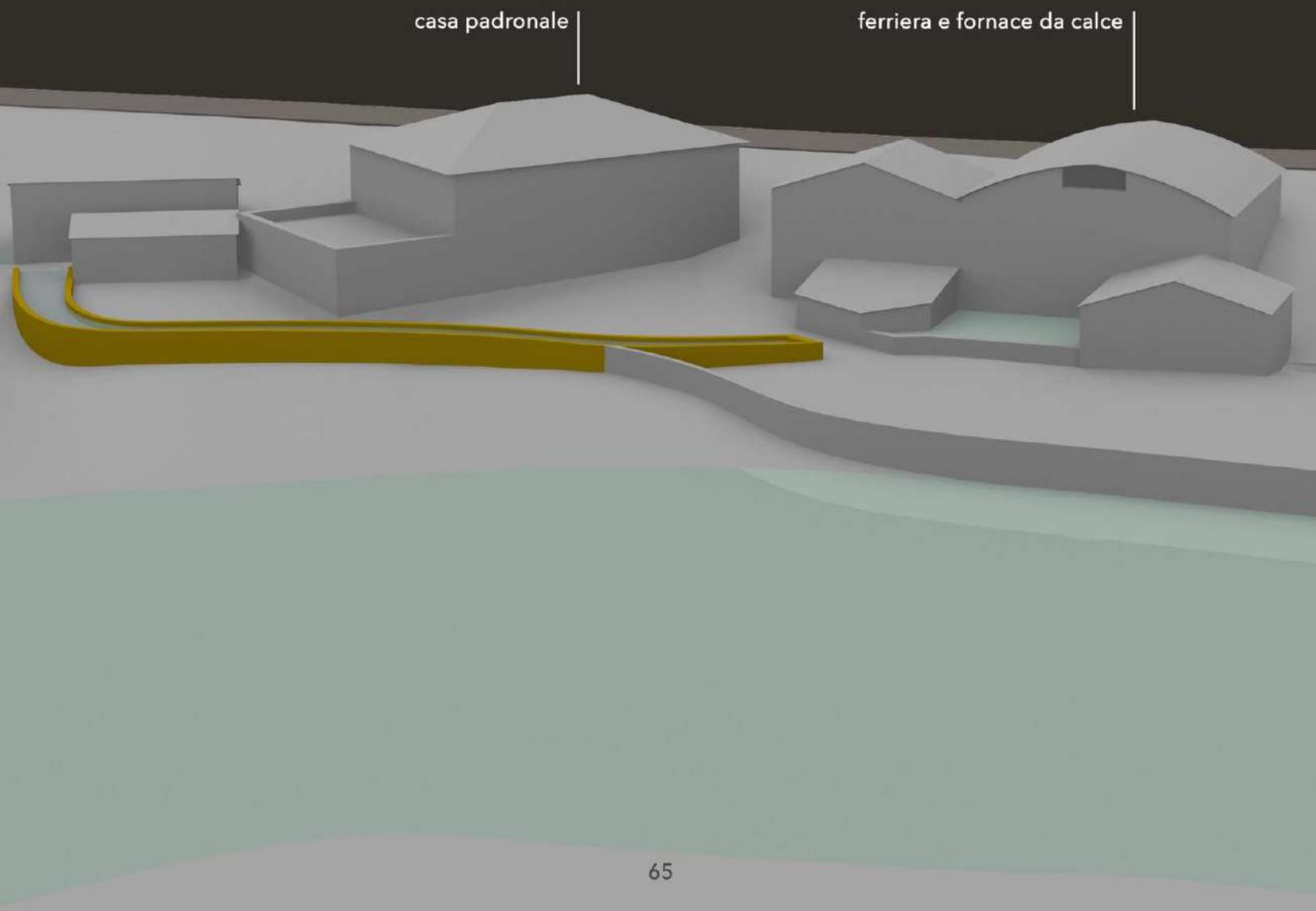
ferriera Lenzi

PORRETTA TERME (BO)
44.17682N 10.97887E



impianto originario esistente

 ricostruzione canale di adduzione originario

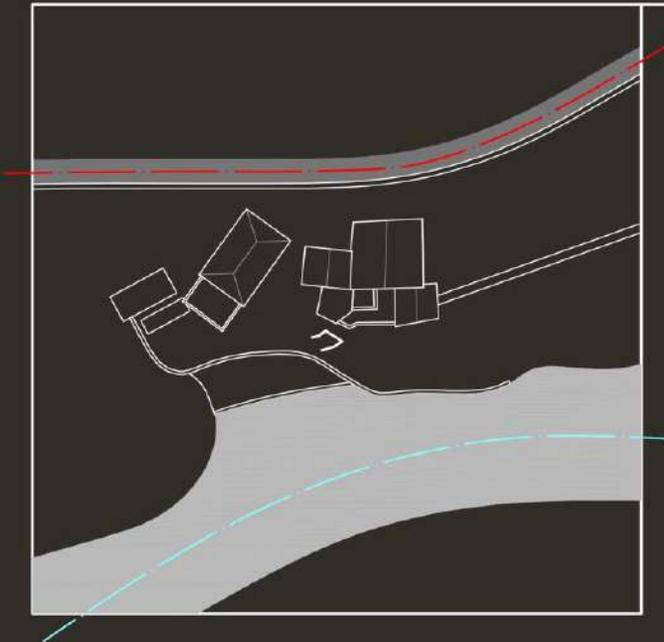


analisi dei vuoti



- percorso stradale
- percorso fluviale
- vuoto urbano

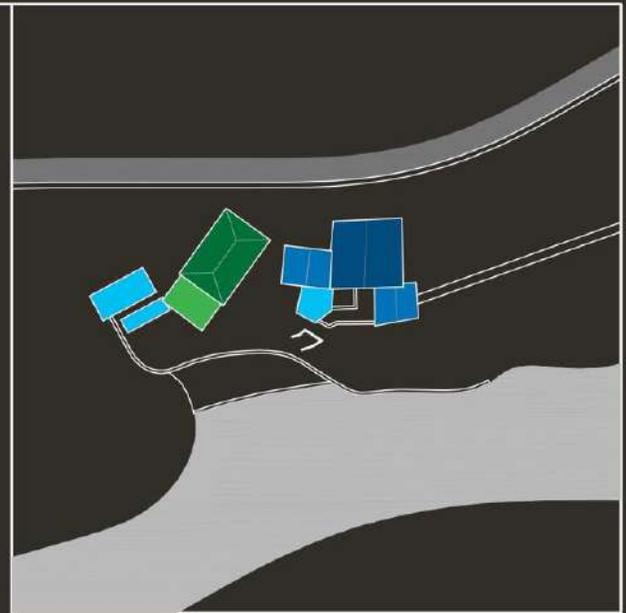
assi principali



Sviluppo del complesso lungo l'asse fluviale.
Asse stradale disposto tangenzialmente.

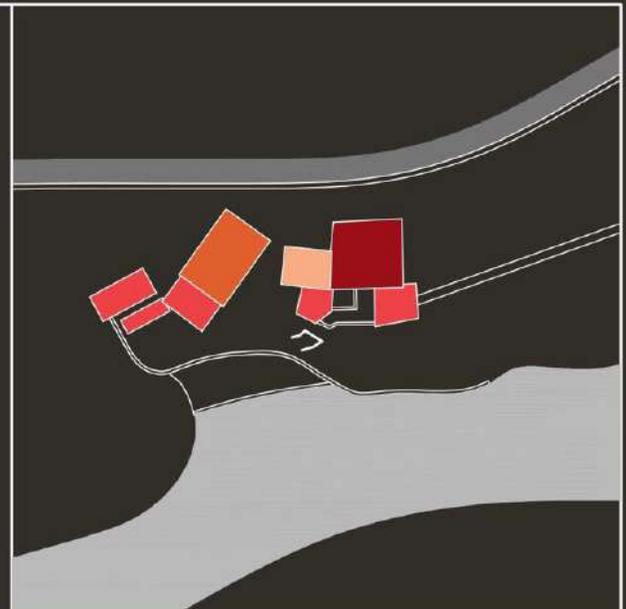
studio delle coperture

- copertura lignea a una falda ■
- copertura lignea a capanna ■
- copertura in laterocemento a doppia falda,
originariamente a lignea a capanna ■
- copertura in laterocemento a padiglione,
originariamente lignea ■
- soffitto piano prefabbricato,
originariamente ligneo ■



analisi volumetrica

- un livello ■
- un livello a doppia altezza ■
- due livelli ■
- tre livelli ■



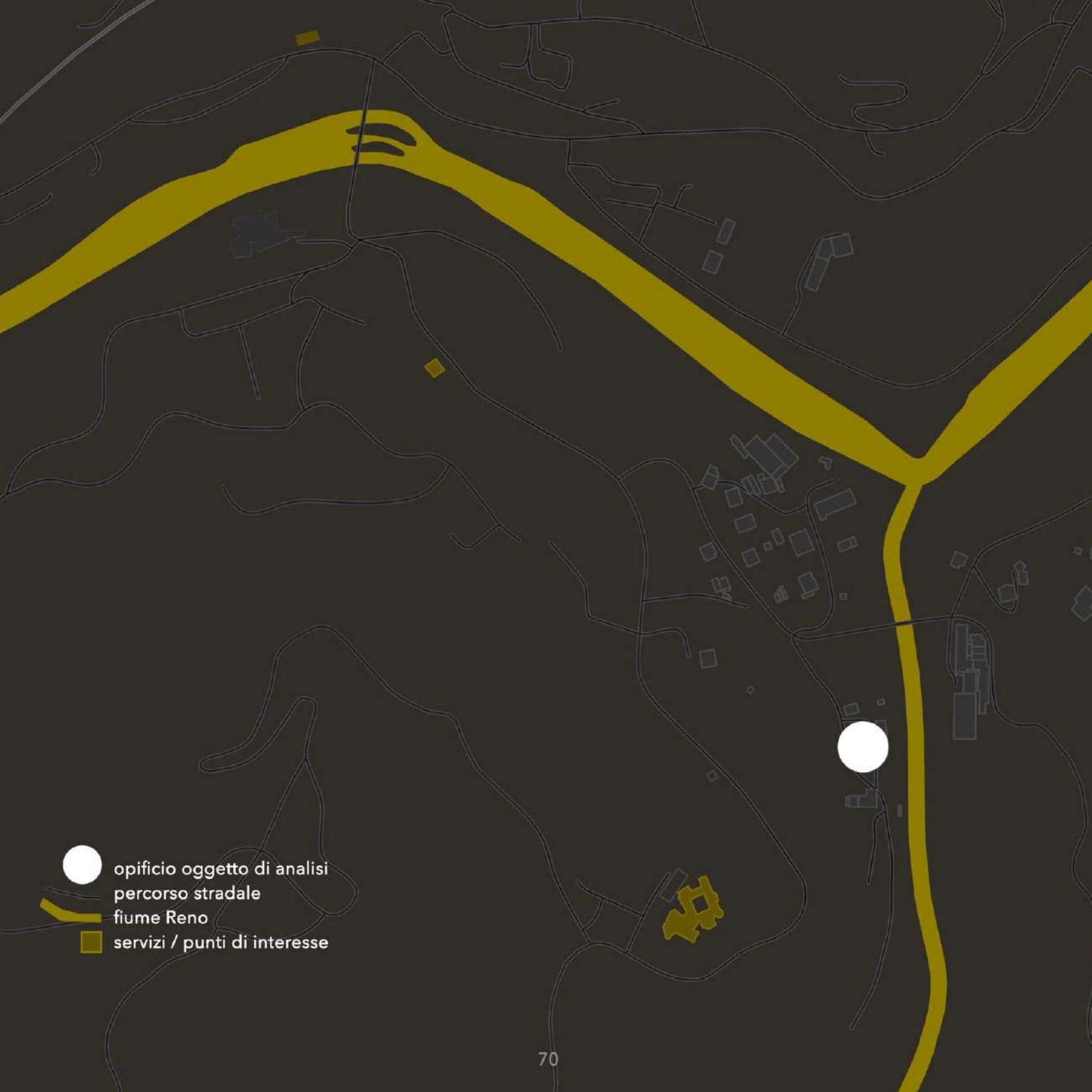


Fotografia del dopoguerra in cui è visibile
il coperto a capanna della ferriera Lenzi.

Proprietà Francesco Guccini

Volume principale dell'opificio





opificio oggetto di analisi
percorso stradale



fiume Reno

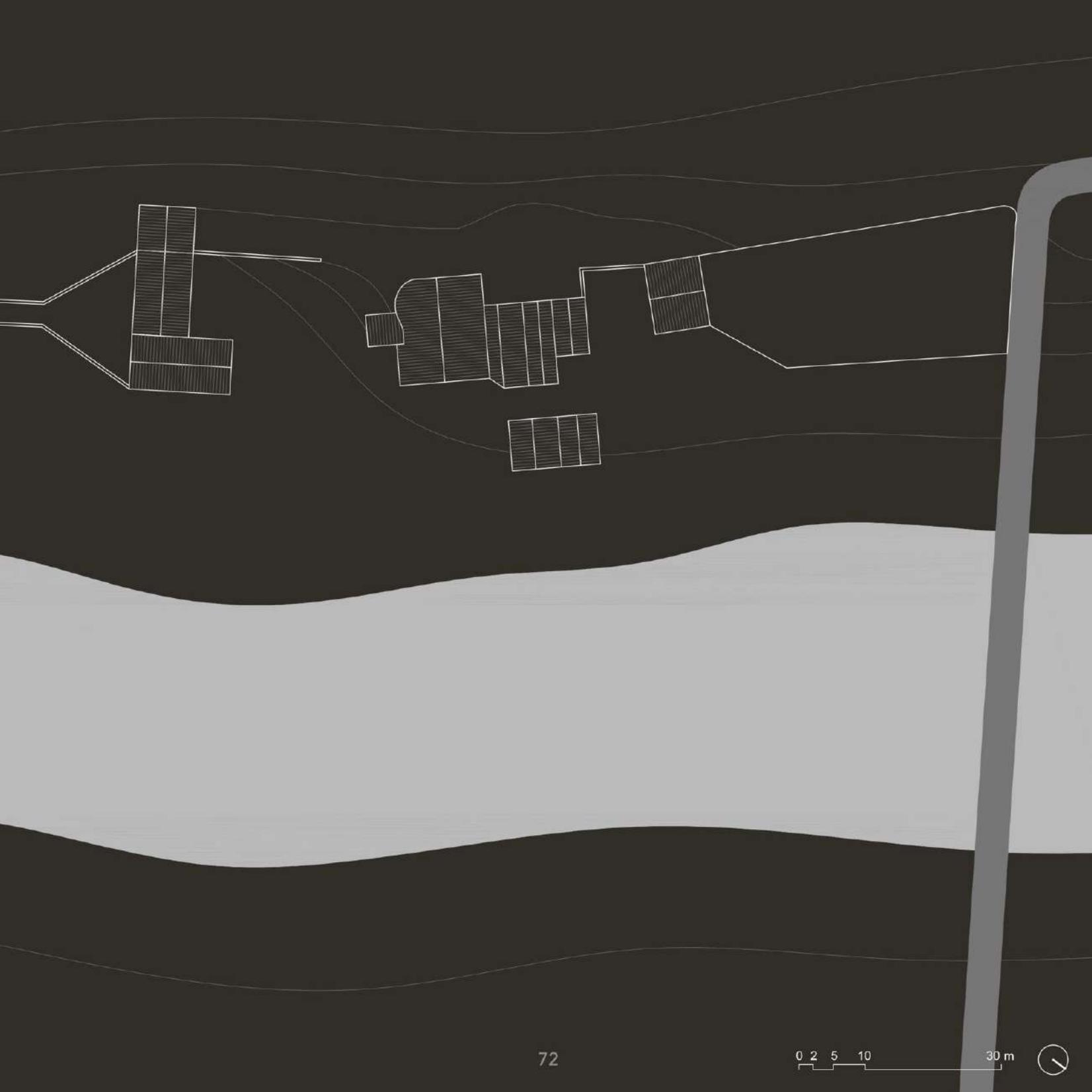


servizi / punti di interesse

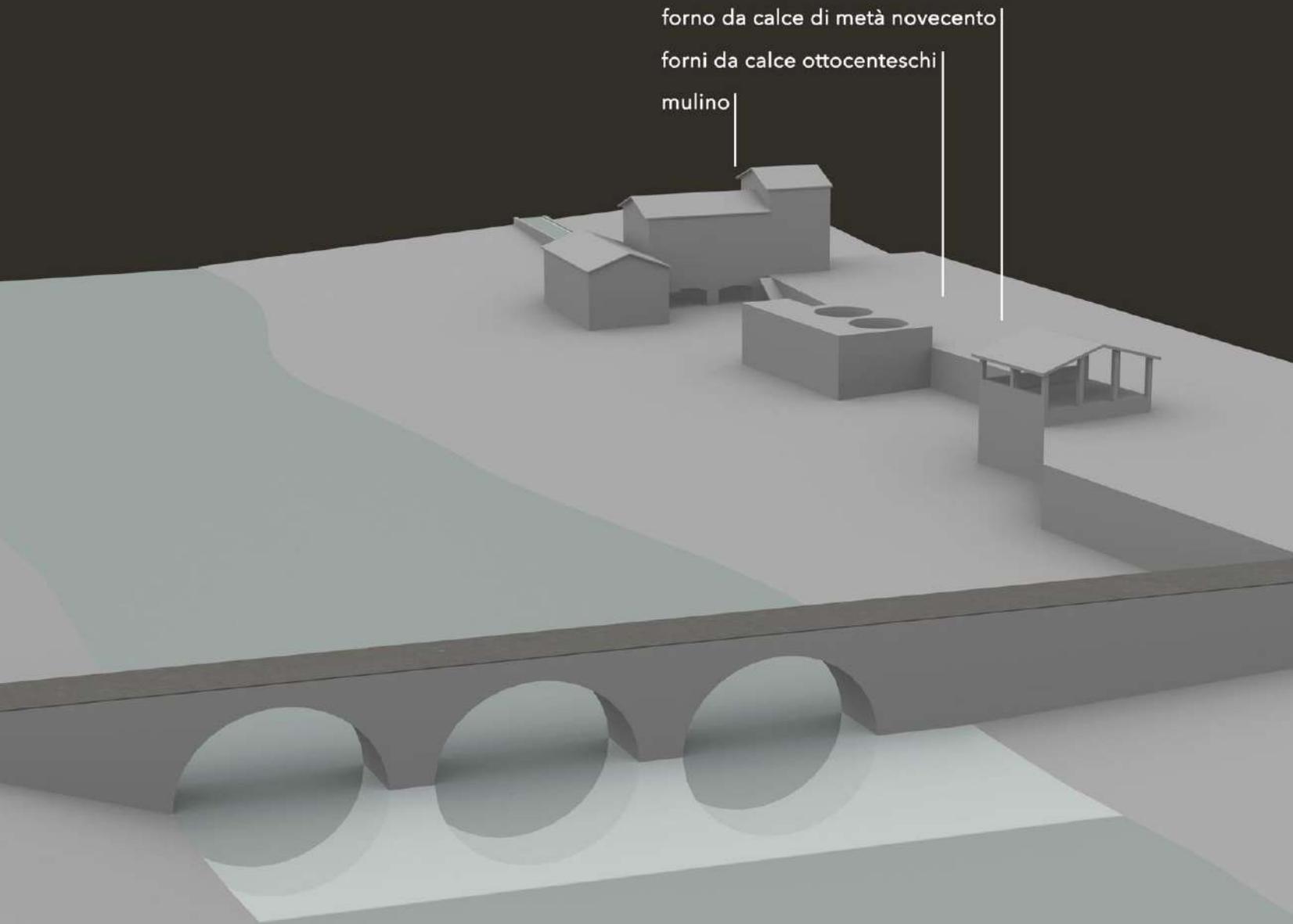


mulino e fornace
Neri

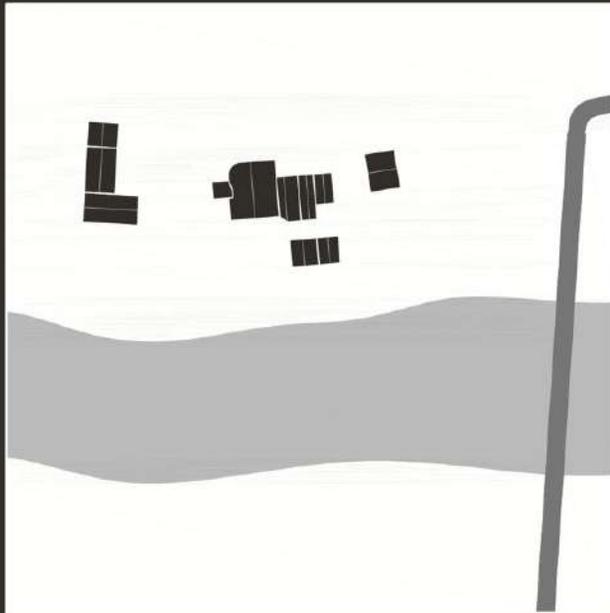
RIOLA (BO)
44.22499N 11.06162E



impianto originario esistente

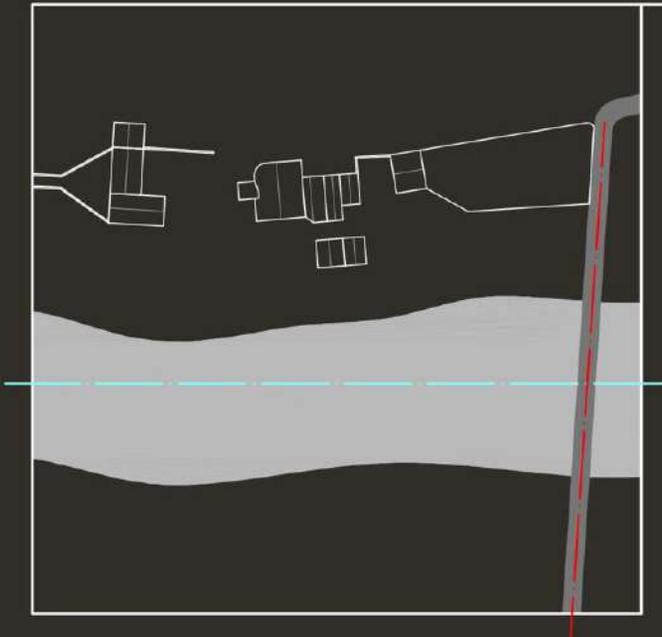


analisi dei vuoti



- percorso stradale
- percorso fluviale
- vuoto urbano

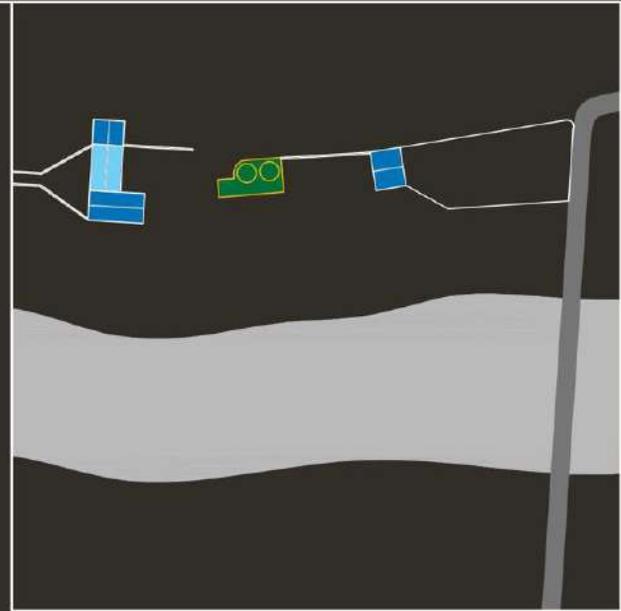
assi principali



Sviluppo del complesso lungo l'asse fluviale.
Asse stradale disposto trasversalmente.

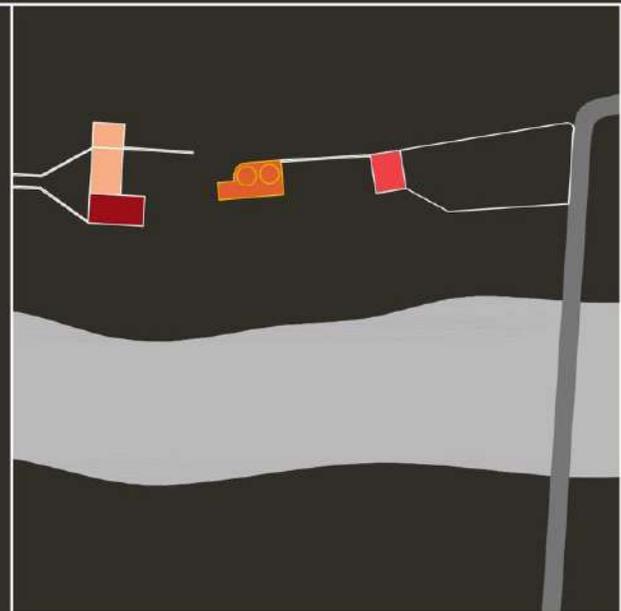
studio delle coperture

- impianto originario 
- copertura lignea a capanna, in origine non presente 
- copertura in laterocemento a capanna, in origine lignea 
- copertura lignea a capanna 



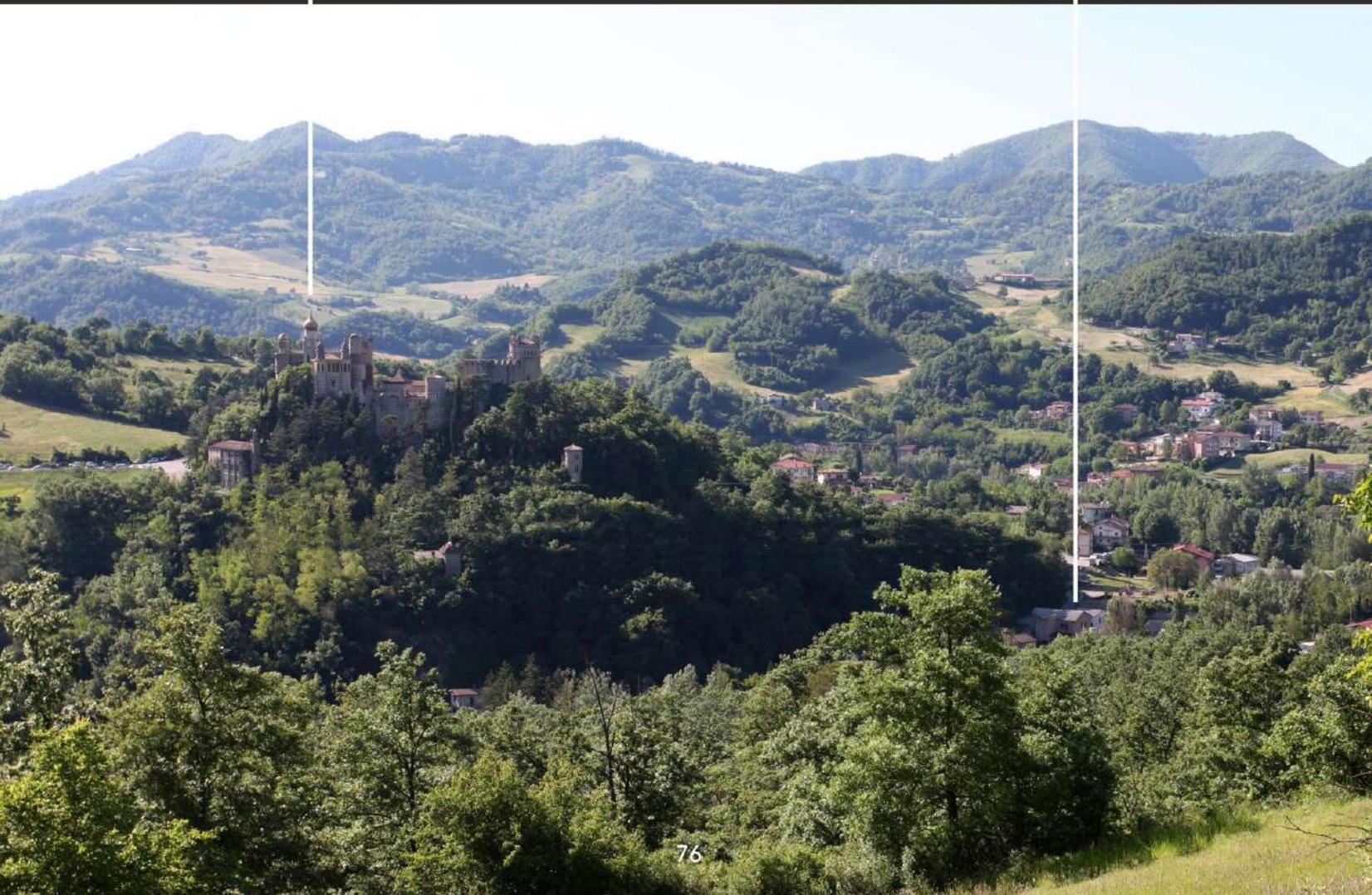
analisi volumetrica

- impianto originario 
- un livello 
- due livelli 
- tre livelli 
- un livello, in origine non presente 



Rocchetta Mattei

Mulino Neri







opificio oggetto di analisi



percorso ferroviario



percorso stradale

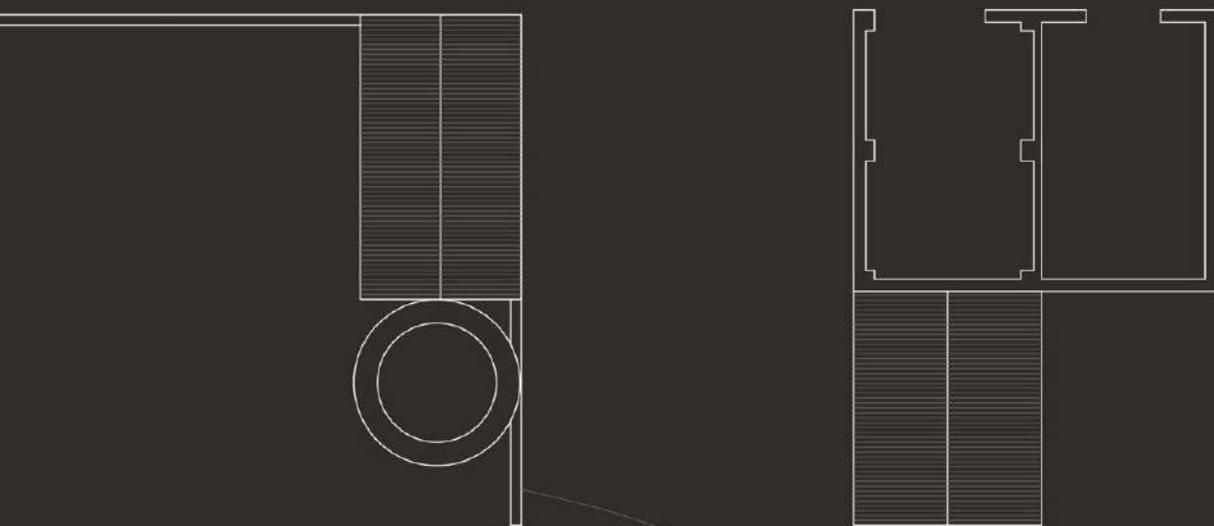


fiume Reno

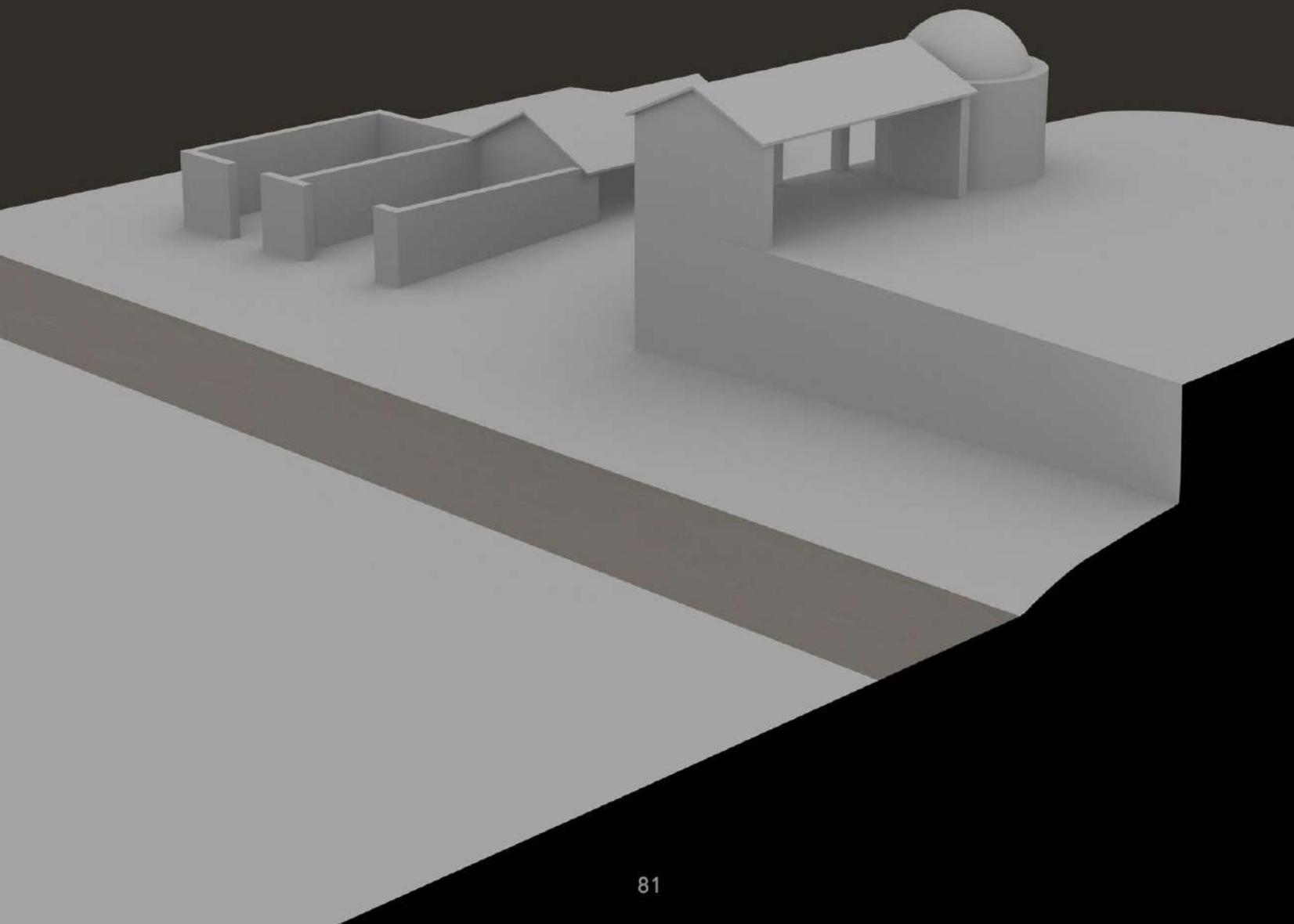


fornace Torricella

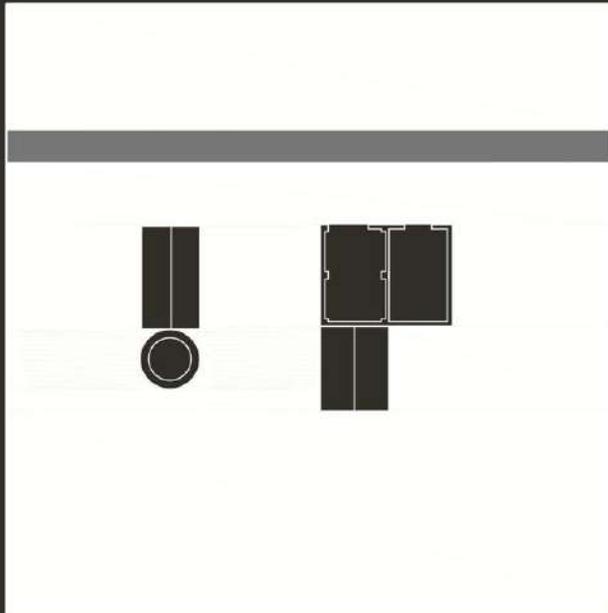
CARBONA (BO)
44.25198N 11.103690E



impianto originario esistente

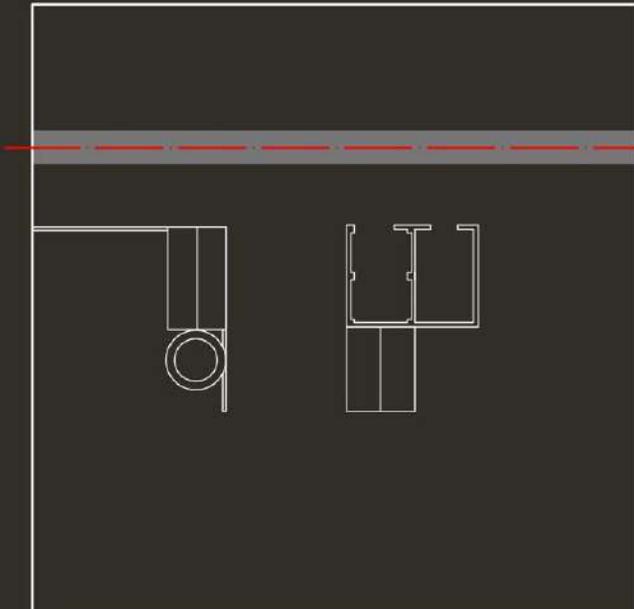


analisi dei vuoti



- percorso stradale
- percorso fluviale
- vuoto urbano

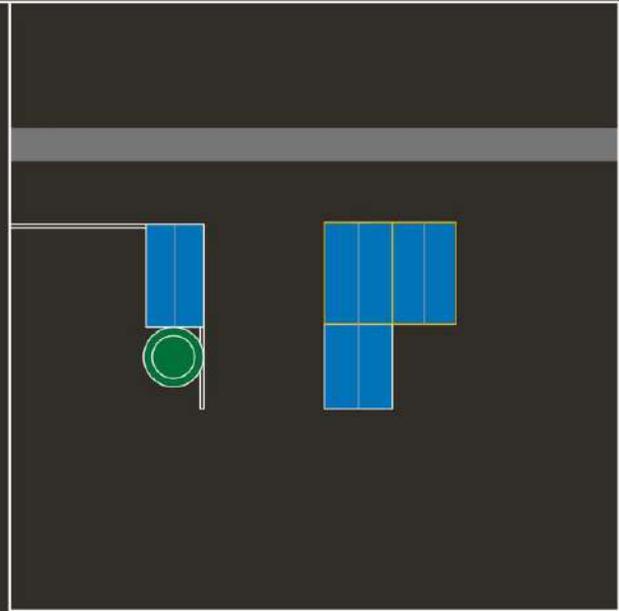
assi principali



Asse stradale disposto tangenzialmente.

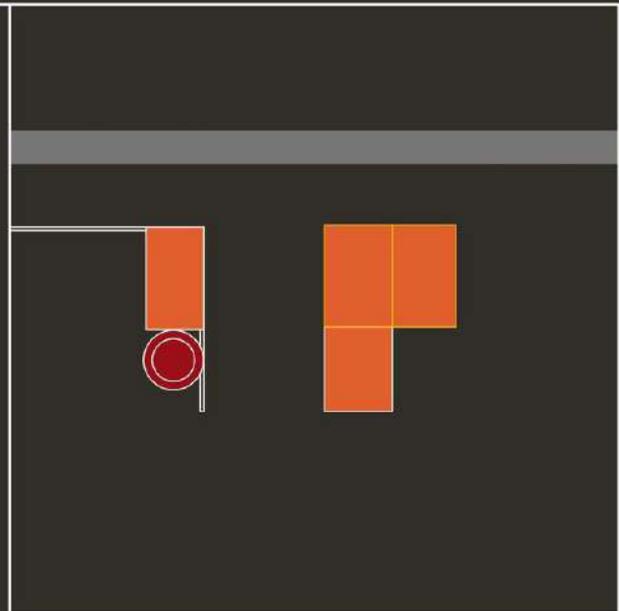
studio delle coperture

- impianto originario 
- copertura lignea a capanna 
- copertura emisferica in laterizio 



analisi volumetrica

- impianto originario 
- unico volume cilindrico 
- un livello 





Impianto di idratazione della calce

Accesso principale del complesso





opificio oggetto di analisi



percorso ferroviario



percorso stradale



fiume Reno



servizi / punti di interesse

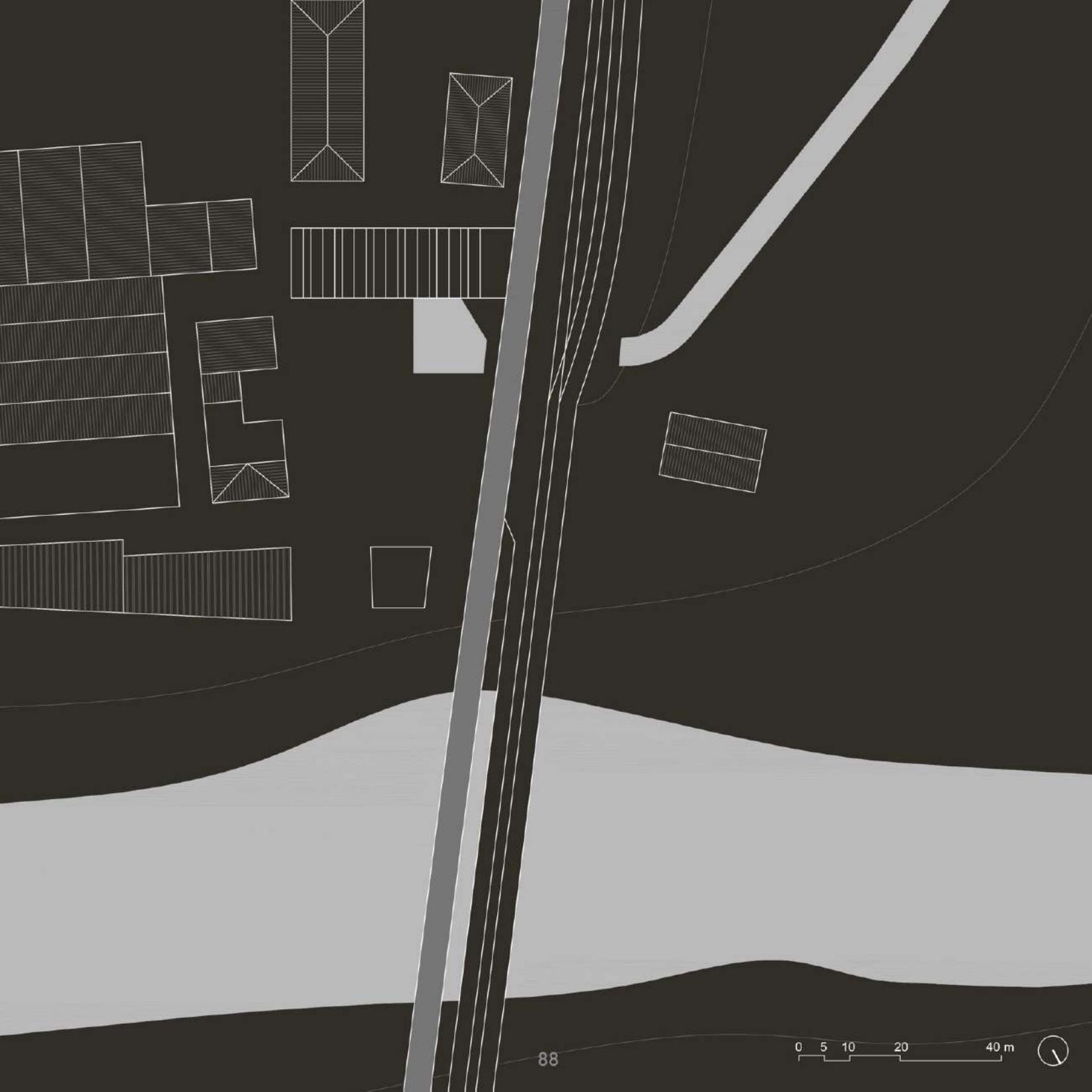


parco regionale di Monteseole

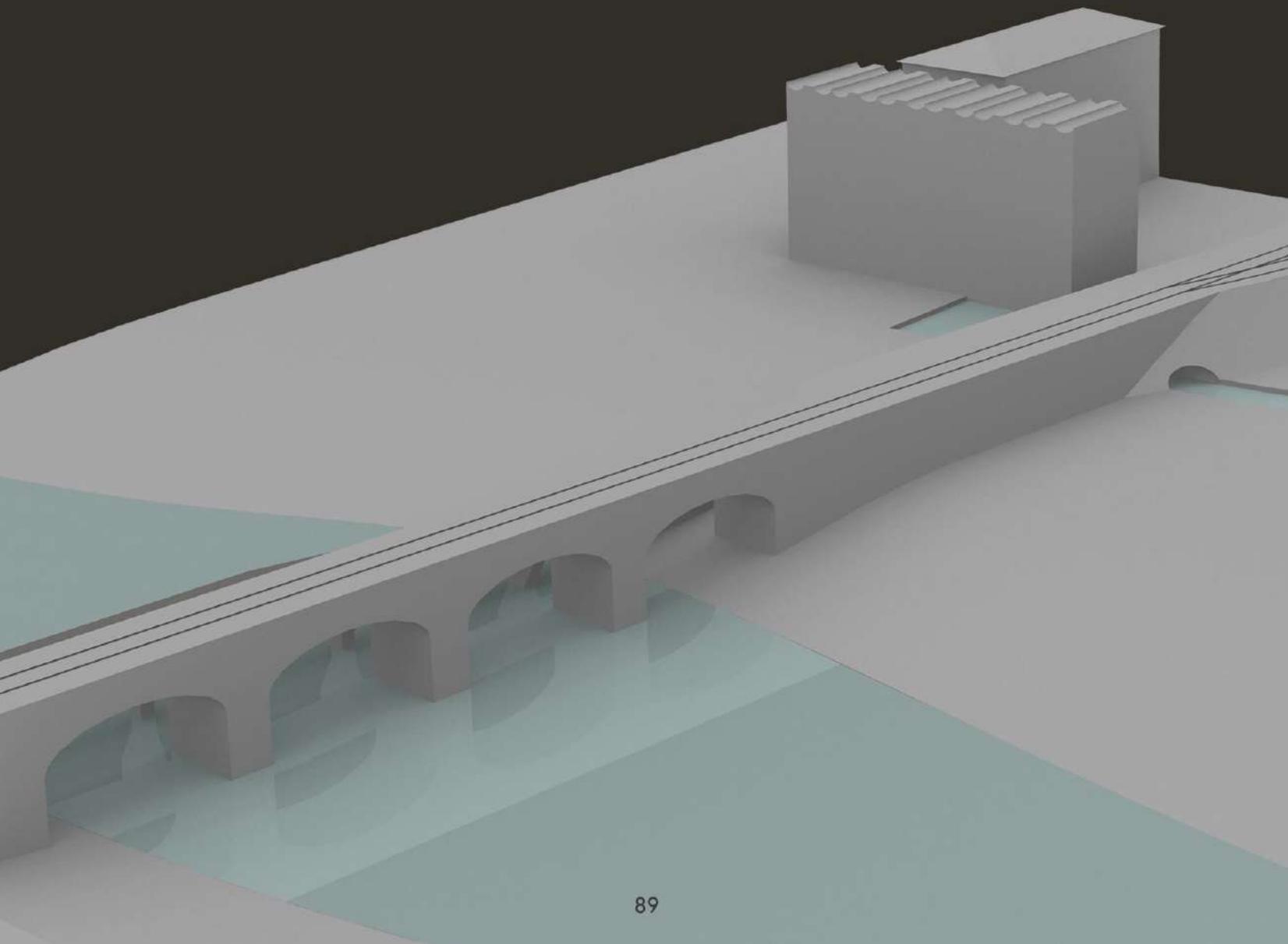


canapificio Turri

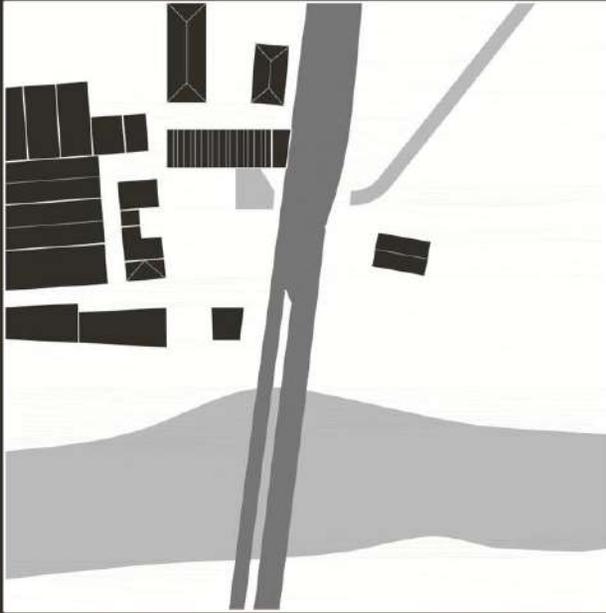
PIOPPE DI SALVARO (BO)
44.31123N 11.16288E



impianto originario esistente

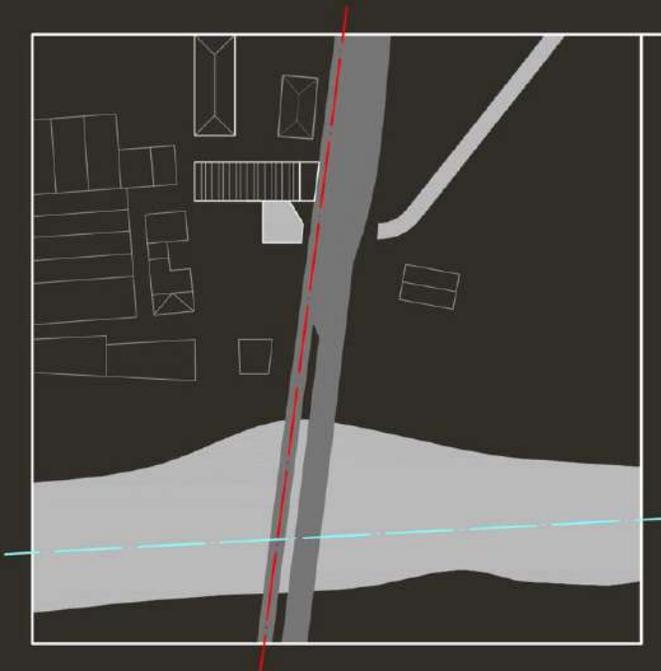


analisi dei vuoti



- percorso stradale
- percorso fluviale
- vuoto urbano

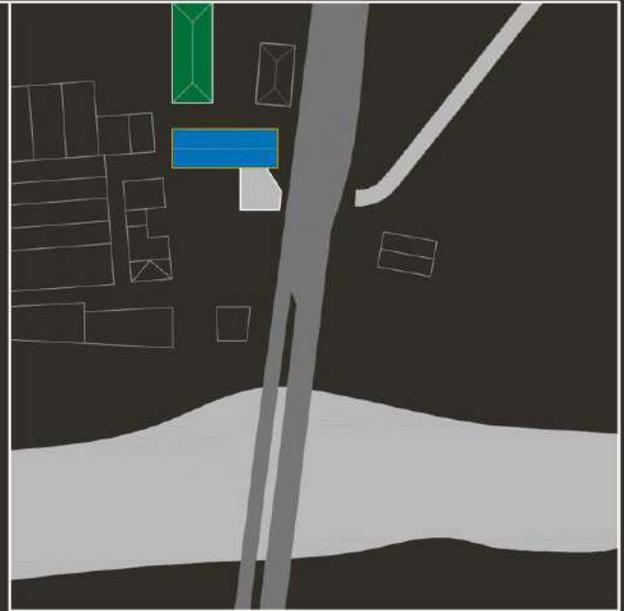
assi principali



Sviluppo trasversale rispetto all'asse fluviale.
Asse stradale disposto trasversalmente.

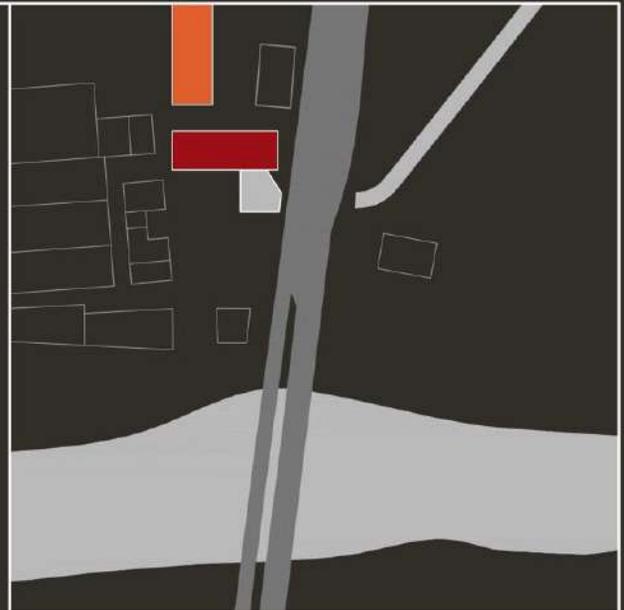
studio delle coperture

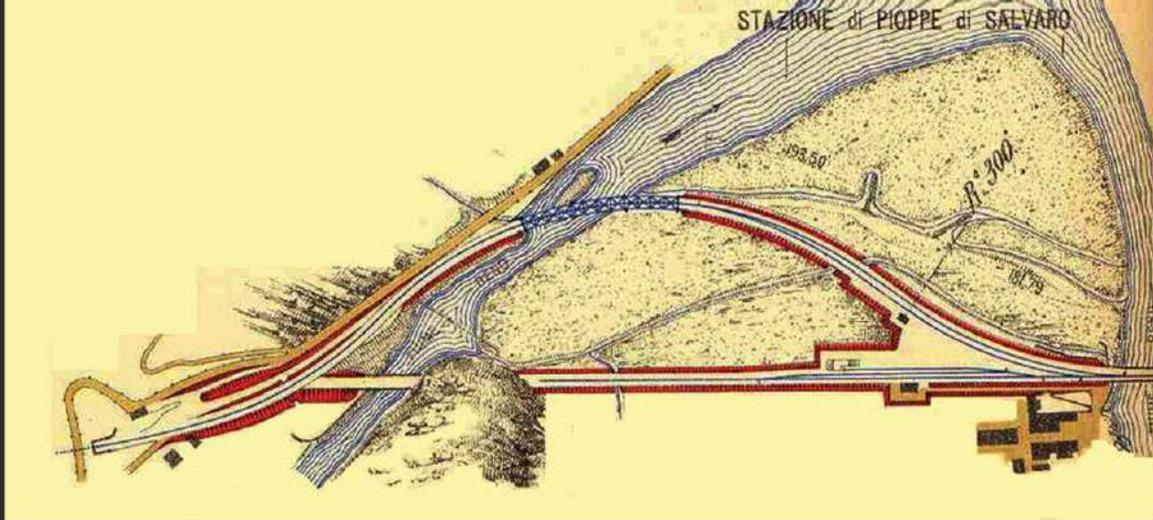
- copertura originaria 
- copertura in laterocemento,
in origine lignea a capanna 
- copertura in laterocemento a padiglione,
in origine lignea 



analisi volumetrica

- quattro livelli, in origine tre livelli 
- cinque livelli 





Schema della stazione di Pioppe di Salvaro raffigurante un tracciato ferroviario alternativo realizzato in seguito ad uno scoscendimento di terreno avvenuto il 24 febbraio 1888.

Abitazioni operaie in una fotografia d'epoca.

Immagine tratta dal testo:

Medici G. Sidoli B. Venturini F., *Là dove scorre il Reno*, Rastignano (BO), Litosei s.r.l., 2014





L'opificio alla fine del XIX secolo
Immagine tratta dal testo:

Medici G. Sidoli B. Venturini F., *Là dove scorre il Reno*, Rastignano (BO), Litosei s.r.l., 2014

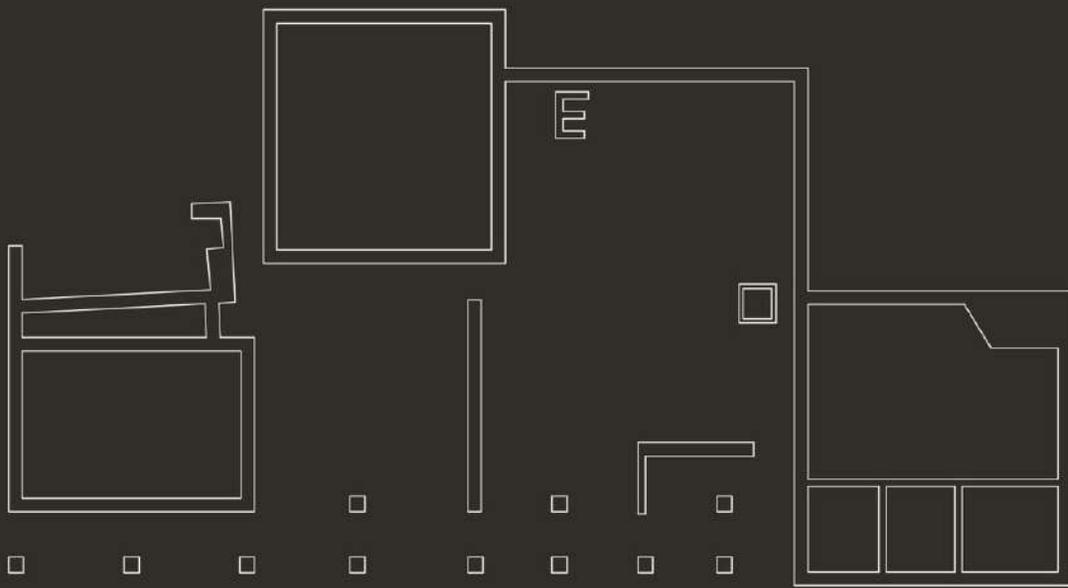


- opificio oggetto di analisi
- percorso ferroviario
- percorso stradale
- fiume Reno
- ▣ parco regionale di Montese

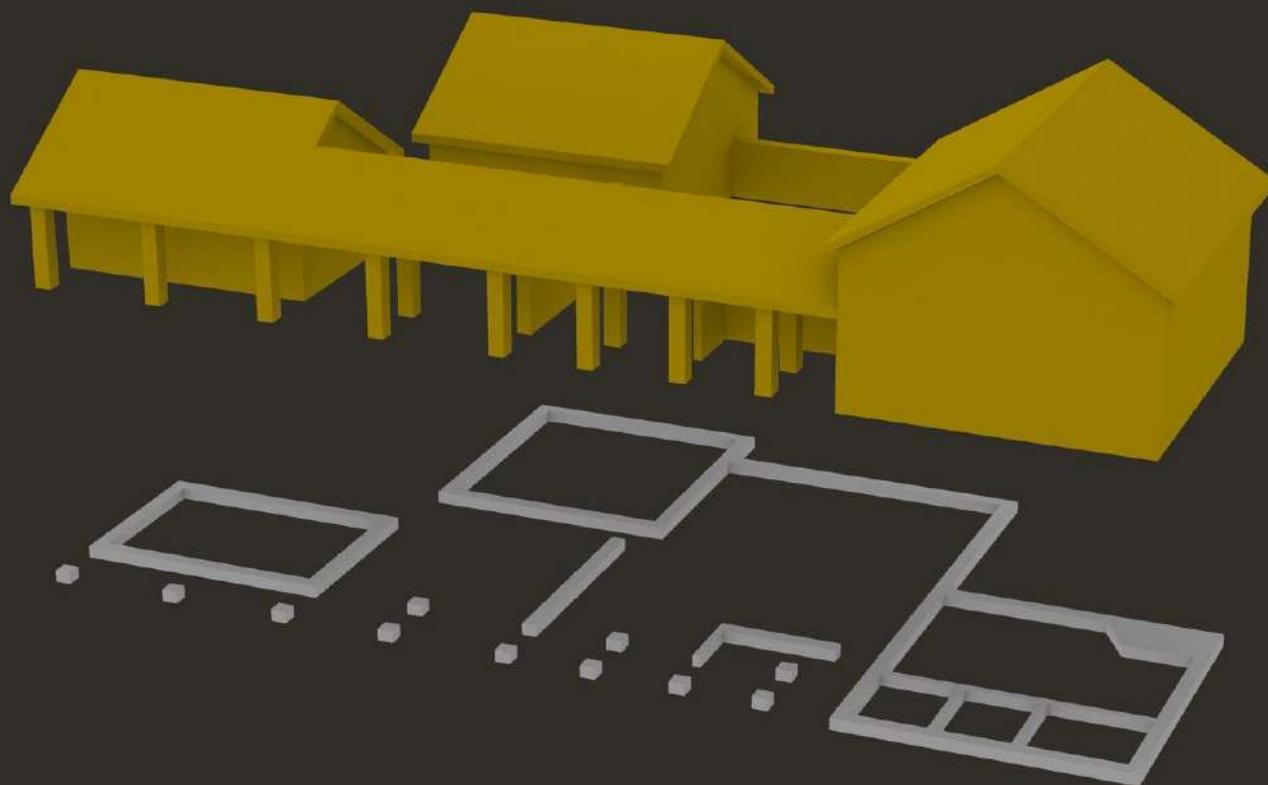


fonderie Misa

MARZABOTTO (BO)
44.33619N 11.20187E

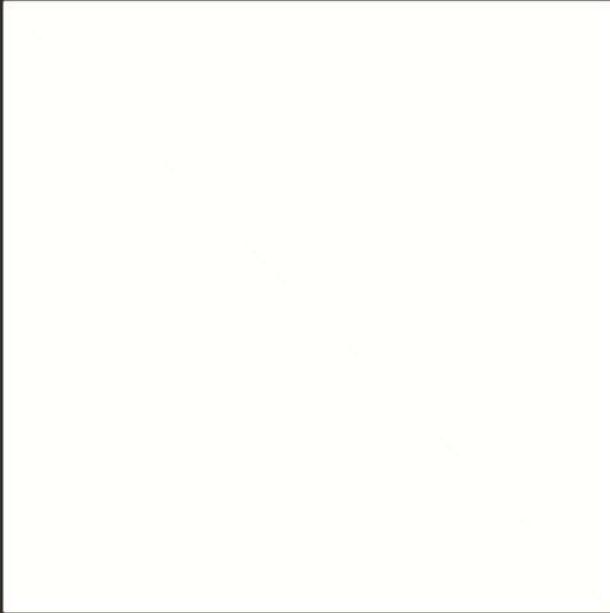


impianto originario esistente



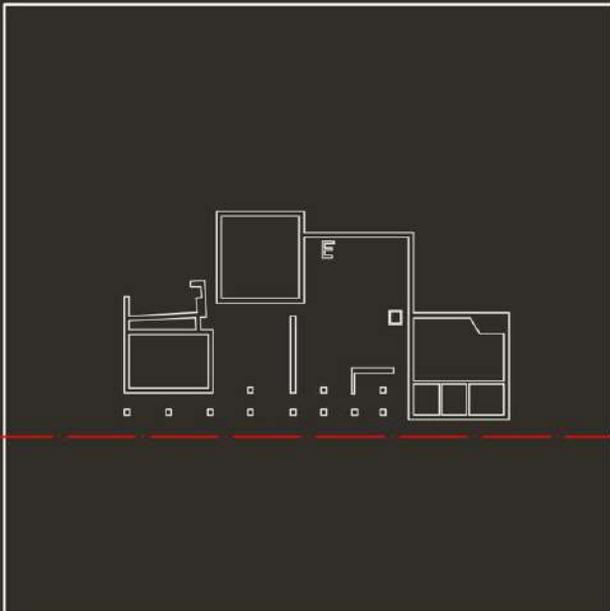
Ricostruzione basata sulla grafica pubblicata in:
Bill Homes, VOLUME IV GLI EDIFICI INDUSTRIALI e le infrastrutture, AGV Studio, 2012

analisi dei vuoti



■ vuoto urbano

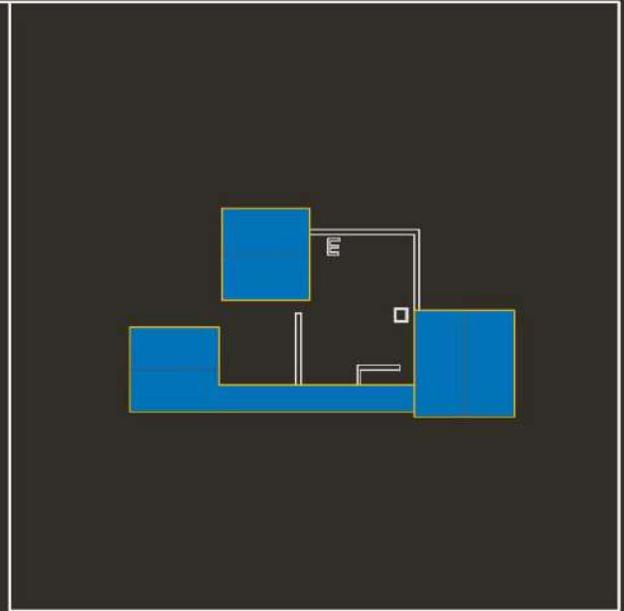
assi principali



Asse stradale disposto trasversalmente

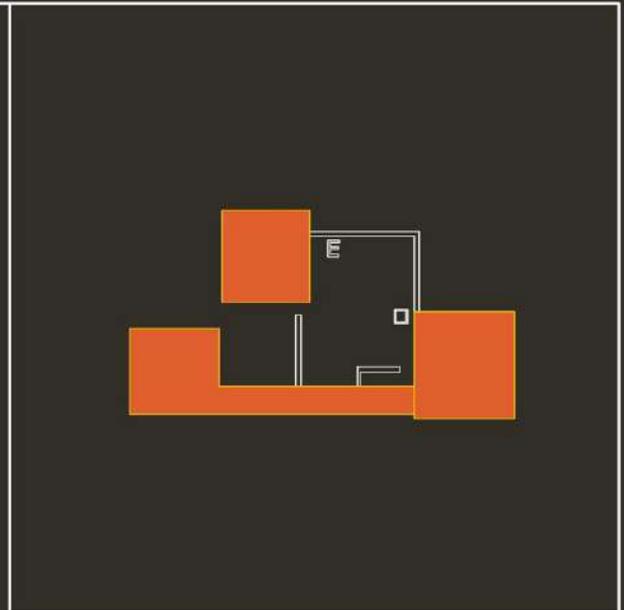
studio delle coperture

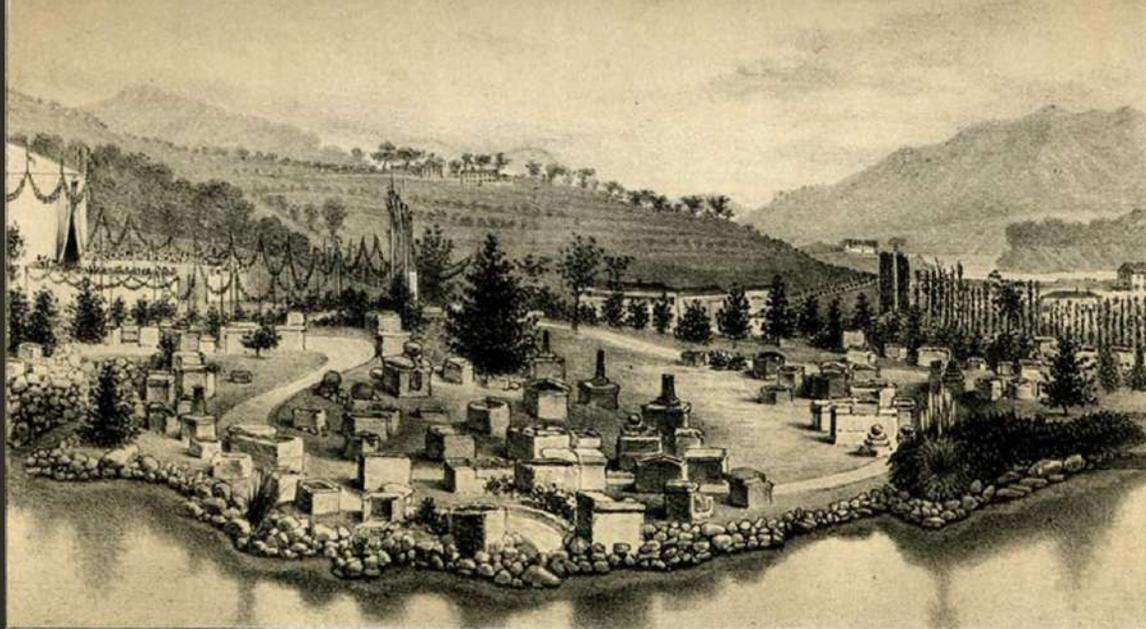
copertura originaria 
non presente,
in origine copertura lignea a capanna 



analisi volumetrica

volumetria originaria 
un livello 





O. Nannini lit.

Lit. G. Wenk.

L' ANCIENNE NÉCROPOLE DE MARZABOTTO

le 5 Oct^{bre} 1871.

L'ancienne nécropole de Marzabotto le 5 oct.bre, in Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Compte rendu de la Cinquième Session à Bologne. 1871

ASBO Bologne, Imprimerie Fava et Garagnani au Progrès, 1873

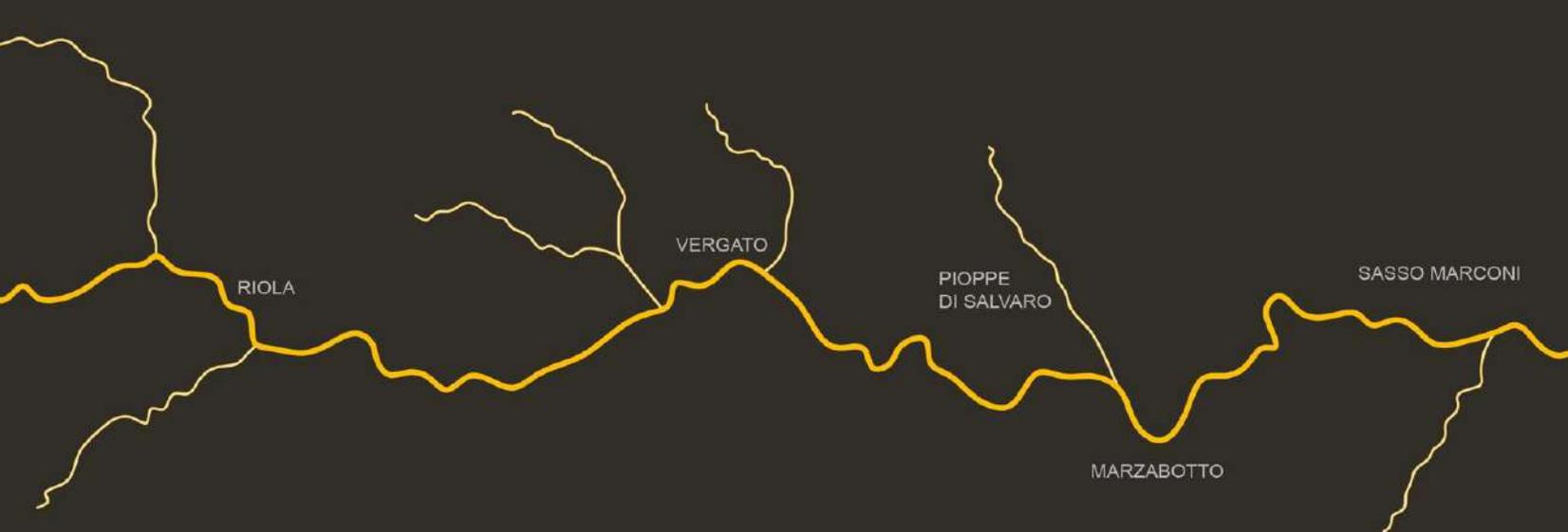
Litografia a colori di G. Wenk che mostra il sepolcreto nord di Marzabotto con il padiglione allestito per il ricevimento dei partecipanti al Congresso Internazionale di Antropologia e Archeologia Preistoriche tenutosi a Bologna nel 1871.



analisi.3

la ferriera Lenzi





Il complesso denominato "Ca' d'Alessio", nei pressi di Silla di Gaggio Montano, è composto da una moltitudine di edifici essenzialmente distinguibili in tre parti: un aggregato disposto a nord, cuore dell'opificio industriale, ospitante una ferriera e una fornace da calce; un edificio regolare in pianta e in alzato adibito ad abitazione padronale; due costruzioni minori a servizio del complesso di destinazione accessoria.

Il sito in esame è costituito da un consolidato deposito alluvionale del fiume Reno, dove quest'ultimo ha rappresentato nel corso del tempo il confine naturale ad est dell'insediamento. A protezione dell'area in prossimità dell'alveo è presente un muro in pietra, più volte danneggiato e ricostruito nel corso del tempo, caratterizzato quindi da un complesso palinsesto murario ben visibile dal fiume.

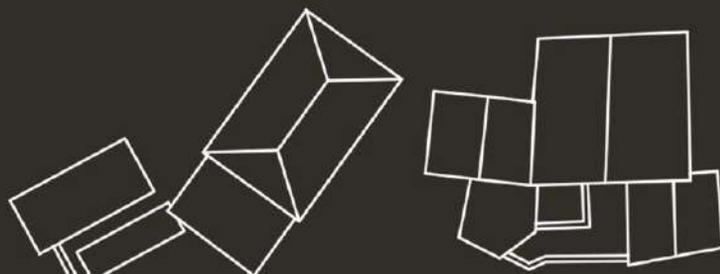
Ad ovest della proprietà, un altro confine è dato dalla strada Porrettana, un tempo una delle poche arterie stradali che permetteva di attraversare gli Appennini collegando Bologna a Pistoia. I segni del passaggio della Porrettana sono ben visibili analizzando la planimetria del complesso, il quale, oltre a seguire l'andamento naturale del fiume, si adatta al tracciato stradale al punto di rendersi necessaria la sagomatura della cantonata d'angolo della casa verso il tracciato stradale. Emerge quindi nei confronti del complesso un continuo rapporto di scambio e sudditanza tra fiume e strada.

L'opificio industriale si presenta come l'accorpamento di un volume principale a tutt'altezza, di dimensioni 14 x 14 m regolare in pianta e in alzato, di un secondo volume affiancato al primo disposto su due livelli ospitante l'accesso principale alla ferriera oltre che il forno per la calce, infine due piccoli volumi di servizio disposti ad est edificati probabilmente poco dopo il primo impianto a seguito dell'esigenza di disporre di un maggiore spazio coperto.

La fornace da calce, attiva dal 1911 al 1914, è ricavata nell'innesto di 3 dei 4 volumi costituenti l'opificio, ciò ha permesso un'ottimizzazione funzionale degli spazi, disponendo di un'adeguata massa muraria e di spazi coperti sia per il carico (il quale avveniva a livello terreno) che per lo scarico (a livello interrato).



strada Porrettana

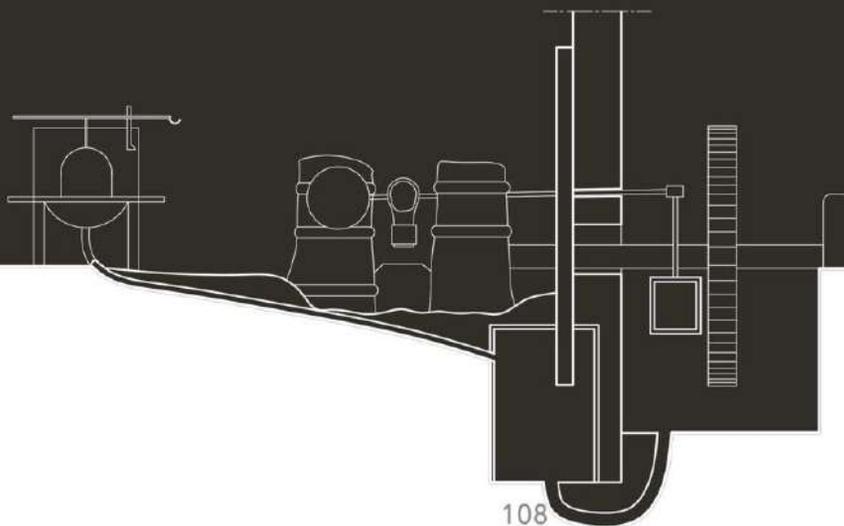


fiume Reno

107

Due magli idraulici sono tutt'ora, come in origine, ospitati nel volume principale assieme ad un altro maglio dalle stesse caratteristiche costruttive ma privo di ruota idraulica e alimentato da un motore elettrico. Di particolare impatto in rapporto alla dimensione del complesso, è l'imponente volumetria, la quale raggiunge un'altezza di circa 12 metri. Una tale dimensione è giustificata dalla necessità di disperdere i fumi del forno presente al centro dello spazio, il quale prima di essere convertito a gas era in origine alimentato a carbone e dotato di un inconsueta canalizzazione per fornire ossigeno alla combustione, incanalandolo durante il movimento della ruota idraulica (fig. in basso). Originariamente il vano in esame era concluso da una copertura lignea a capanna, ricostruita in laterocemento a seguito di un crollo improvviso.

L'impianto si caratterizza per una discreta qualità muraria, realizzata in sasso di fiume integrato con pietra di cava, impostata con tessitura "a filaretto" e legata con malta di calce, non frequente nelle costruzioni della zona dove in quegli anni si prediligeva l'impiego di terra come legante naturale per le murature. La vicinanza all'alveo fluviale ha permesso l'approvvigionamento delle materie prime in loco, consentendo una scelta ottimale in termini di qualità e assortimento. L'attività dei magli, a seguito della percussione della parte battente della testa sulla parte ricevente, innescava a tutta la struttura forti vibrazioni rendendo necessaria l'adozione di specifici presidi che preservassero la scatolarità dei volumi; sono infatti presenti in tutto il complesso numerosi tiranti al fine di impedire eventuali cinematismi di primo modo.





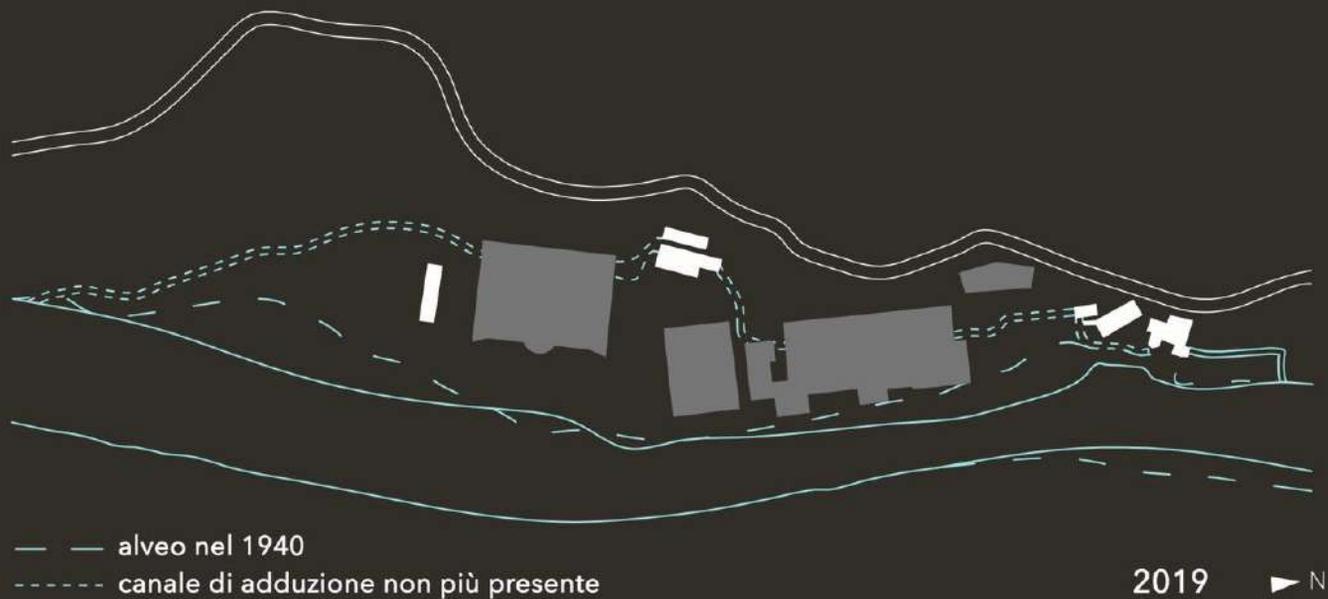
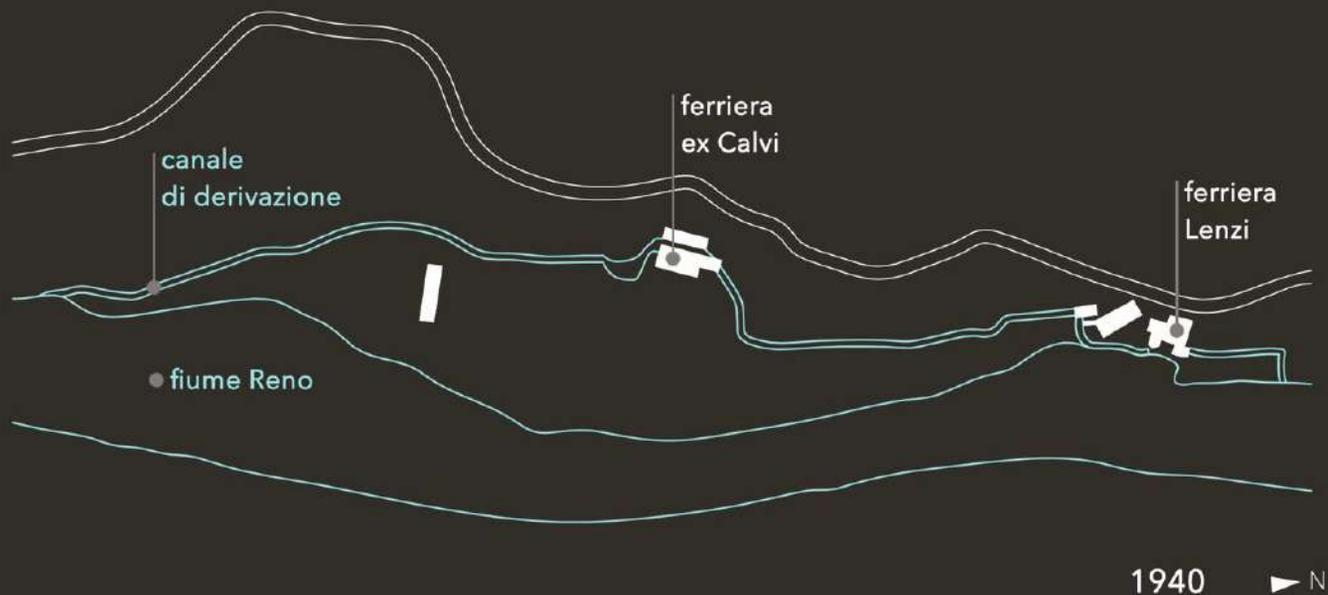
Nonostante le imponenti dimensioni dell'ambiente principale, l'edificio risulta particolarmente armonico nel suo complesso, portando lo scrivente ad approfondire lo studio dei processi aggregativi che hanno coinvolto la ferriera, generando un organismo complesso polifunzionale ad-hoc per le necessità produttive ed i vincoli imposti dal sito. Tali adattamenti e modificazioni temporali in seguito a nuove esigenze sono oggi sempre più rari negli impianti industriali; è infatti rilevabile una forte tendenza nell'edificare un impianto ex-novo estraneo all'ambiente circostante e ad eventuali preesistenze, venendo a mancare quel costante rapporto di scambio e sudditanza sopracitato. Un esempio è dato dal sito industriale Palmieri Tool Forging posto in prossimità della ferriera ex Calvi, suo erede nella tradizione della lavorazione del ferro, la cui progressiva espansione ha negato alla preesistenza ogni ragione di forma e proporzione. Complici i nuovi metodi costruttivi e la standardizzazione degli stessi processi produttivi, lo sviluppo di nuovi impianti appare oggi sempre più sterile e incontrollato, rendendosi più che mai necessario il ruolo del progettista, responsabile di instaurare un rapporto, non necessariamente formale, di continuità tra preesistenza e nuova costruzione.

Il canale di derivazione, oggi in gran parte andato perduto, si presenta come un'opera di particolare complessità in grado di alimentare due impianti industriali (ferriera d'Alessio e ferriera Calvi) sfruttando un minimo dislivello piezometrico. Il dimensionamento della struttura d'adduzione individuava la larghezza e la profondità ottimale secondo proporzioni regolamentate e codificate da secoli, quantificando la portata necessaria sotto forma di "moduli" d'acqua.

"Il canale era una vera e propria opera edilizia, e come tale veniva citato in atti di compravendita. [...] In tutti gli atti pubblici, oltre al manufatto del canale, veniva quasi sempre citata anche la "derivazione d'acqua" (diritto concesso per il prelievo di quest'ultima) che in questo modo era considerata a tutti gli effetti un bene concreto."⁶

In passato il complesso di Cà d'Alessio disponeva di un proprio canale di adduzione, non comune alla ferriera Calvi, per un periodo condiviso con una ferriera denominata Santa Croce di cui oggi non rimangono tracce.

⁶ Albertazzi E. Zagnoni R., *Silla, un paese moderno dalle radici antiche*, Vergato, Gruppo di studi alta valle del Reno - Nuèter, 2001



Disegno in alto tratto da: Foresti Guccini Tozzi Fontata, *Quella era fatica davvero strutture lavoro parole della ferriera*, Bologna, Editrice Moderna, 2003

In fase di ricerca storica riguardo all'origine della costruzione del complesso di Cà d'Alessio è emersa la necessità di indagare lo sviluppo dell'intera area alla sinistra orografica del fiume Reno, delimitata a nord dal torrente Silla e a sud dall'abitato di Porretta Terme.

Il 30 ottobre 1831 Antonio Calvi, definito maestro di ferriera, artigiano di origine bergamasca di spiaccata intraprendenza, scrive al cardinale legato di Bologna, rappresentante in loco del potere pontificio, riguardo alla costruzione di un nuovo canale di derivazione lungo il fiume Reno al fine di edificare una nuova ferriera, corredando la domanda con un elaborato di seguito riportato, in cui egli scrive: *rispettosamente le appone che trovandosi in situazione di far costruire un piccolo Edifizio da ferro nelle adiacenze del fiume Reno in luogo detto Sotto Corvella, Parrocchia di Capugnano, Comune di Porretta (...) per formare vanghe, badili, zappe e chiodi di tutte le qualità, e più ogni sorta di ferri da taglio (...) implora le grazia e la protezione dell'Eminenza Vostra perchè gli sia concesso l'uso dell'acqua del Reno per il movimento di tre maglietti e molotto da collocarsi in detto Edifizio.*⁷ Sebbene nell'area fossero già presenti simili strutture, queste erano specializzate nella produzione di semilavorati destinati principalmente a botteghe di fabbri o ad altre ferriera, a differenza dell'intenzione del Calvi nel soddisfare un'esigenza di mercato ancora non coperta dalle altre attività in zona. Dal disegno allegato alla lettera e datato 9 ottobre 1831 (pagina a fianco) perviene una dettagliata rappresentazione dell'alveo fluviale, degli edifici e delle proprietà dell'area su cui poi la famiglia Lenzi, a cavallo del secolo, deciderà di impiantare il proprio opificio.

La ferriera per cui Calvi ottenne i permessi il 10 maggio 1832 e costruita in breve tempo, venne gravemente lesionata da una frana nell'autunno del 1839 portando la struttura al collasso.

L'edificio venne poi ricostruito poco più a valle, a seguito dell'ottenimento del parere favorevole dell'ingegnere in capo e della Commissione amministrativa provinciale il 20 gennaio 1840 e l'autorizzazione legatizia il 29 gennaio 1840.⁸

⁷ ASB, Legazione, 1831; copia in ASB, Camera di Commercio (1798-1846), busta 24 "Industria e manifatture".

⁸ ASB, Legazione, 1840.

La richiesta di derivazione di un altro canale nella stessa area avviene il 1 settembre 1893 da parte della famiglia Lenzi dove, su richiesta eseguita dall'ingegner Giuseppe Melani a nome di Alessio Lenzi, si documenta l'interesse nell'edificare il nuovo impianto di Ca' d'Alessio.⁹ A seguito del parere favorevole da parte del Genio Civile il 28 ottobre 1893 ed il nulla osta della Provincia di Bologna il successivo 14 novembre, la richiesta fu resa pubblica nella località di Bagni della Porretta, sollevando reclami da parte di entrambi i proprietari delle ferriere vicine: Filippo Ferrari proprietario della ferriera ex Calvi e Carlo Lenzi, proprietario della piccola fucina in località Casa Fontana. La costruzione della ferriera, nonostante il successivo parere favorevole dell'ingegner Giuseppe Bernabei del 27 agosto 1894, non ebbe luogo negli anni immediatamente successivi, come testimoniato dalla ricevuta del 17 luglio 1898 con cui Alessio Lenzi dichiarava di aver avuto in restituzione 28,40 lire da parte del Genio Civile per la cauzione pagata senza che fossero stati eseguiti i lavori.¹⁰

Bagni della Porretta
17 luglio 1898

*Ho sottoscritto dichiarando aver oggi dopo
ritirato dall'Ufficio Municipale
di Porretta un ordinativo di paga-
mento di 28,40 per la somma di
L. 28,40 datato 7 luglio 1898*
LE LENZI ALESSIO

⁹ ASB, Prefettura di Bologna, Affari generali, cart. 22, fasc. 4: copia in APB, Archivio generale, tit. 11, rub.2, 1893, cart. 1111.

¹⁰ ASB, Prefettura di Bologna, Affari generali, cart. 22, fasc. 4

DEPUTAZIONE PROVINCIALE DI BOLOGNA

Estratto del verbale dell'adunanza — 31 maggio — 1912.

PRESIDENZA CARRANTI.

Oggetto — Domanda dei fratelli Lenzi per derivazione d'acqua dal Reno a Corvella in Bagni della Porretta.

Ommissis — Deputati presenti N. 8 — Riferisce il deputato Ferreri che seguendo la procedura normale si sarebbe presentata al Consiglio con parere favorevole l'istanza dei fratelli Agostino e Cirillo Lenzi per ottenere la concessione di derivare acqua dal Reno nel Comune di Bagni della Porretta allo scopo di dar moto ad una ferriera con mulino da calce in luogo detto Corvella. Senonchè essendo pervenute vive premure dalla Prefettura affinché tale parere sia dato al più presto tanto più che il Genio Civile, dopo avere dato il proprio voto favorevole all'ammissione ed istruttoria aveva anche fissato il sopraluogo per il giorno 2 luglio prossimo. E poichè non è probabile che il Consiglio possa deliberare in tempo, il relatore propone che provveda la Deputazione d'urgenza in luogo e vece del Consiglio a termini dell'art. 242 n° 9 della legge comunale e provinciale.

E la Deputazione, convenendo nella proposta del relatore, esprime in forma di Consiglio il proprio parere in senso favorevole per ammettere ad istruttoria la domanda di cui si tratta, e ciò in conformità del riferimento dell'Ufficio tecnico provinciale.

Onè sis

Letto ed approvato dalla Deputazione in adunanza dell'11 giugno 1912.

firmati: Il Presidente Carranti - Il Deputato anziano G. Ferrari - Il

Segretario A. Romagnoli.

Stratto conforme all'originale
Il Segretario Generale
 Romagnoli

I fratelli Lenzi avviarono ufficialmente l'attività di ferriera nel 1904, come riportato in una dichiarazione di Cirillo Lenzi, uno dei fratelli figlio di Alessio, alla Camera di Commercio di Bologna nel 1911: *Cirillo Lenzi ha dichiarato di esercitare dal 1904 in comune di Bagni della Porretta (Corvella) una ferriera, sotto la ditta Lenzi Agostino e fratelli (Luigi, Cirillo e eredi del fu Giuseppe).*¹¹

È probabile che l'attività della ferriera abbia avuto inizio prima della data comunicata alla Camera di commercio, presumibilmente a cavallo del secolo. La relativa concessione per la derivazione dell'acqua risale infatti al 1912¹², portando a presumere che nei primi anni, l'attività dei fratelli Lenzi sia stata svolta senza i necessari permessi.

La successiva apertura della fornace da calce è testimoniata dalla dichiarazione dell'8 giugno 1911 ad opera della famiglia Lenzi presso il registro delle ditte della Camera di Commercio di Bologna, in cui si dichiara l'attività di ferriera e forno da calce. In data 26 agosto 1914, negli stessi registri, risulta una denuncia di rettifica in cui l'attività viene limitata a lavorazione del ferro.¹³

¹¹ ASB, Camera di commercio (1863-1927), Registri delle ditte 1911-1925, vol.14, ditta n.6617

¹² ASB, Genio civile, busta 738

¹³ ASB, Camera di commercio (1863-1927), Registri delle ditte 1911-1925, vol. 14, ditta n.6617

A completamento dell'analisi storica del complesso si è approfondita la vicenda di un sommergibile realizzato nel 1900 da Agostino Lenzi, cofondatore della ferriera, giunto ad oggi in discreto stato di conservazione. Il prototipo, protagonista di innumerevoli tentativi da parte di Lenzi di diffondere l'invenzione, è dotato di un portellone a tenuta stagna per l'ingresso del conducente, di un impianto di ventilazione per il ricambio d'aria interno e di oblò posti sul fondo. L'intenzione di brevettare il sommergibile è testimoniata da una lettera del 14 maggio 1901¹⁴ in risposta ad una sua sollecitazione del 12 precedente, scritta dallo Studio tecnico e legale per brevetti d'invenzione e marchi di fabbrica di Zanardo e Co. di Roma, il quale consigliava all'inventore di rivolgersi all'ingegner Migliardi di Savona, definito ingegnere navale e costruttore, già direttore degli stabilimenti Ansaldo, proprietario di uno stabilimento di costruzioni navali a Savona. Una ricevuta del 1 giugno 1901¹⁵ testimonia il successivo tentativo di Agostino Lenzi di promuovere il sommergibile all'estero, riferendo della partenza di una cassa contenente una barca di ferro dalla stazione di Porretta alla Commission des Inventions presso l'Hotel National des Invalides di Parigi. La spedizione fu determinata dall'intenzione di partecipare al concorso per la progettazione di mezzi capaci di navigare sott'acqua, "Prix Anthony Pollok" che si svolse a Le Havre dal 9 settembre 1901. L'evento vide la partecipazione di Agostino Lenzi nella Liste Générale des Concurrents al numero 186 con Embarcation de sauvetage senza però ottenere il successo ricercato, come dimostrato da un ulteriore tentativo di Lenzi di promuovere la sua invenzione scrivendo nel 1916 al Board of Inventions and Research, Ministero delle invenzioni e della ricerca inglese. La risposta, datata 5 agosto 1916, confermò la mancanza di successo del prototipo, riportando: to inform you that many similar suggestions have been received from various sources, and your proposal are not found to add to the information on this subjects already in possession of the Board. Infine, nello stesso anno, l'appello fu rivolto al governo italiano, presso l'Onorevole Comitato per l'esame dei progetti di navi a Roma. In definitiva il piccolo battello non ebbe un roseo futuro e fu collaudato solamente nel Reno, nell'ampia e profonda pozza, in dialetto detta bonzo¹⁶, prossima alla ferriera.

¹⁴, ¹⁶ Albertazzi E. Zagnoni R., *Silla, un paese moderno dalle radici antiche*, Vergato, Gruppo di studi alta valle del Reno - Nuèter, 2001

¹⁵ Proprietà di Francesco Guccini

PRIX ANTHONY POLLOK

Concours du Havre
1901

Liste Générale des Concurrents

HAVRE
IMPRIMERIE DE LA BOURSE
Rue Duploix (Palais de la Bourse)

1901

— 20 —

181. **Le Franc** (Jean-Marie), Ploemeur (Morbihan)
Modèles et dessins relatifs aux moyens de rendre les navires
insubmersibles.
182. **Legiembie** (M.-J.-L.), à bord de l'Ibis, à Boulogne-sur-Mer
Projet de signaux de route.
183. **Le Maître**, à Paris
Modèle de bordé.
184. **Le Normand** (Emmanuel), à Cannes
Trois dessins encadrés.
185. **Léon** (François), à Montevarchi (Italie)
Modèle d'un système de sauvetage collectif.
186. **Lenzi** (Agostino), à Bagni Della Ponetta (Italie)
Embarcation de sauvetage. — Modèle et dessins.
187. **Lertourne** (E.-L.-A.), à Rouen (Seine-Inférieure)
Projet de sauvetage des navires et des passagers.
188. **Le Squeren** (François), embarqué à la défense
mobile de Brest
Dessins de l'installation de paillets Marakoff sur les grands paquebots
en cas d'abordage.
189. **Levra** (Joseph), à Nice
Appareil de sauvetage collectif.
190. **Livonius** (Otto), à Berlin (Allemagne)
Modèles, mémoire et description d'appareils de sauvetage.
191. **Mac Kinley** (Carlyle), à Charleston S. C. (U. S. A.)
Dessins et description d'un radeau de sauvetage.

Estratto del catalogo per il concorso PRIX ANTHONY POLLOK di Le Havre del 1901, proprietà di Francesco Guccini. A pagina 20, al numero 186, è indicata l'imbarcazione di Agostino Lenzi.

Marchino Lenzi, nipote di Agostino, a fianco del sommergibile.

Nell'immagine è visibile il sistema di ventilazione impiegato per garantire il ricambio d'aria all'interno del prototipo.

Immagine di proprietà di Francesco Guccini





Imbarcazione rinvenuta all'esterno della ferriera Lenzi

In sito è stata inoltre rinvenuta una piccola imbarcazione in ferro, realizzata su progetto dello stesso Agostino e impiegata principalmente per la manutenzione delle opere di difesa spondale della ferriera e per attraversare il fiume Reno prima della costruzione del ponte prossimo al complesso. In fase di progetto si è ritenuto significativo individuare un nuovo spazio espositivo permanente per collocare le due imbarcazioni, integrato in un percorso sempre fruibile.

RILIEVO

Si è proceduto al rilievo del complesso, distinto per ragioni operative in 2 settori:

 **IMPIANTO ABITATIVO**

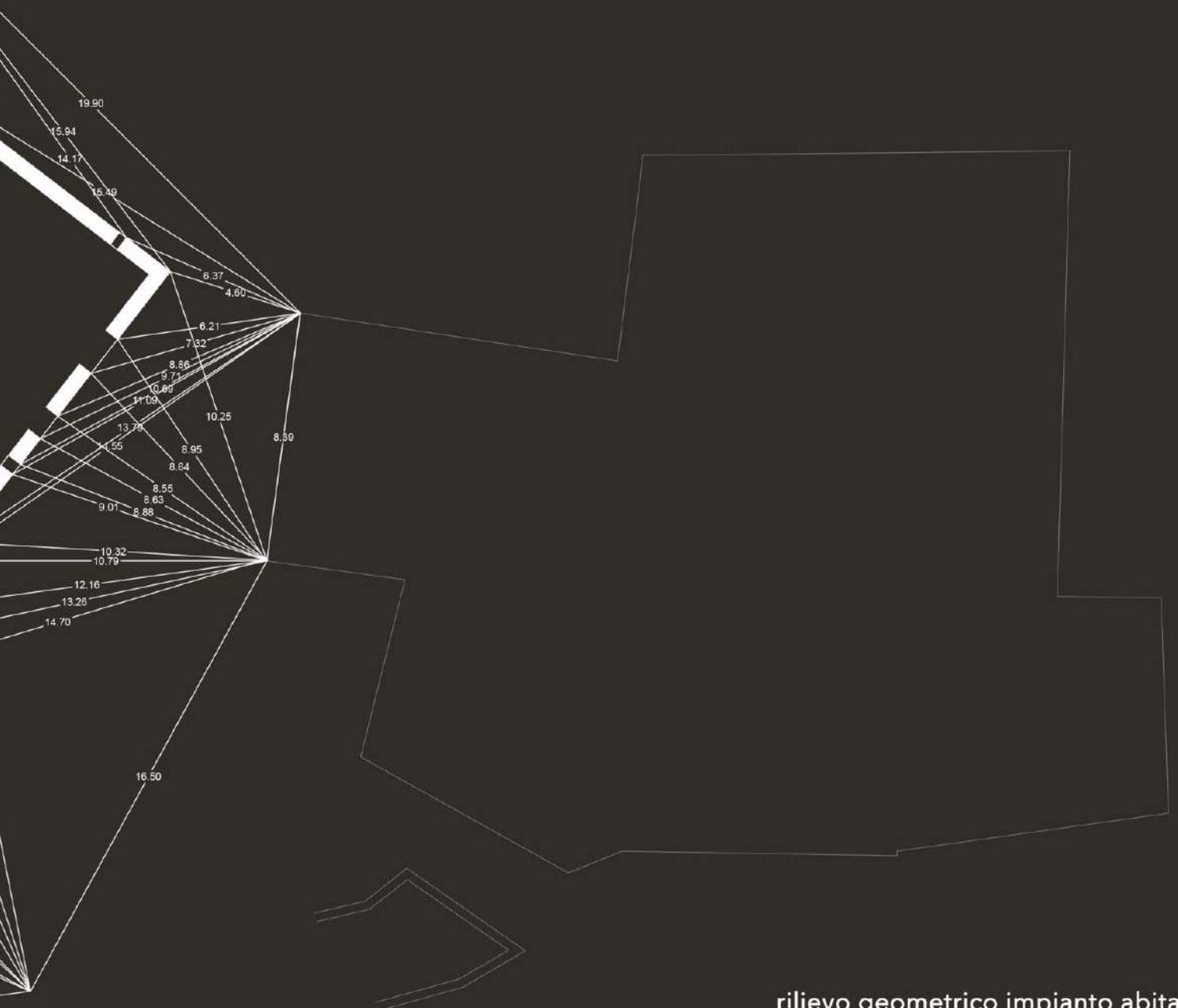
costituito dalla casa padronale e da fabbricati accessori.

 **IMPIANTO INDUSTRIALE**

costituito dalla ferriera e corpi annessi.

Per ogni settore è stato svolto il rilievo geometrico interno ed esterno dei fabbricati. In fase di trilaterazione sono state individuate due poligoni esterne, una per ogni settore, aventi tra loro tre punti in comune. In seconda fase si è proceduto al rilievo architettonico dei prospetti dell'impianto industriale.

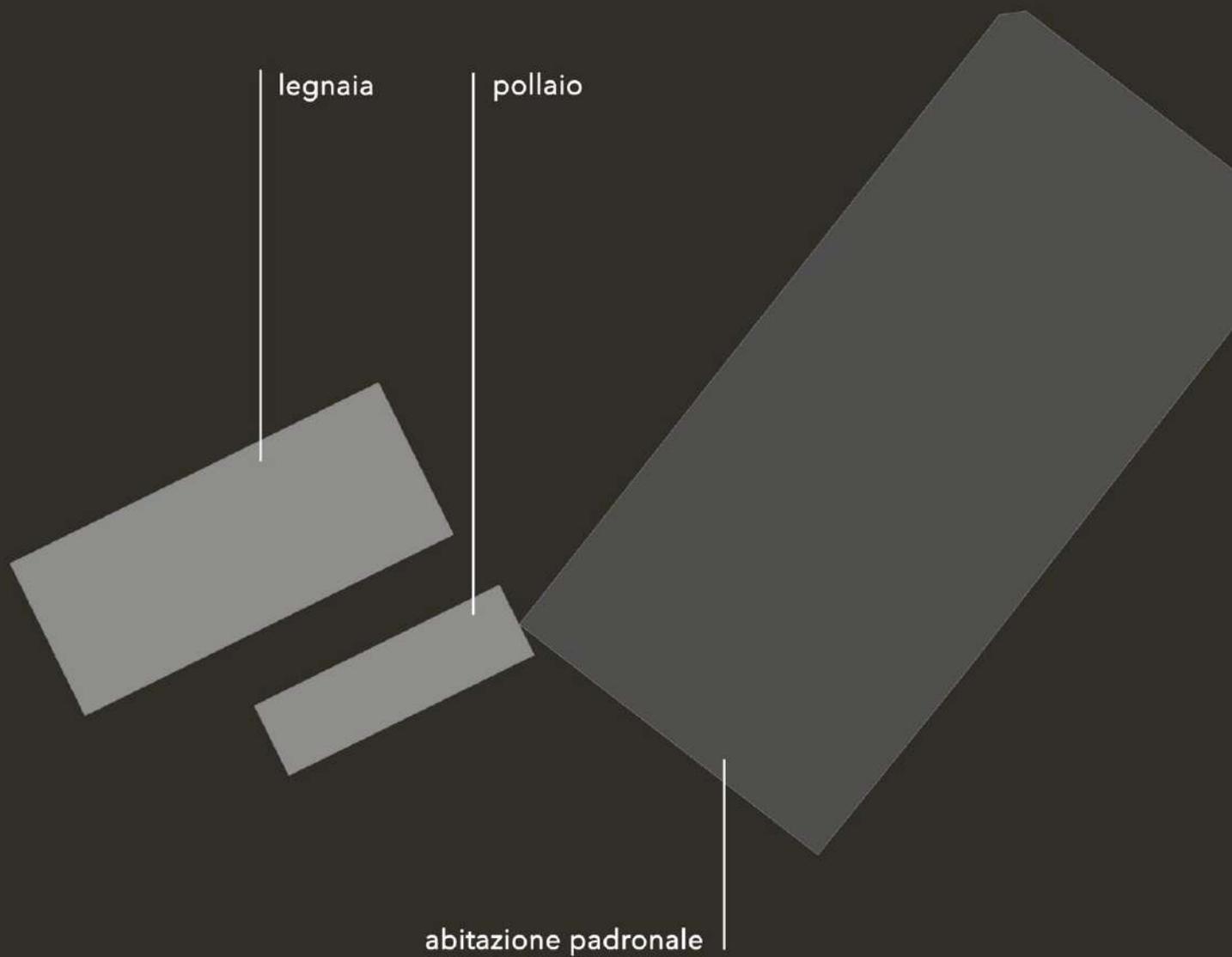




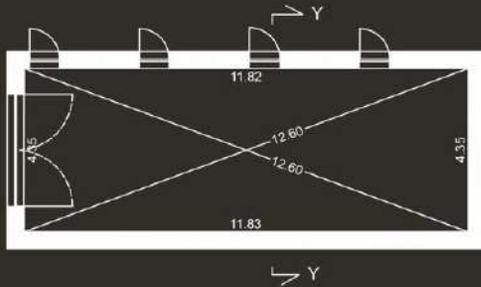
rilevo geometrico impianto abitativo

1:200





legnaia 1:200

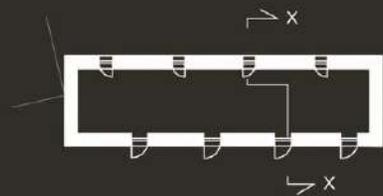


piano terreno

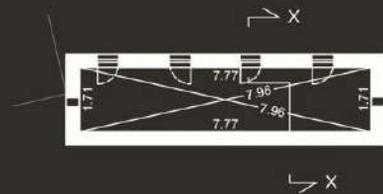


sezione Y-Y

pollaio 1:200



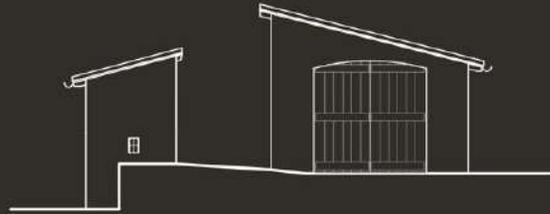
piano terreno



piano seminterrato



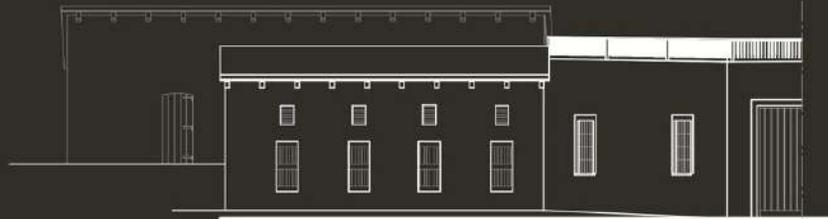
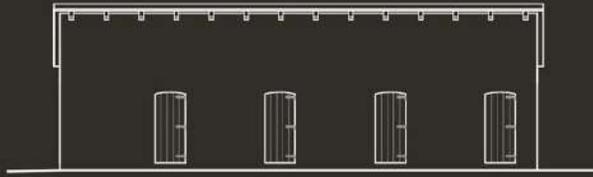
sezione X-X



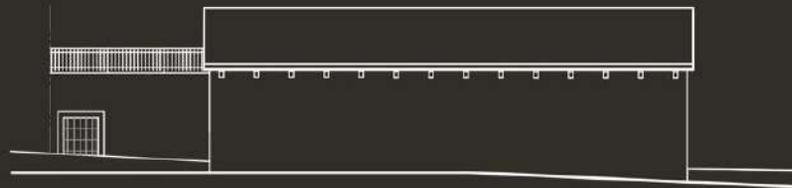
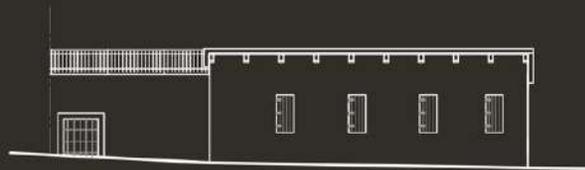
prospetto nord 1:200



prospetto sud 1:200

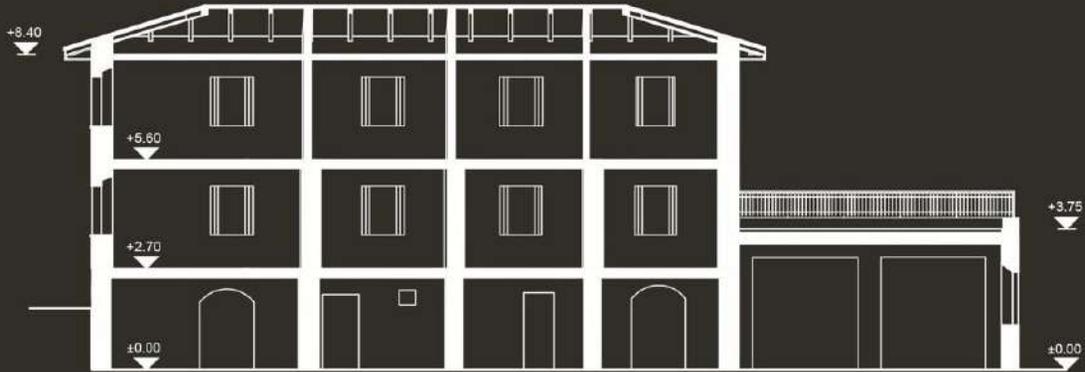


prospetto est 1:200

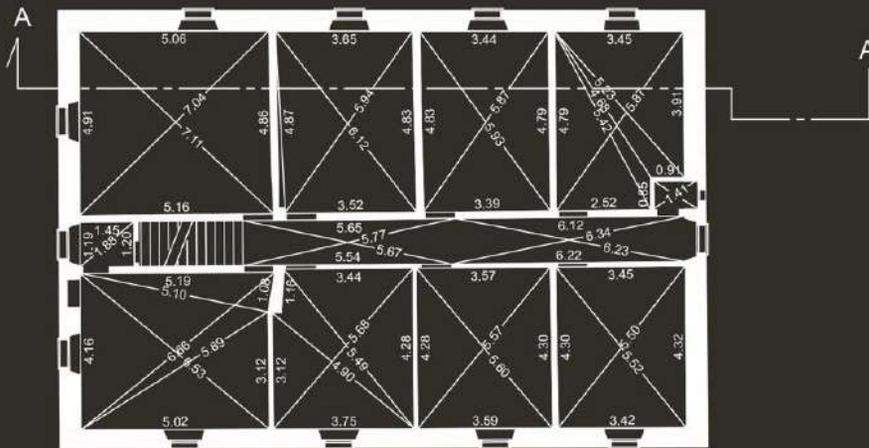


prospetto ovest 1:200

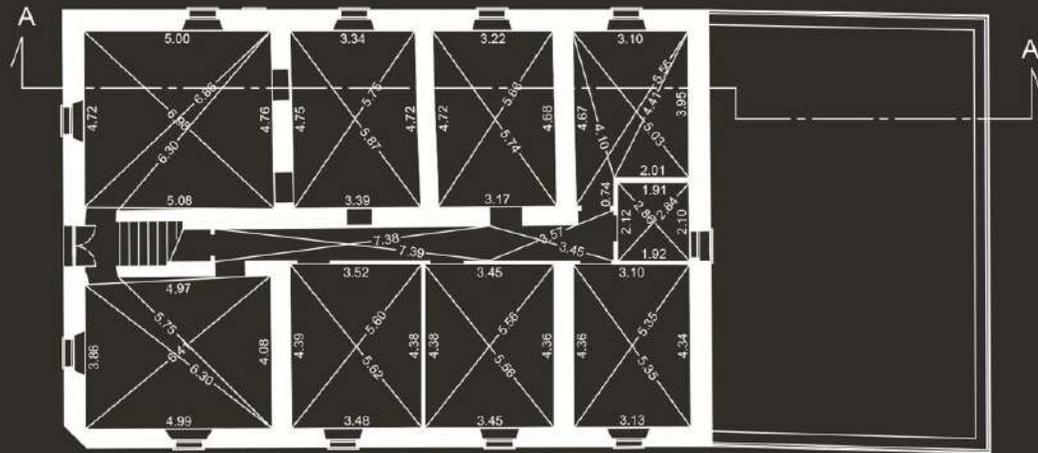
abitazione padronale 1:200



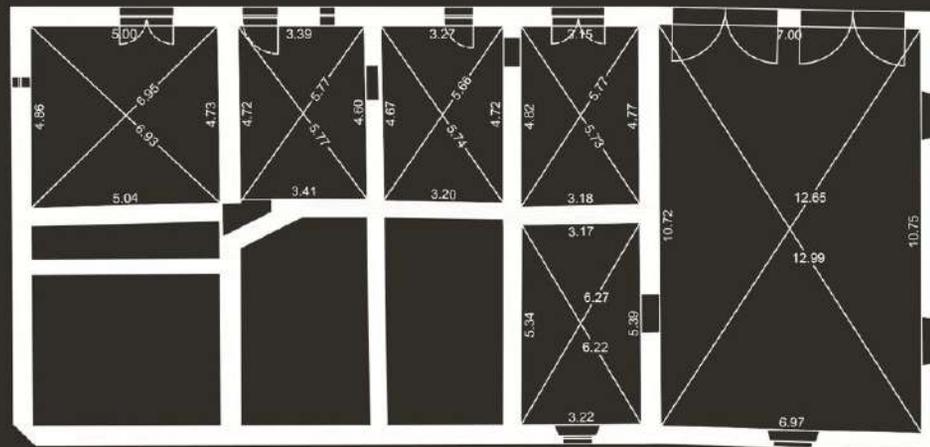
sezione A-A



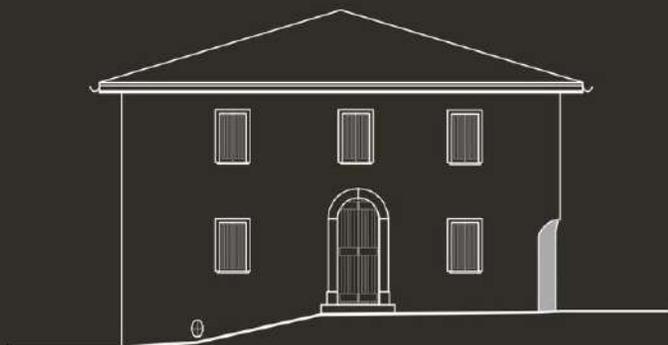
piano primo



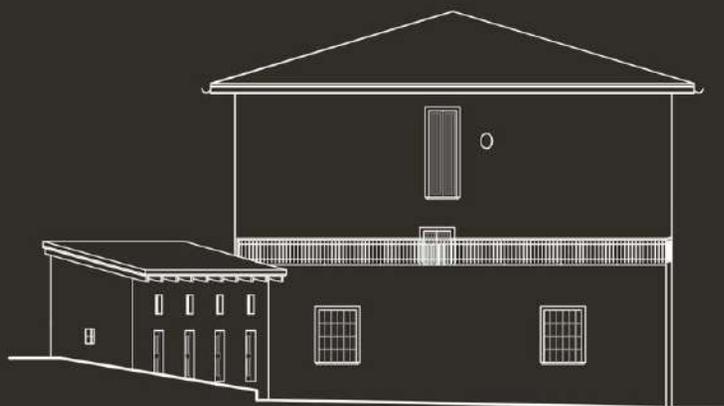
piano terreno



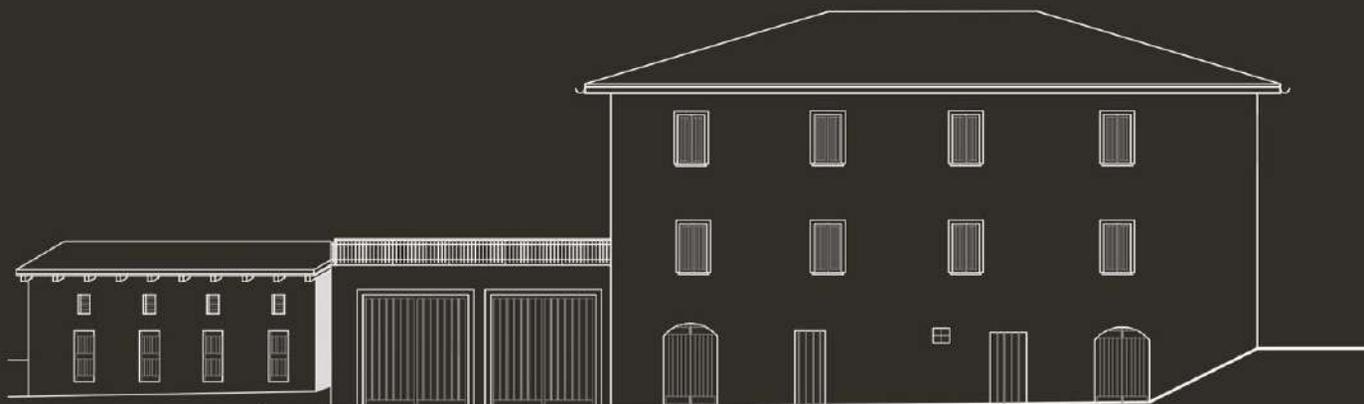
piano seminterrato



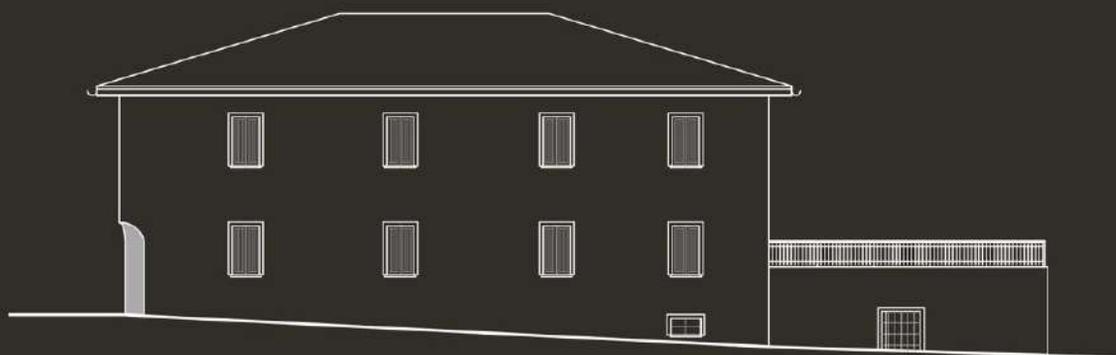
prospetto nord 1:200



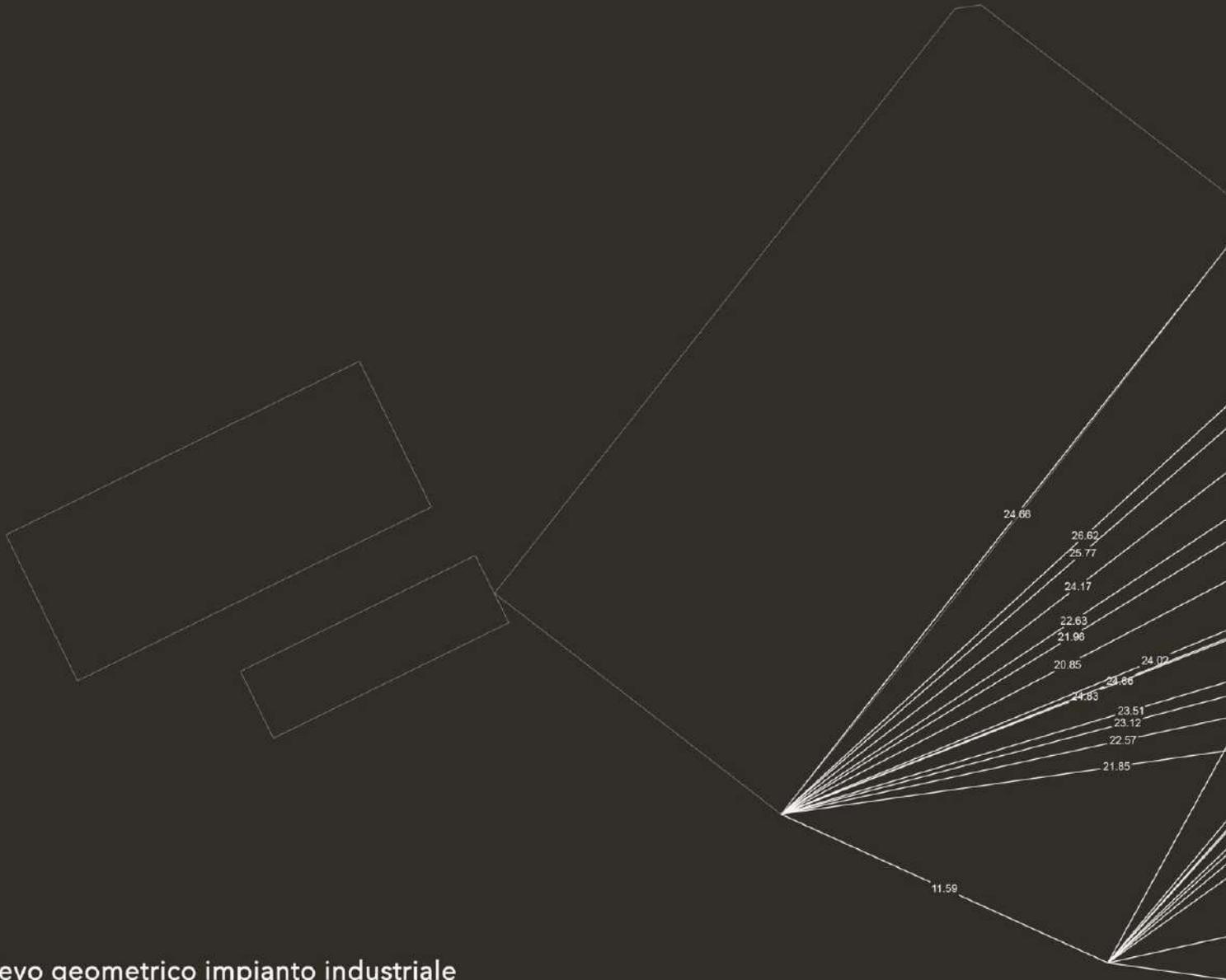
prospetto sud 1:200



prospetto est 1:200

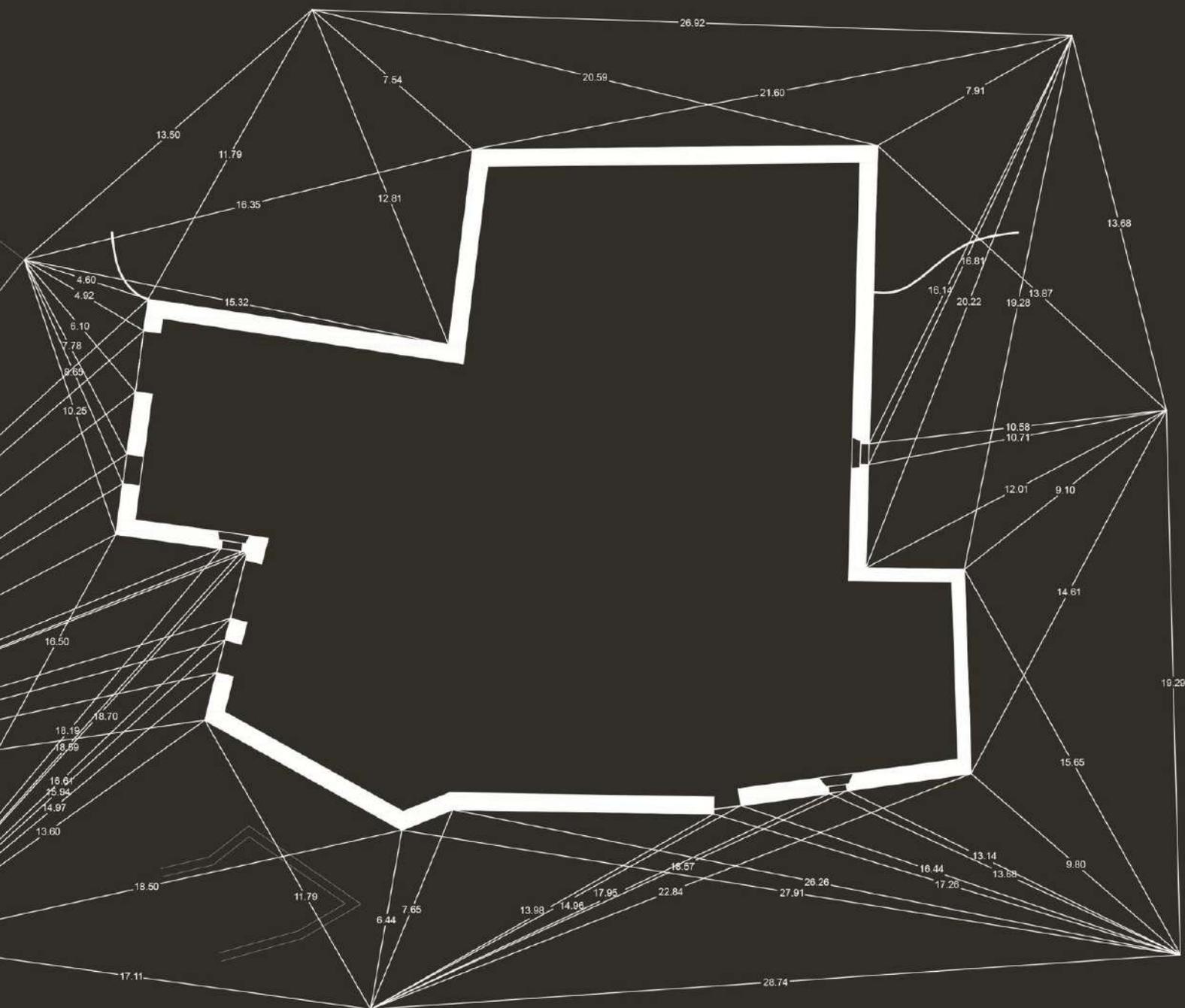


prospetto ovest 1:200



rilievo geometrico impianto industriale

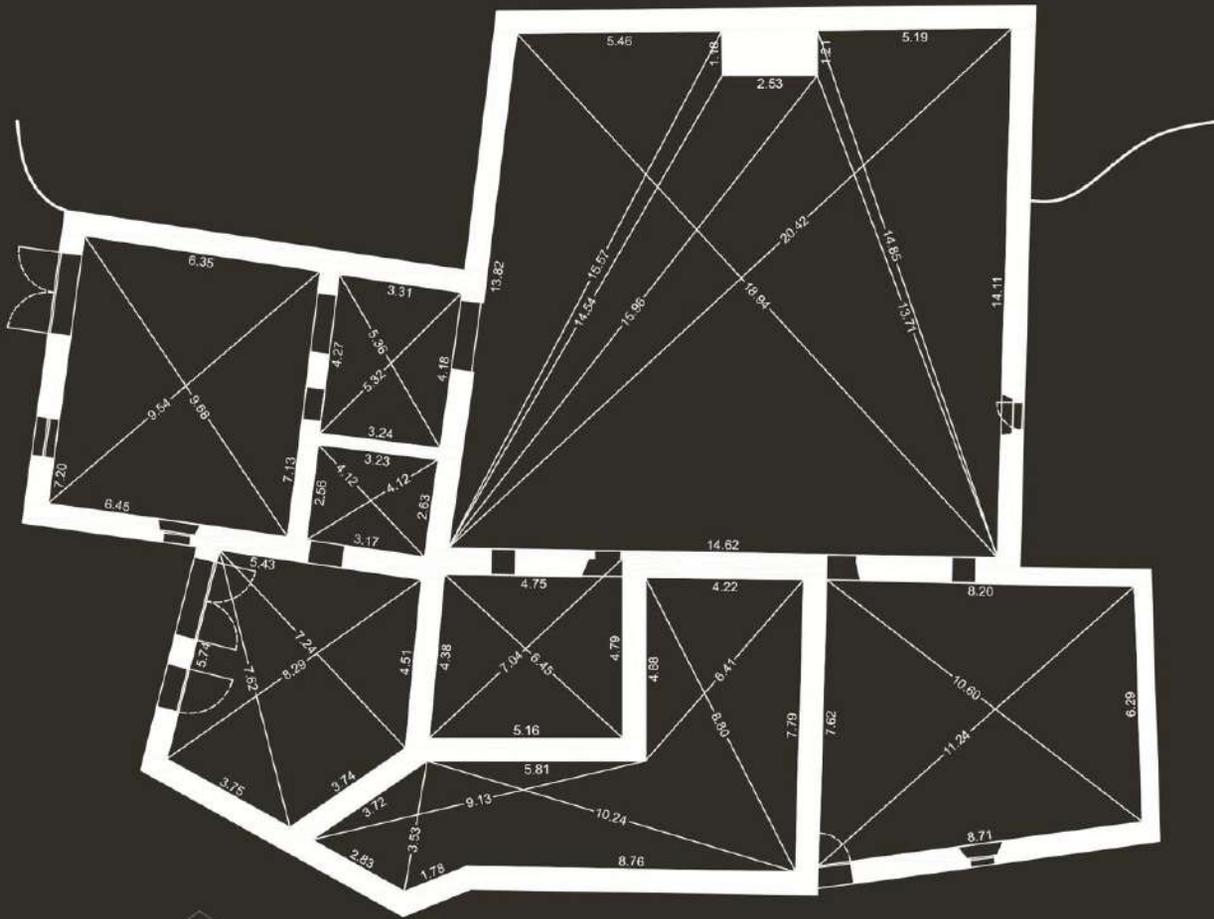
▲ N 1:200

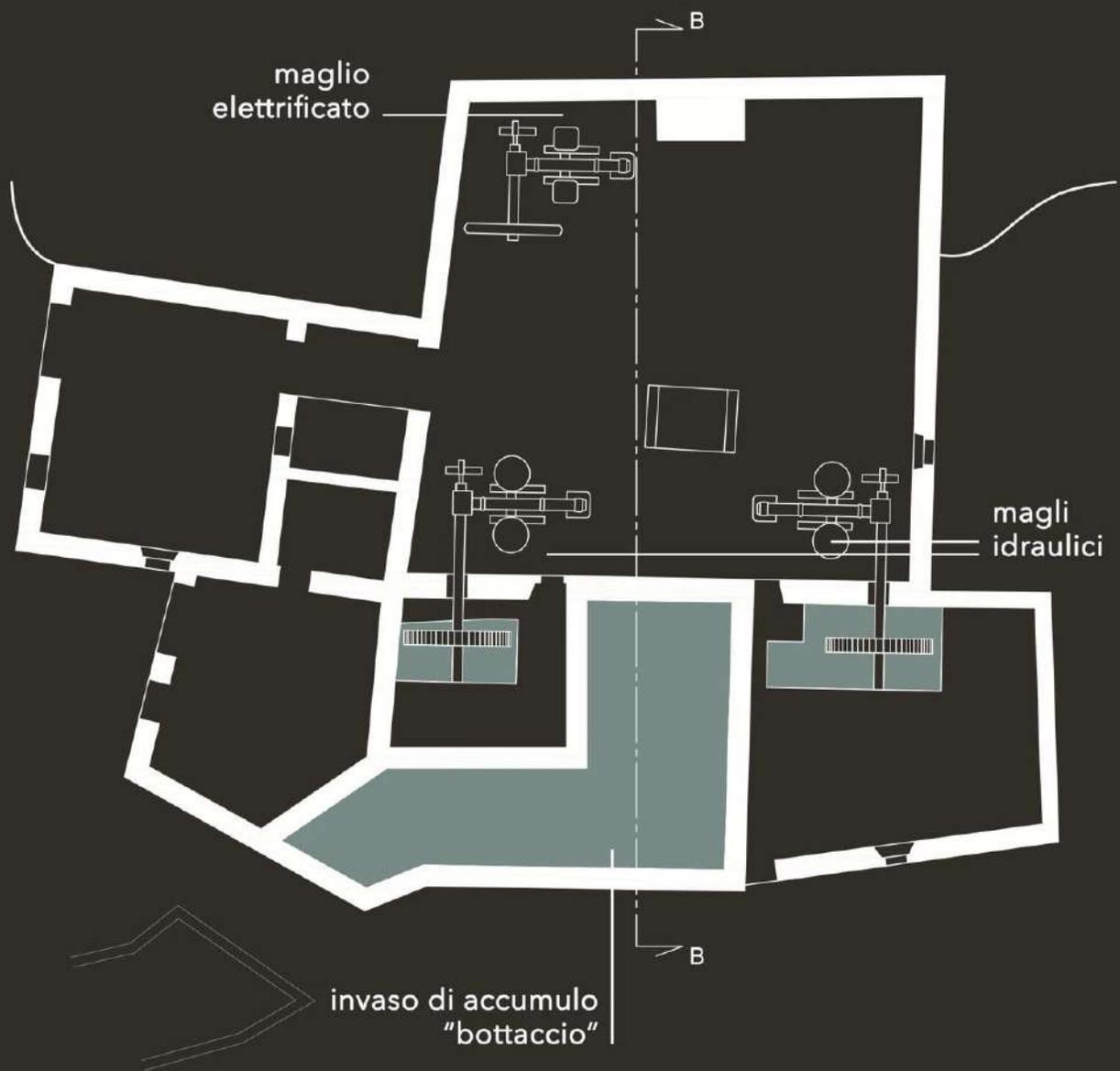




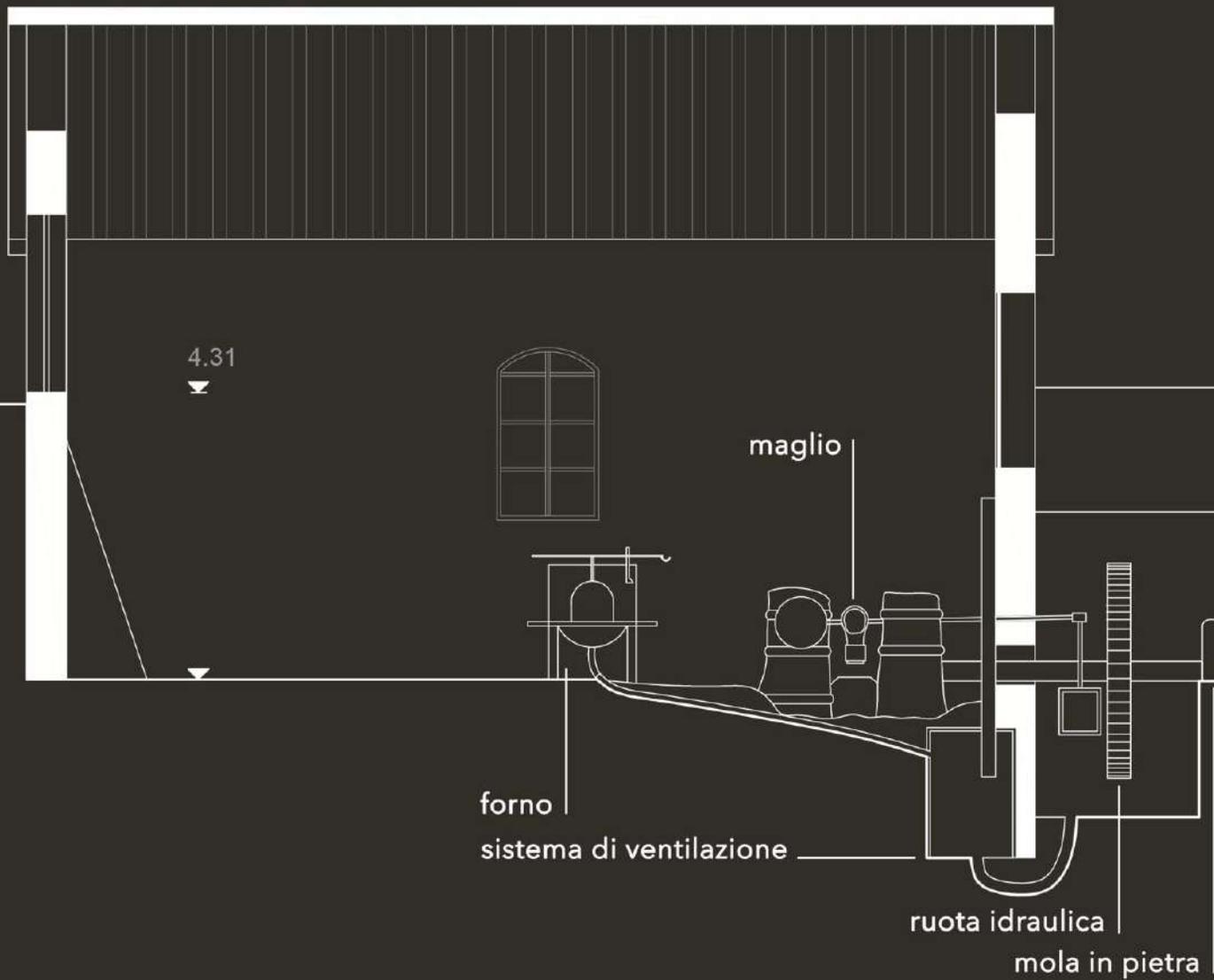
N

1:200

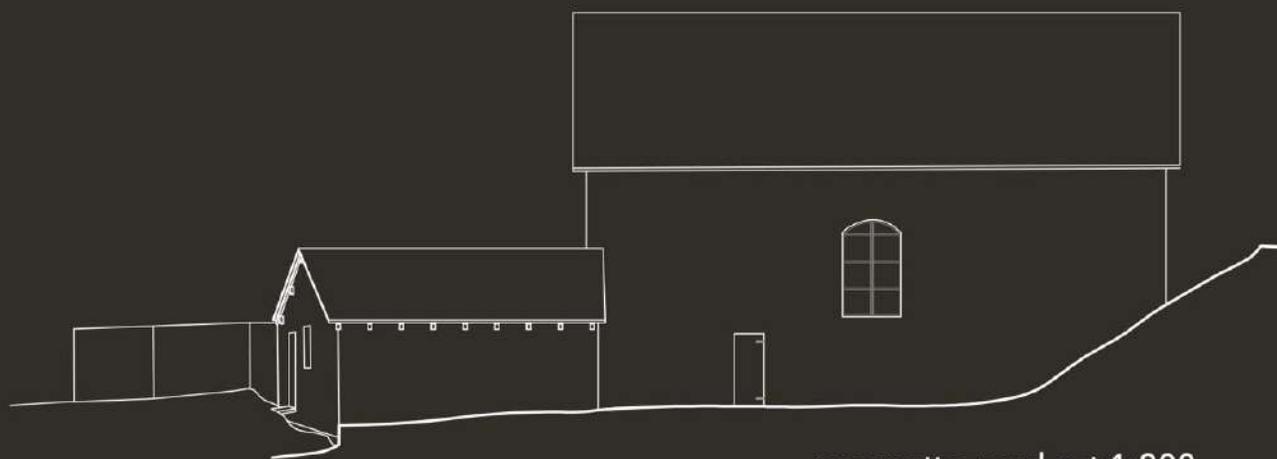




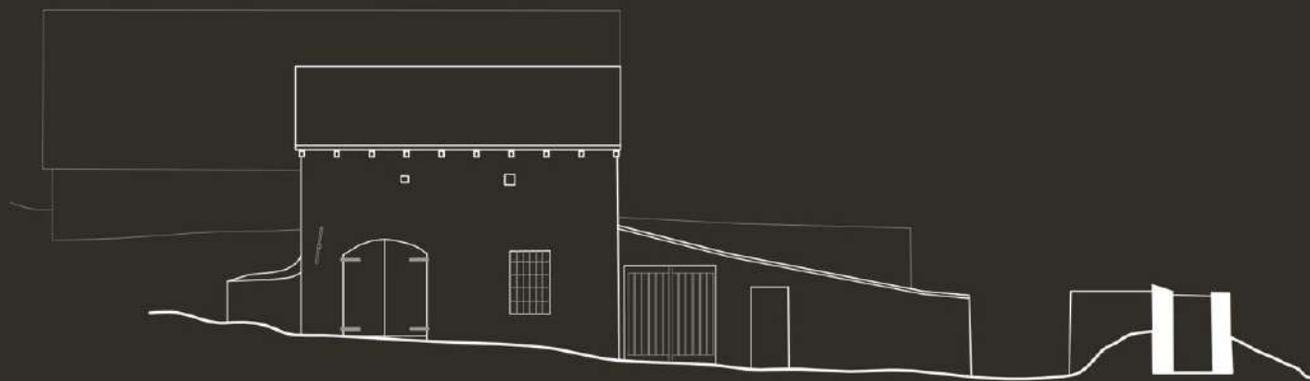
1:200



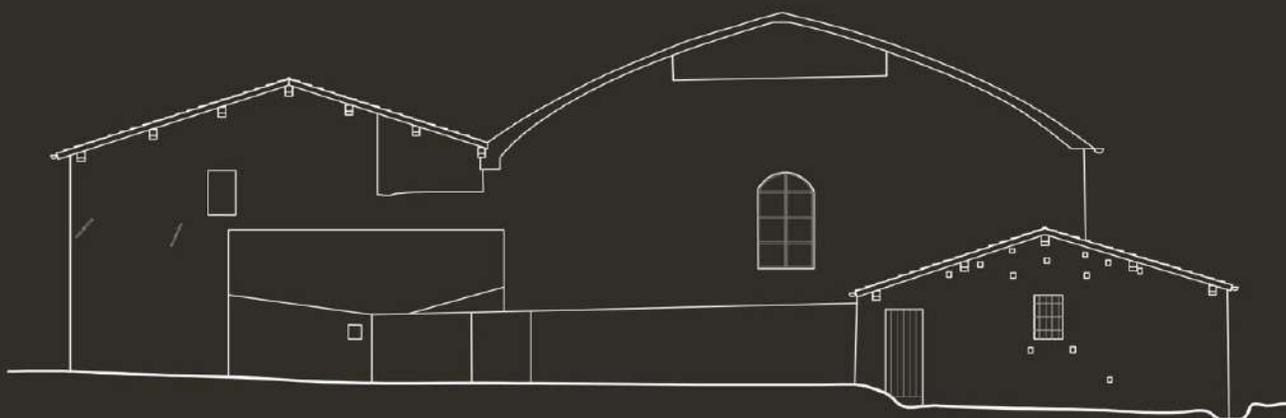
sezione B-B 1:100



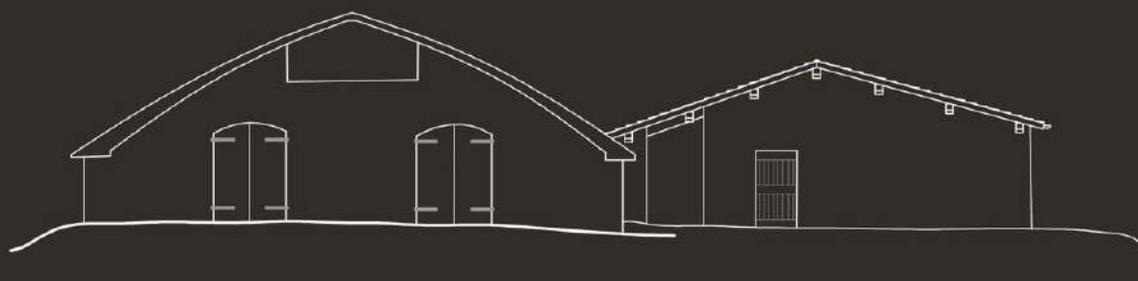
prospetto nord est 1:200



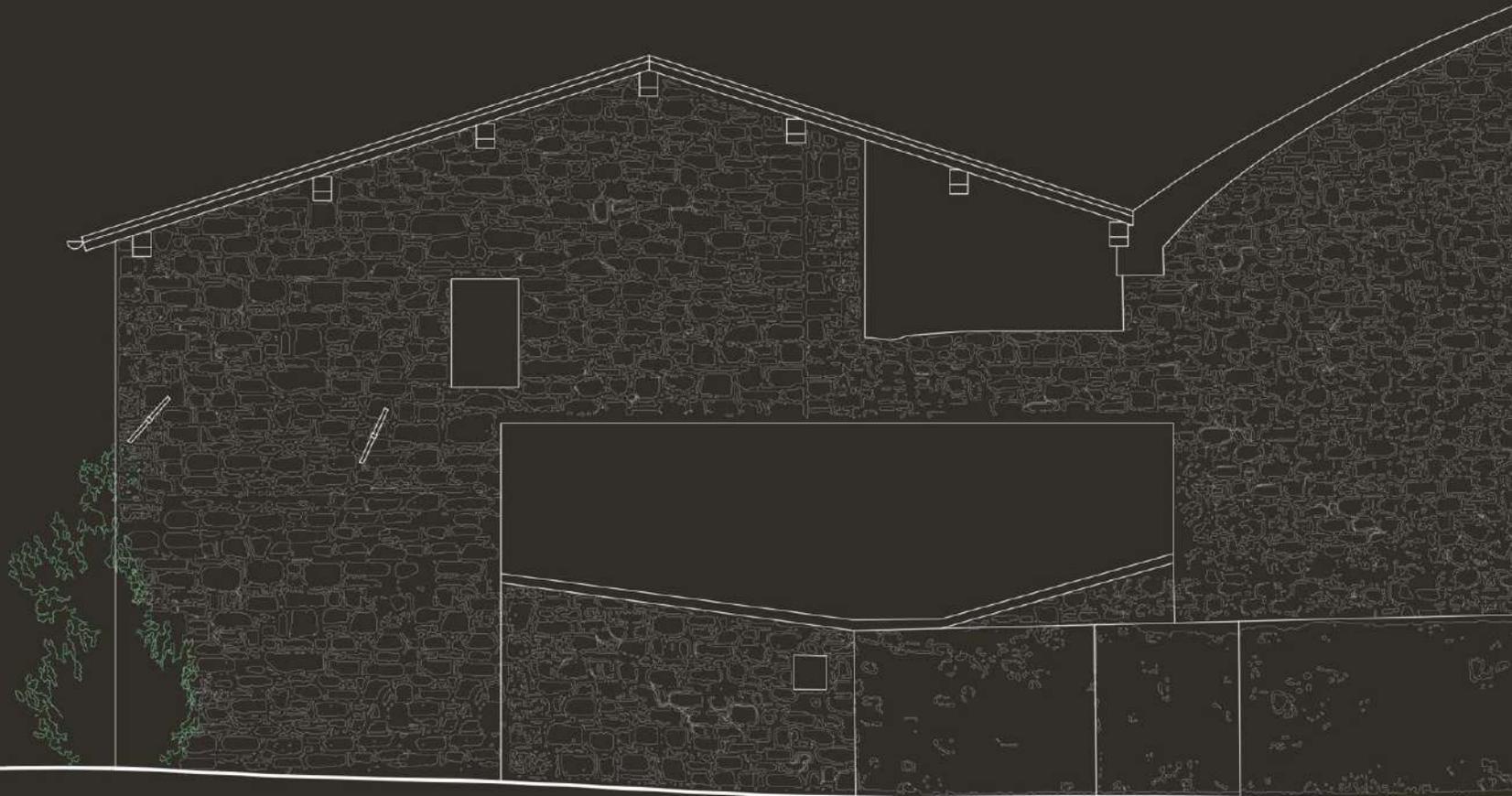
prospetto sud ovest 1:200



prospetto sud est 1:200



prospetto nord ovest 1:200

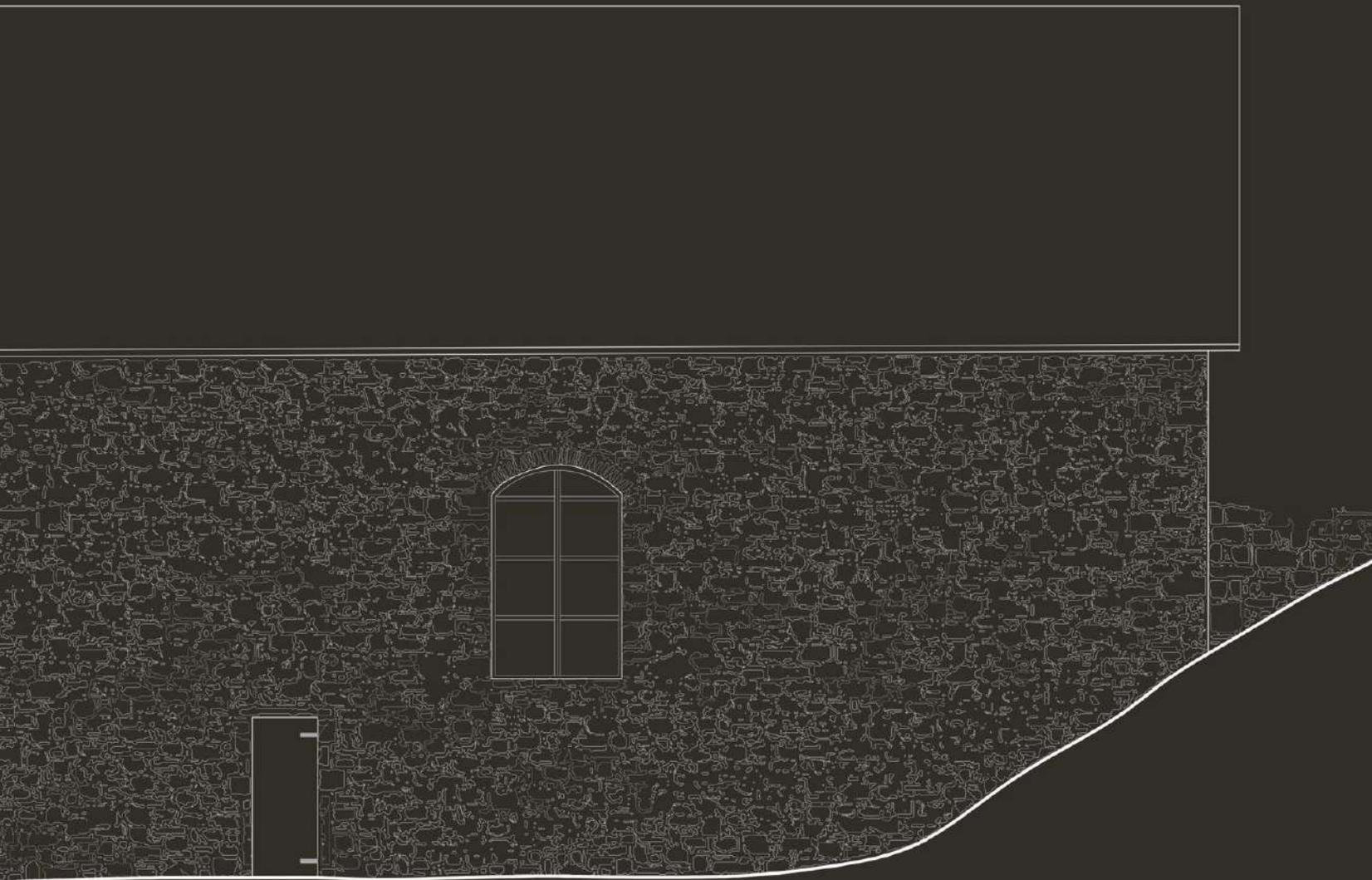




rilievo architettonico delle superfici

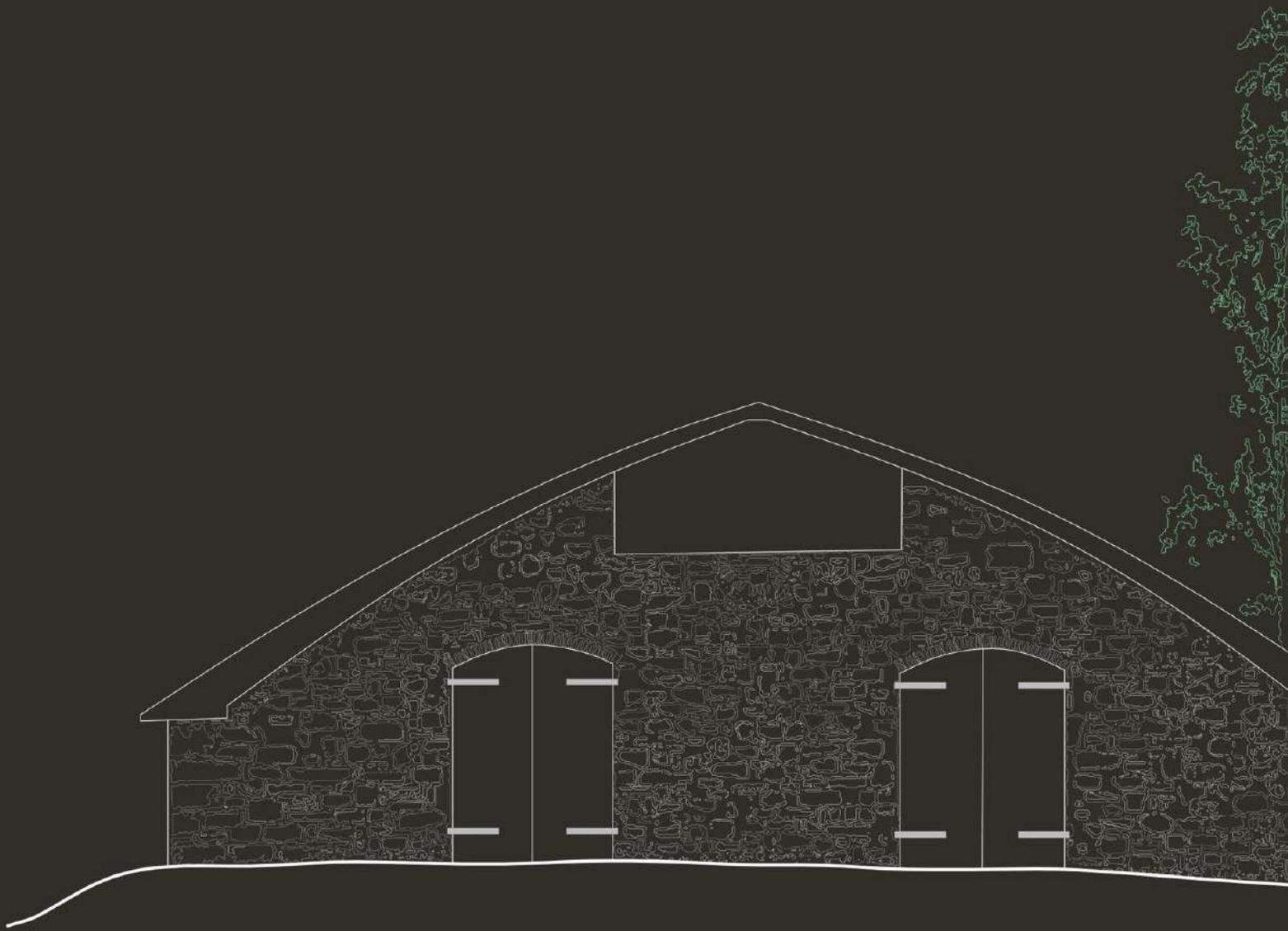
prospetto sud est 1:75





rilievo architettonico delle superfici

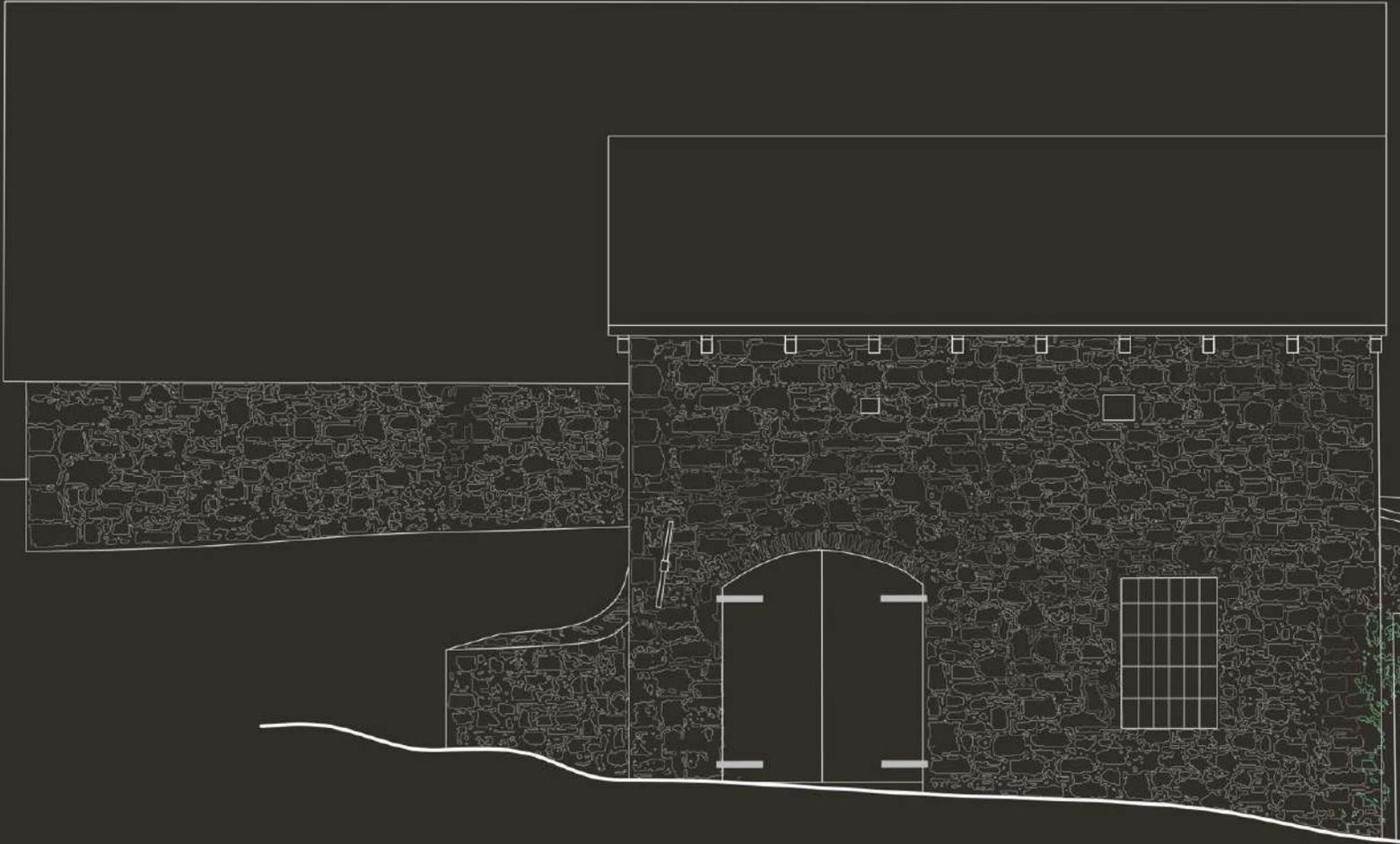
prospetto nord est 1:75

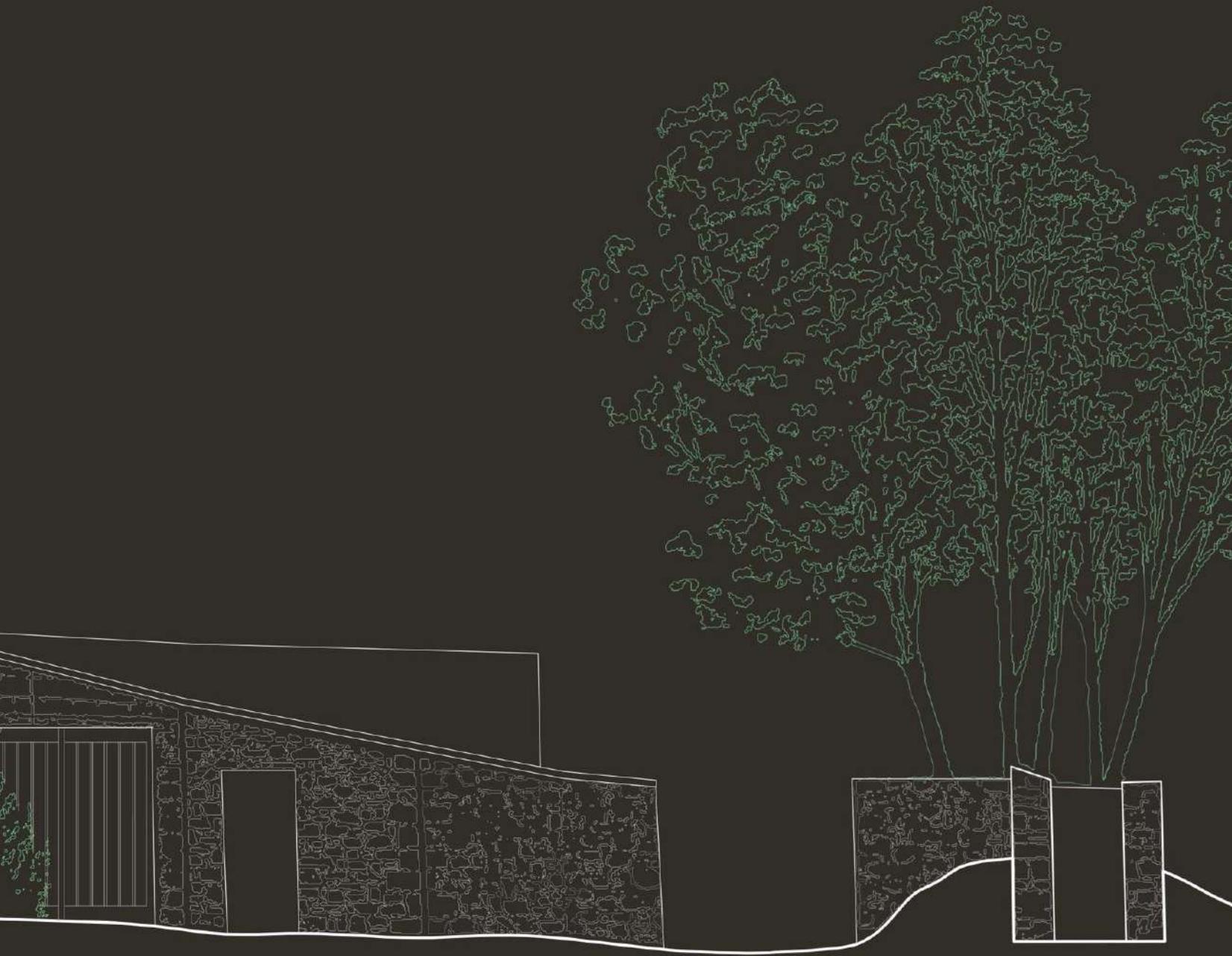




rilievo architettonico delle superfici

prospetto nord ovest 1:75





rilievo architettonico delle superfici

prospetto sud ovest 1:75







Vano ospitante una delle due ruote idrauliche

Interno del vano
principale









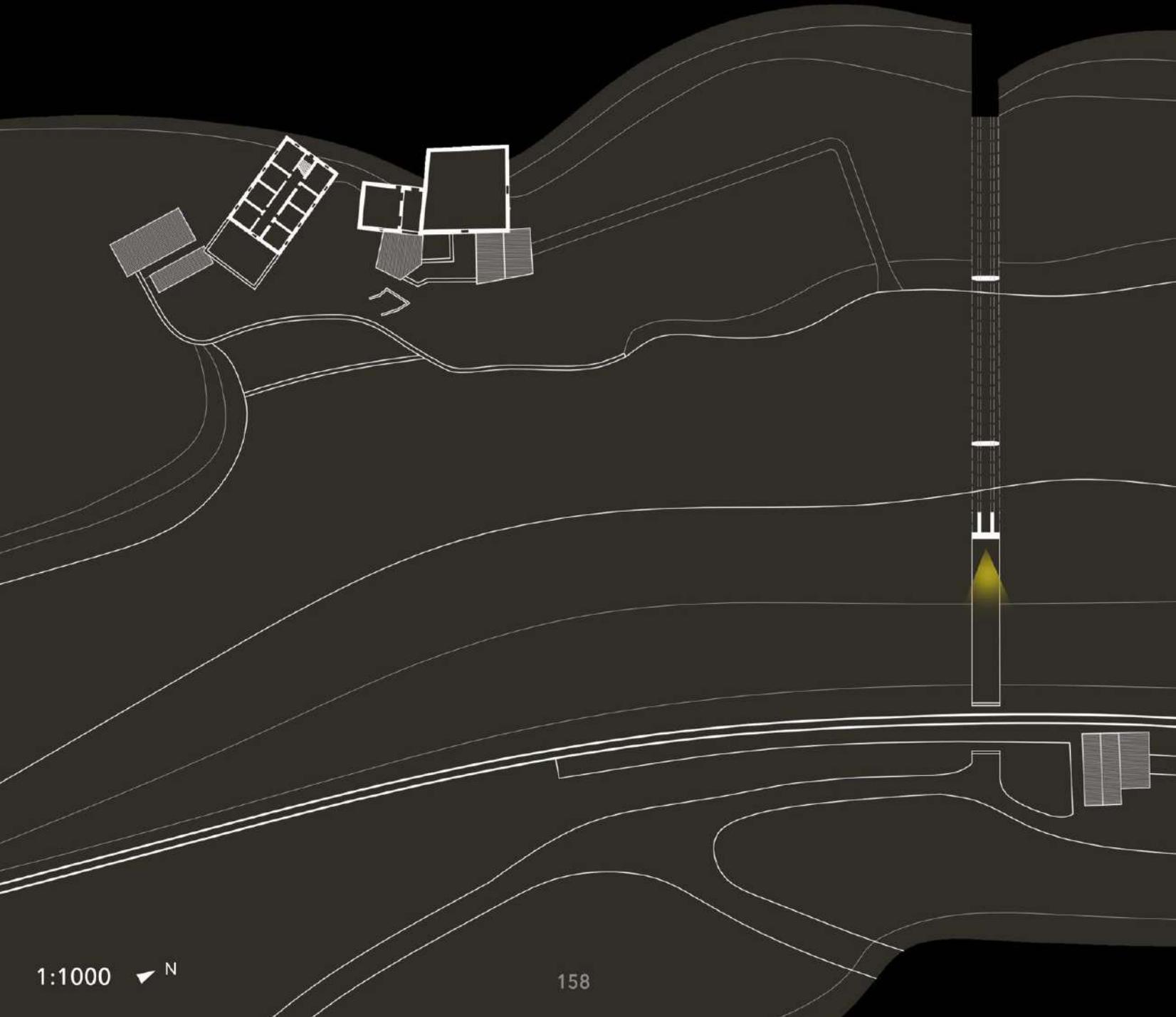


pag: 148 - 151 complesso di Cà d'Alessio, stato attuale

pag: 152 - 155 fasi di lavorazione, 1985, immagini di proprietà di Aniceto Antilopi







1:1000  N



progetto.1

valle del Reno



-  parchi fluviali
-  opifici
-  percorso Ciclovía del Sole, progetto EuroVelo7
-  percorso di progetto
-  ferrovia Porrettana
-  fiume Reno
-  affluenti

UN MUSEO DIFFUSO LUNGO IL RENO

L'analisi condotta sull'intero territorio della valle del Reno ha evidenziato potenzialità e criticità di origine antropica e ambientale. In primis il territorio si caratterizza per la presenza di un dislivello complessivo di 900 m, il quale richiede la presenza di punti di sosta diffusi e servizi. L'intensa viabilità sulla strada statale ss64 Porrettana rende inoltre tale tratto inadatto alla percorrenza ciclabile, rendendo necessaria l'individuazione di percorsi alternativi ad anello così da minimizzare la permanenza in Porrettana e al contempo instaurare un rapporto diretto tra paesaggio e fruitore.

L'attuale via ciclabile del progetto Ciclovia del Sole inserita nell'itinerario Eurovelo 7, individuata e in fase di realizzazione, prevede la risalita della valle del Reno fino alla località di Riola, punto in cui subisce un distacco dal percorso del Reno risalendo la valle di un suo affluente: il Limentra.

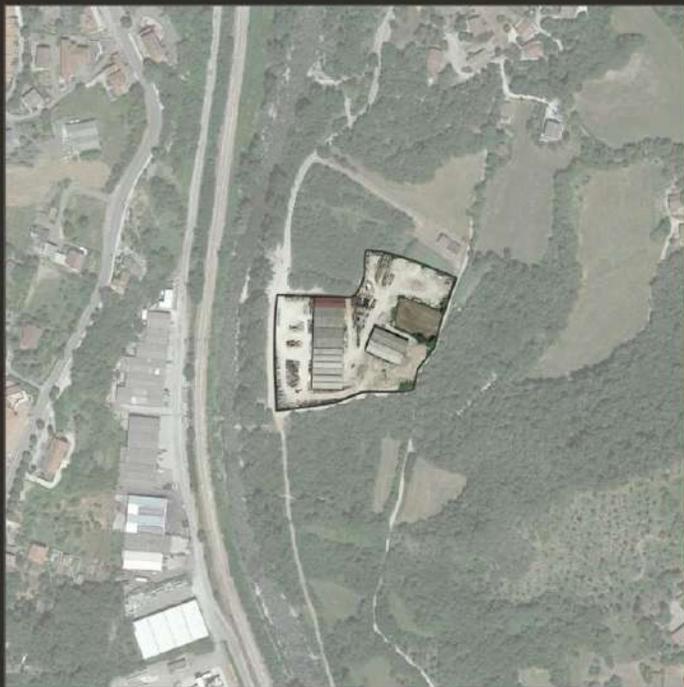
L'itinerario previsto dal progetto abbandona quindi la ferrovia Porrettana e si inoltra nella riserva statale Acquerino, di grande suggestione naturalistica, ma priva di servizi, punti di ristoro, di pernottamento e centri abitati, per poi raggiungere la città di Pistoia.

Dall'analisi svolta è risultato necessario individuare un percorso alternativo, che proseguendo da Riola risalisse la Valle del Reno assieme alla ferrovia e mettesse in connessione gli opifici censiti.

Il nuovo percorso rende possibile la percorrenza anche a ciclisti non esperti, garantendo la continua presenza di centri abitati ad una distanza massima l'uno dall'altro di circa 5 km. La presenza della ferrovia, grazie al già avviato progetto di riammodernamento del parco treni implementando il servizio di trasporto cicli a bordo, potrà affiancare il percorso ciclabile fino alla località di Pracchia sita quasi a termine del percorso di progetto, dando la possibilità di percorrere solo alcuni tratti in bicicletta.

Parte delle aree industriali rilevate nel corso dell'analisi sono state individuate in fase di progetto proponendo la loro ricollocazione attraverso interventi perequativi, nell'ottica di ripristinare una visione prospettica unitaria del paesaggio, altrimenti alterato da interventi antropici a ridosso dell'alveo interrompendo la continuità del parco fluviale di progetto.

N
aree industriali oggetto di intervento







PORRETTA TERME

PRACCHIA

PIASTRE

PARCO REGIONALE
LAGO DI SUVIANA
E BRASIMONE

PISTOIA



BOLOGNA

SASSO MARCONI

MARZABOTTO

VERGATO

RIOLA

PARCO REGIONALE
MONTESOLE

progetto.2

casi studio



- opifici
- percorso Ciclovía del Sole
- - - percorso di progetto
- ferrovia Porrettana
- fiume Reno
- affluenti

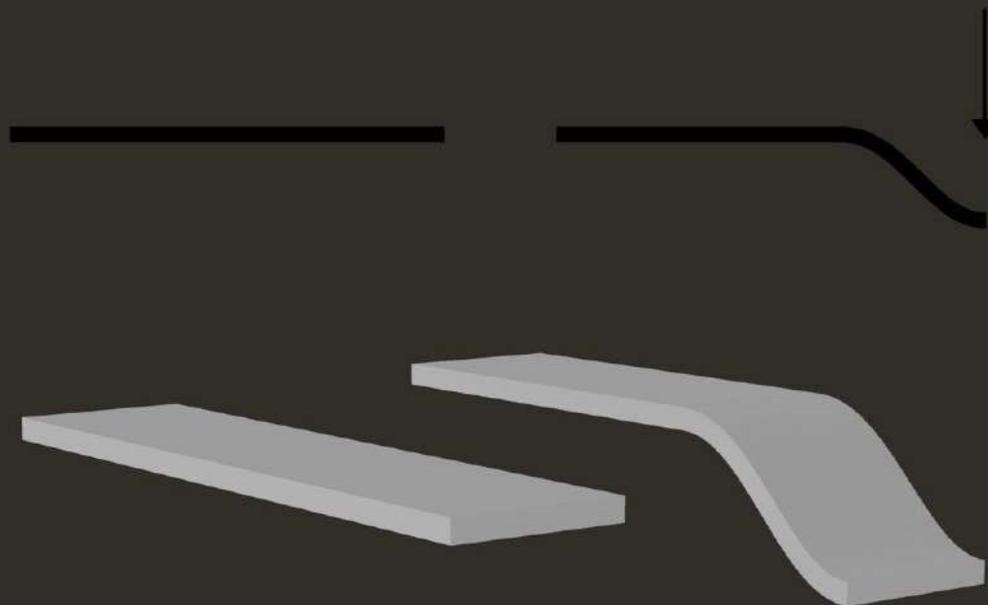


L'intervento prevede l'inserimento nei pressi degli edifici analizzati di elementi modulari in diretto contatto con l'alveo fluviale. Il ripristino del rapporto che un tempo tali opifici avevano con il fiume intende valorizzare scorci e prospettive, conferendo leggibilità, fruibilità e continuità al percorso ciclopedonale di progetto. Si è ritenuto necessario individuare una forma che non alterasse il regolare deflusso delle acque in caso di piena del Reno, limitando per quanto possibile di deviare il flusso naturale e preservare la geometria dell'alveo.

CONTESTO

Dall'analisi condotta sui casi studio, svolta nell'ottica di individuare un percorso ciclopedonale che potesse connettere e valorizzare tali opifici, è emersa la necessità di conferire particolare organicità al progetto, di fornire servizi a supporto di cicloturisti e fruitori e di individuare una chiave di lettura unitaria per l'architettura protoindustriale diffusa nel territorio. L'inserimento di un elemento modulare, adattabile alle specifiche esigenze del sito, è risultato in grado di valorizzare prospettive e rapporti tra l'ambiente e il costruito, operando una rigenerazione funzionale delle architetture, elementi puntuali di riferimento a guida dell'intero percorso.

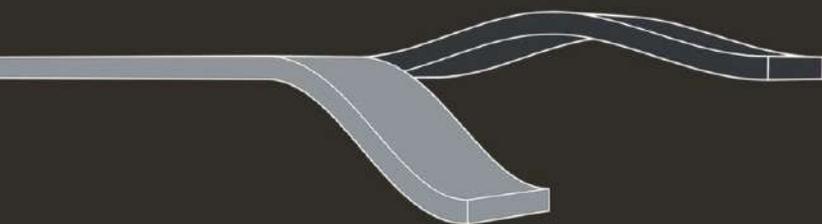
Operando la traslazione lungo un asse di una sezione piana estrusa si sono sviluppati 3 moduli base, adattabili al contesto in funzione delle proporzioni dell'alveo e di eventuali servizi già presenti in sito, rendendo non necessario l'impiego di ogni modulo. La scelta progettuale di impiegare un elemento origine bidimensionale è dettata dalla necessità di non ostruire l'alveo in caso di piena o esondazione, limitando così l'accumulo di sedimenti in prossimità della costruzione.



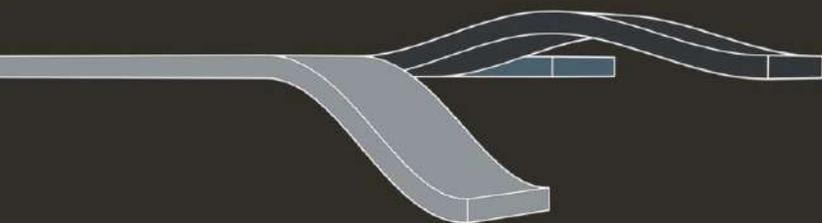
tratti a bassa portata con
facile accesso all'alveo **1**



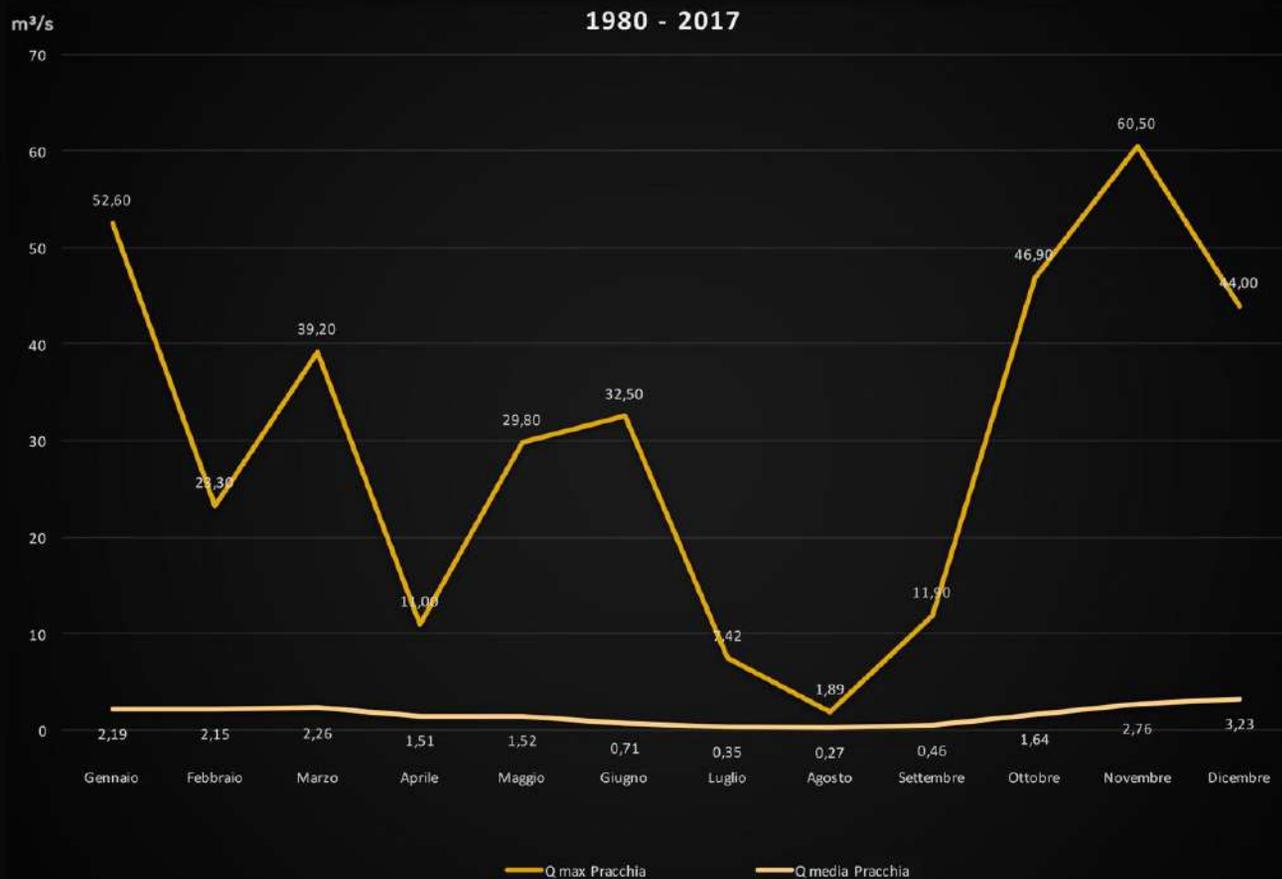
inserimento all'interno di
un parco fluviale esistente **2**



configurazione ordinaria **3**



RENO

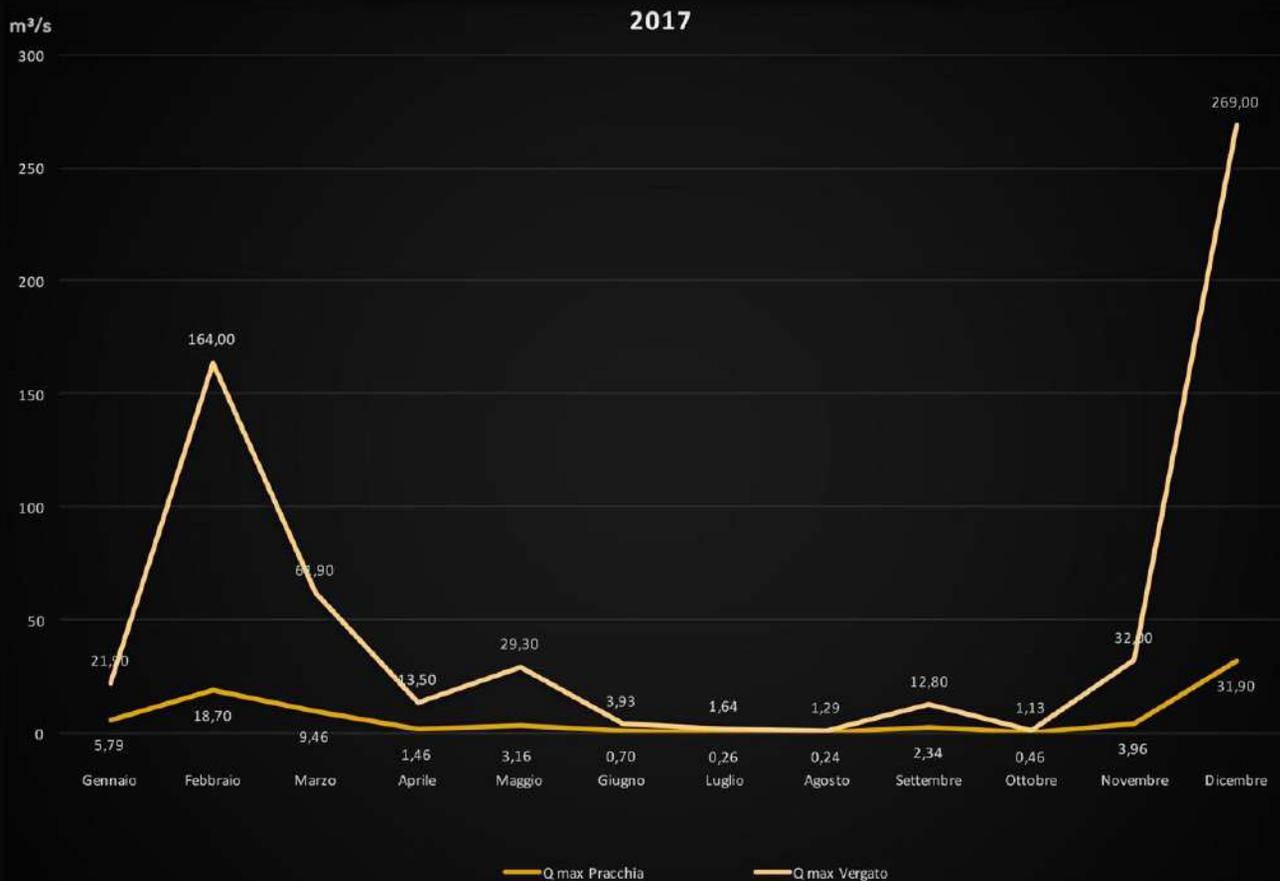


Il fiume Reno si articola lungo un percorso di 211 km, con un bacino di drenaggio pari a 4628 km² e una portata molto variabile nel corso dell'anno di cui si riportano in grafico i valori massimi e medi registrati presso la stazione di rilevamento ARPA in località Pracchia dal 1980 al 2017¹⁷. Emerge una notevole discrepanza tra i picchi di portata rispetto ai valori medi e un'irregolarità sostanziale tra il periodo invernale ed estivo.

La variabilità di portata del fiume ha portato a sviluppare un modulo che non fungesse da ostacolo in caso di piena, evitando un eventuale deposito di sedimenti.

¹⁷ Fonte Arpa, annali idrologici 1980 - 2017

https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64&pag=1



Gli affluenti del Reno, per effetto delle loro caratteristiche torrenziali, incrementano ulteriormente la variabilità di portata durante l'anno¹⁸. In grafico, si sono comparati i valori massimi rilevati nei pressi di Pracchia e nei pressi di Vergato, emergendo un sensibile aumento.

La traslazione lungo un asse dell'elemento di collegamento con l'alveo è perciò in funzione della portata attesa sul sito, considerando un adeguato tempo di ritorno di 200 anni, al fine di adattare l'architettura al contesto, in funzione delle specifiche esigenze del sito.

¹⁸ Fonte Arpa, annale idrologico 2017

https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64&pag=1

RICARICA E-BIKE

Nello studio sul possibile potenziamento del percorso ciclopedonale Eurovelo 7 e della variante di progetto, è emersa l'esigenza di assicurare lungo l'area in esame un'adeguata copertura di punti di ricarica e-bikes, permettendo all'utente di fruire liberamente del percorso senza vincoli e pause obbligate. Integrando all'interno del modulo fluviale una microturbina¹⁹ si rende possibile, senza l'ausilio di opere idrauliche permanenti, la produzione di energia idroelettrica per l'illuminazione notturna e la ricarica e-bikes nei mesi autunnali e invernali.

L'operatività e l'efficienza della microturbina è correlata alla velocità in sito e necessita la completa immersione del sistema. Non risultando sempre verificata tale condizione, si è sviluppato un modulo a doppia curvatura in grado di ottimizzare l'irraggiamento solare e permettere l'installazione di pannelli fotovoltaici. In sinergia con le microturbine, i pannelli garantiscono l'autonomia energetica dei moduli fungendo da punti ricarica nel percorso ciclabile. L'orientamento della valle del Reno del tipo NORD-EST / SUD-OVEST ha permesso lo sviluppo di massimizzare l'irraggiamento grazie alla curvatura del modulo.

¹⁹ Dati di riferimento tratti da:

<http://www.nextenergysrl.it/monofloat-turbina-idroelettrica-5-kwp-canali-fiumi-torrenti/>

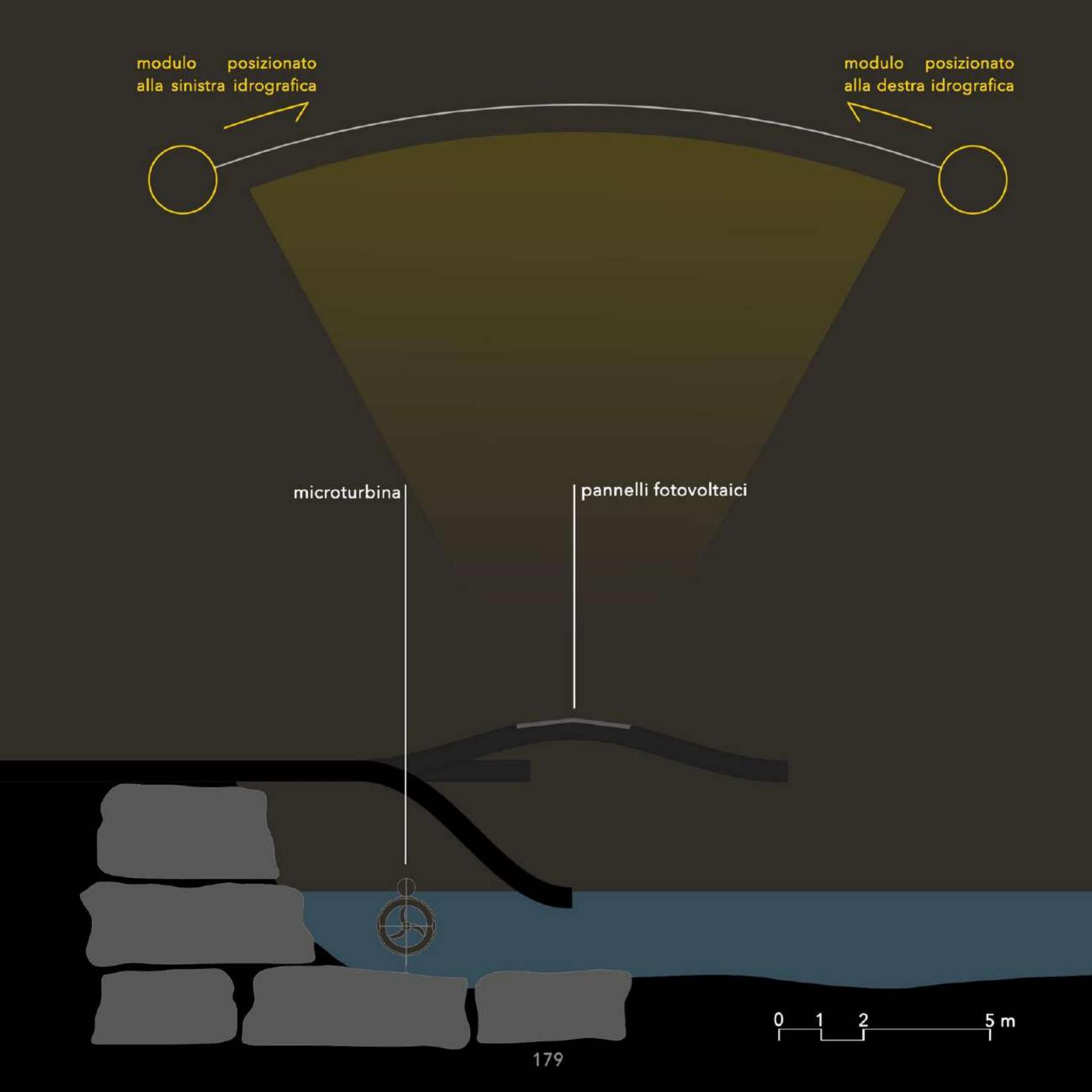
modulo posizionato
alla sinistra idrografica

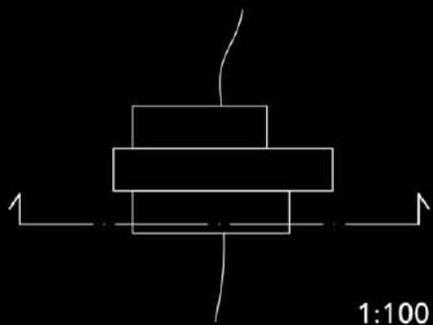
modulo posizionato
alla destra idrografica

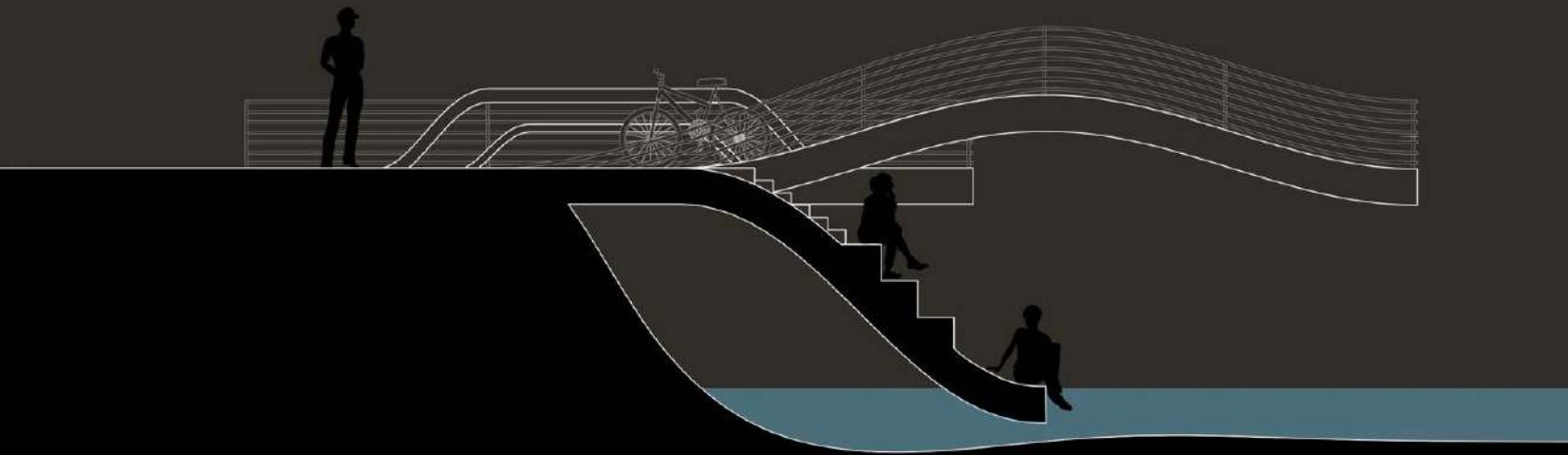
microturbina

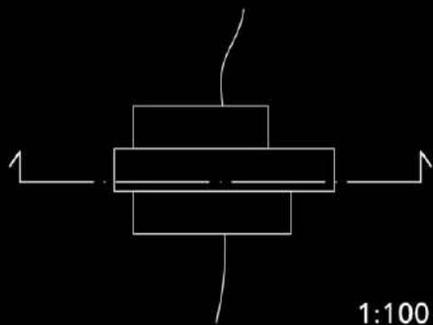
pannelli fotovoltaici

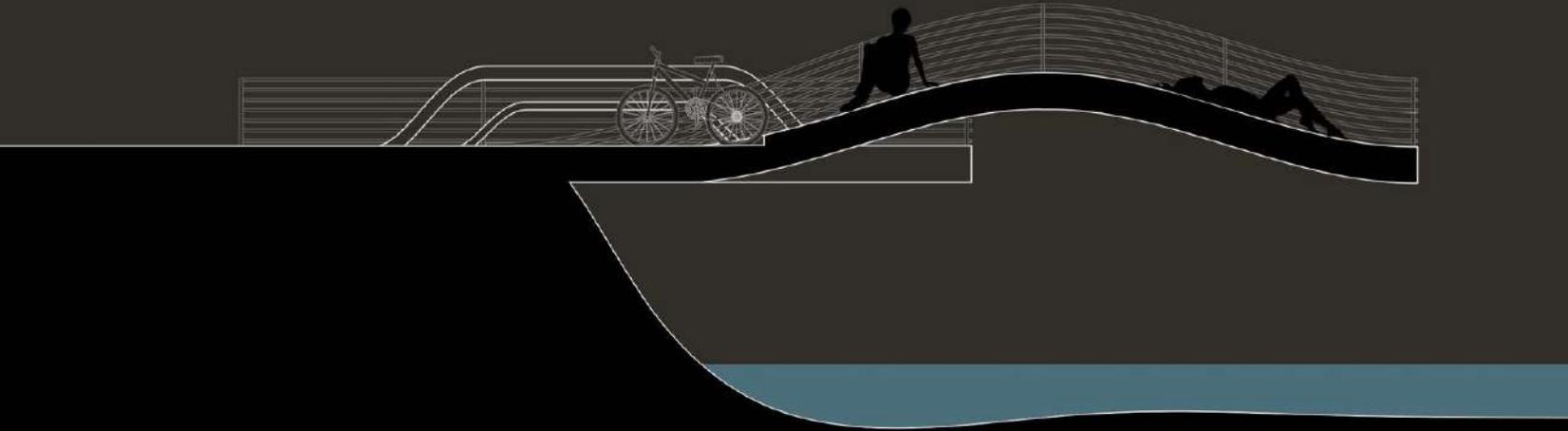
0 1 2 5 m

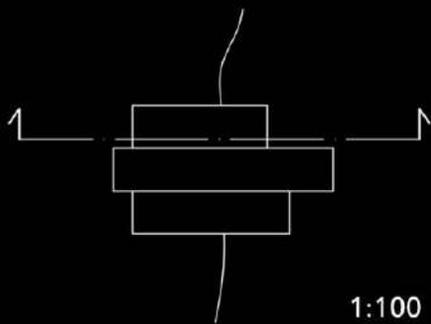


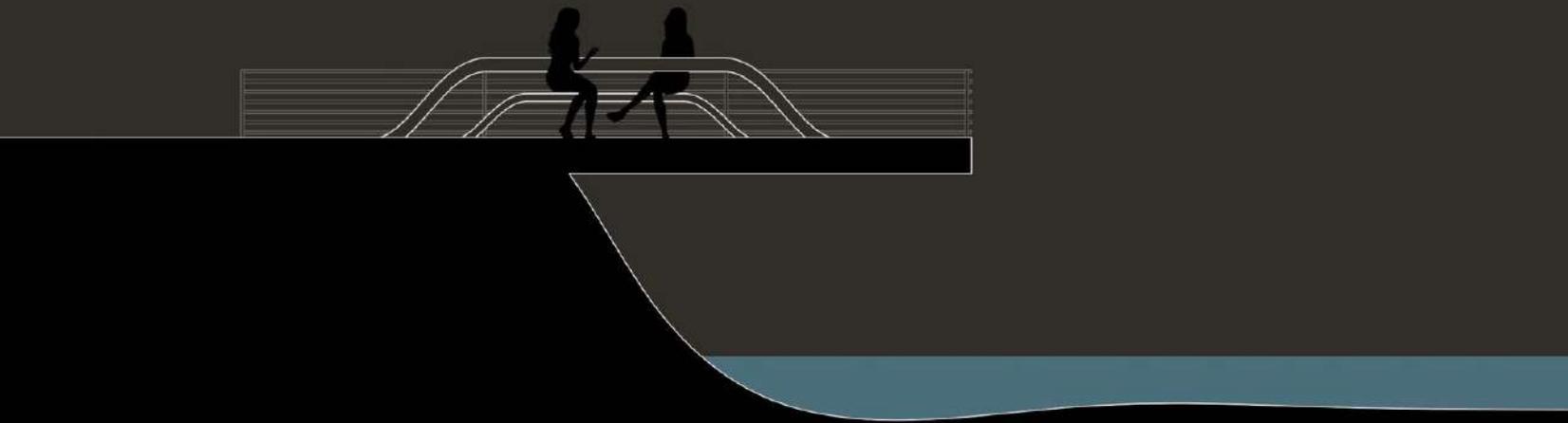


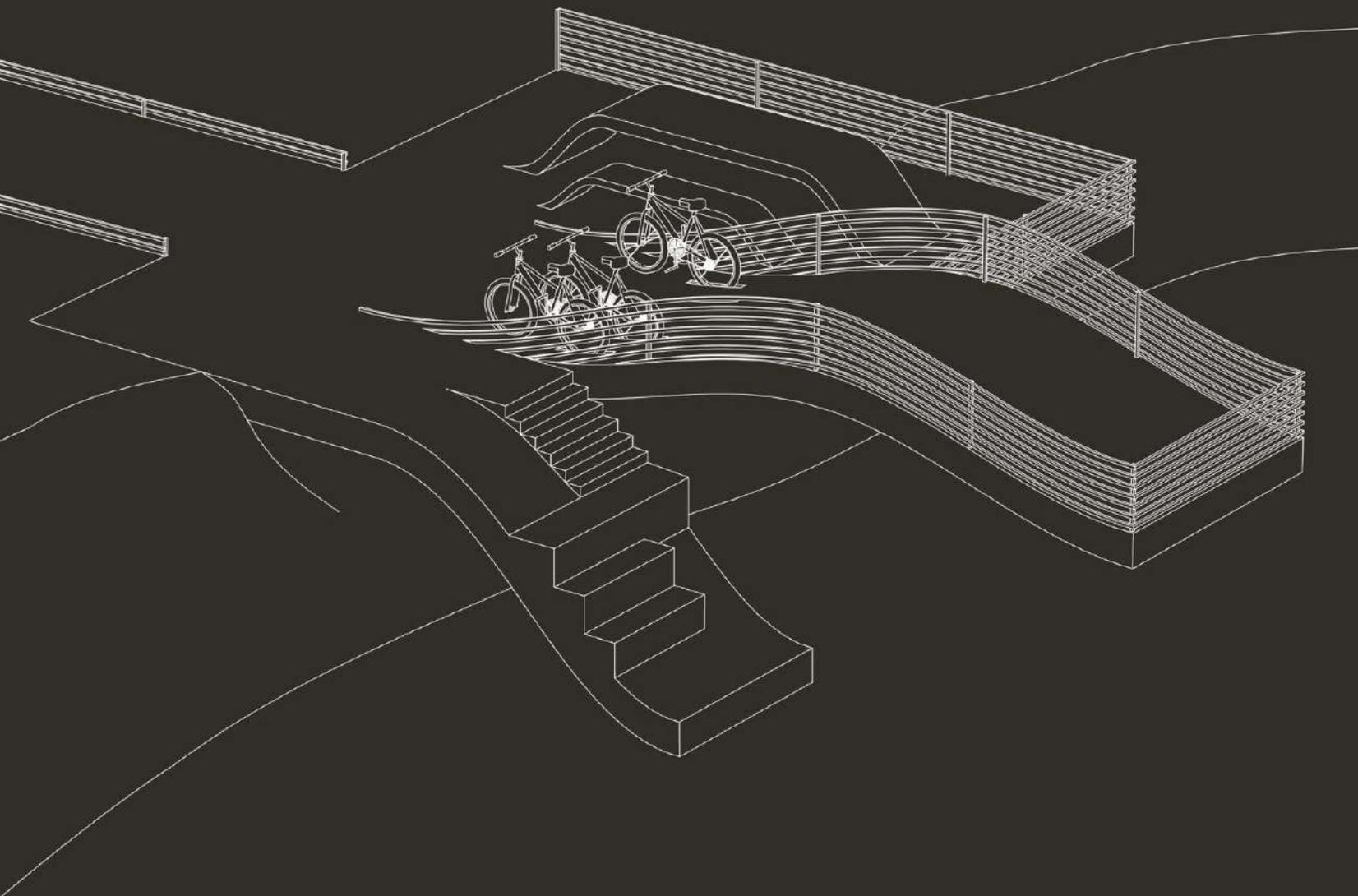












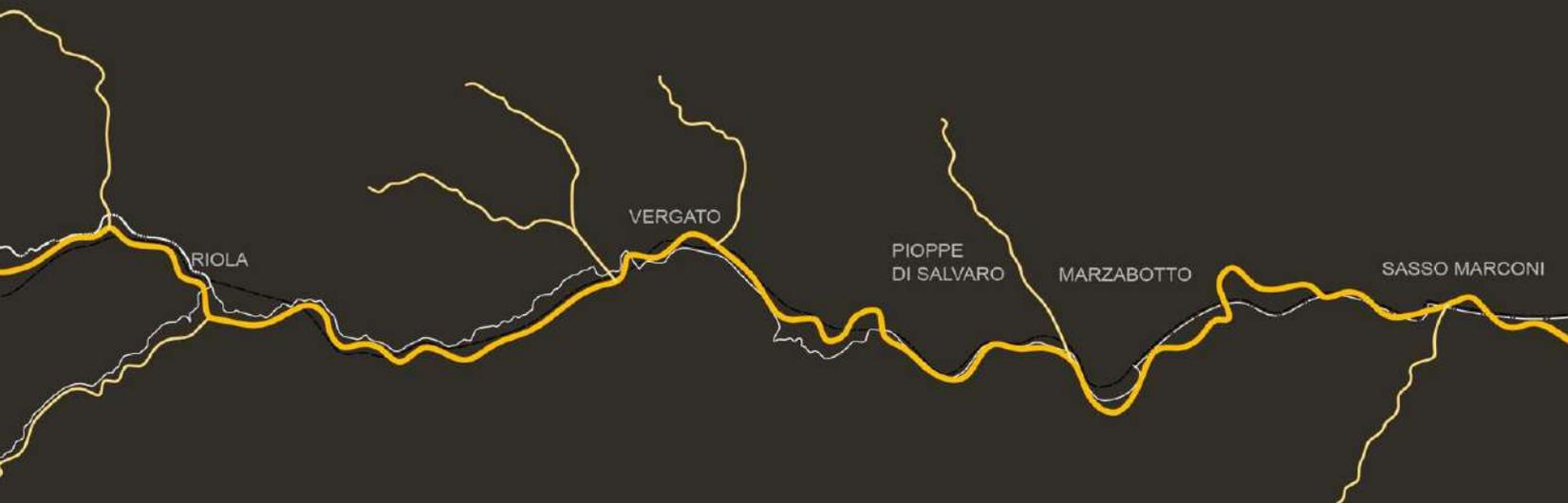


progetto.3

la ferriera Lenzi



- opificio
- percorso Ciclovía del Sole
- - - percorso di progetto
- ferrovia Porrettana
- fiume Reno
- affluenti



Obiettivo del progetto è riconferire al complesso il rapporto che questo in origine aveva con il corso d'acqua e che nel tempo è andato perduto, risolvendo inoltre criticità di carattere macro distributivo legate al collegamento delle due sponde del fiume Reno e alla stazione ferroviaria del paese di Silla, frazione di Gaggio Montano, prossima alla ferriera. È possibile distinguere la proposta di rigenerazione del paesaggio in 2 fasi: una di ripristino e una di inserimento.

RIPRISTINO

L'operazione di ripristino si è presentata come diretta conseguenza dell'analisi svolta sull'area, individuando le principali mutazioni dell'ambiente avvenute nel corso del tempo. Si è deciso di proporre la ricollocazione di parte dell'attuale stabilimento industriale Palmieri Tools Forging, ricostruendo il canale di derivazione comune alla ferriera Lenzi ed ex Calvi e asportando parte della sponda alla sinistra idrografica del Reno attualmente a servizio dell'attività industriale. Ciò ha permesso di riportare alla luce una prospettiva dal fiume del complesso Lenzi apprezzata già in passato, come testimoniato da immagini dell'epoca.



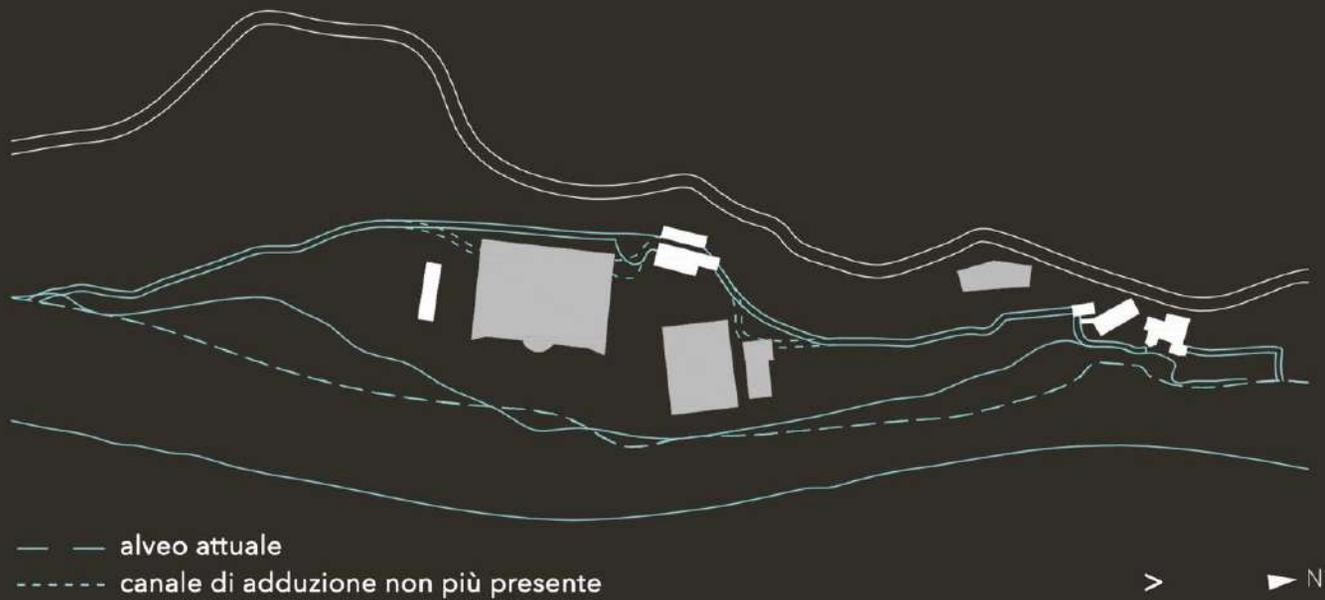
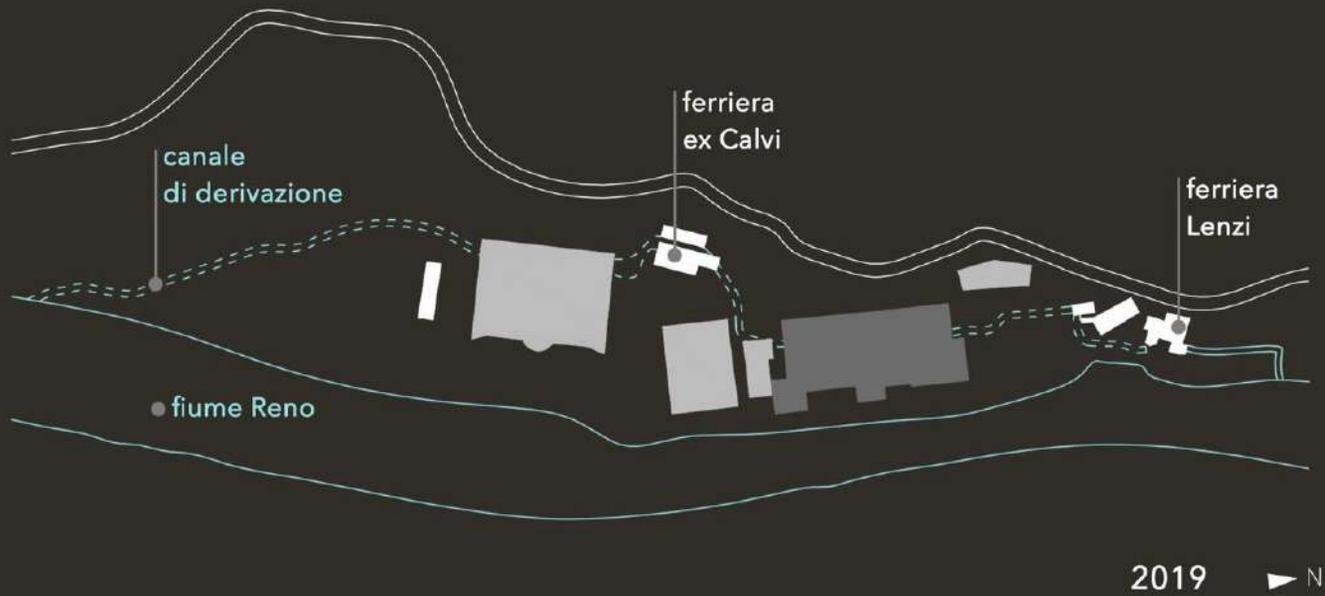
Cartolina di proprietà della famiglia Bettucchi



Immagini di proprietà di Francesco Guccini

Il recupero del canale di derivazione non vuole solo essere un'operazione di reintegrazione del paesaggio, ma piuttosto un elemento di legame tra il costruito e il territorio, testimone della capacità dell'uomo di regimentare le acque e trarne beneficio, indirizzando una possibile e armonica espansione lungo tale segno.

Particolare sensibilità è stata rivolta allo studio dell'evoluzione dell'alveo fluviale in prossimità dell'area. L'alveo in passato è sempre stato un elemento dinamico soggetto a lente e continue modificazioni naturali e antropiche. Dalla seconda metà del secolo scorso, in risposta ad un forte sviluppo industriale che ha visto il consistente ampliamento di alcuni insediamenti locali e la costruzione di nuove infrastrutture, si è assistito al graduale restringimento del fiume non più in un'ottica di salvaguardia e rispetto dell'alveo, ma attraverso l'inserimento di elementi puntuali e ostacoli all'interno del percorso fluviale già vincolato alla destra idrografica dalla ferrovia Porrettana. I piloni della strada statale 64 e lo sviluppo dello stabilimento industriale Palmieri Tools Forging hanno determinato un irregolare confinamento del Reno, portando alla formazione di depositi ormai consolidati a ridosso del muro di protezione del complesso di Ca' d'Alessio, cambiando notevolmente il rapporto della struttura con il fiume.



Disegno in alto tratto da: Foresti Guccini Tozzi Fontata, *Quella era fatica davvero strutture lavoro parole della ferriera*, Bologna, Editrice Moderna, 2003

INSERIMENTO

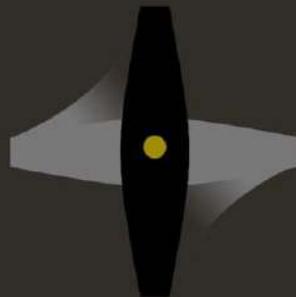
Il progetto, nel corso del suo sviluppo, ha visto il graduale coinvolgimento del ponte sul fiume Reno, del padiglione di connessione alla ferriera e del nuovo ingresso della stazione ferroviaria, maturando progressivamente quelle che sono a parere dello scrivente le principali operazioni di valorizzazione dell'area, attraverso percorsi e prospettive.

Attualmente il collegamento tra le due sponde del fiume è assicurato da una struttura in calcestruzzo armato di limitata larghezza priva di marciapiede che non garantisce ai pedoni una percorrenza in sicurezza, nonostante l'elevato traffico veicolare (a senso unico alternato) e la presenza della stazione ferroviaria di Silla, collegata al paese unicamente dal ponte.

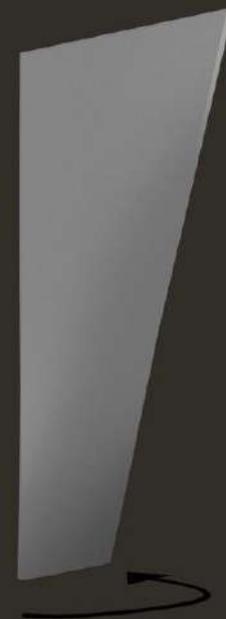
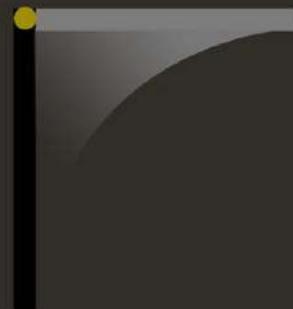
L'idea di un organismo architettonico in grado di ampliare il concetto di elemento di collegamento in un vero e proprio spazio è stata alla base di tutto il percorso di progettazione.

Si è scelto di operare a partire da forme semplici, arrivando a generare un organismo complesso attraverso la deformazione lungo un asse di sezioni piane estruse e iterando il processo al fine di individuare la configurazione ritenuta più adatta al contesto, in grado di rispondere alle specifiche esigenze del luogo. La generazione di un organismo partendo da elementi semplici deriva dallo studio della ferriera Lenzi, nata per aggregazione. L'opificio è costituito da volumi singoli aggregati tra loro in funzione di specifiche esigenze funzionali, in grado di generare un volumetria finale complessa alterata dal tempo e dal contesto, valorizzata da scorci, sovrapposizioni e grande armonia.

asse di rotazione
sezione generatrice
modulo



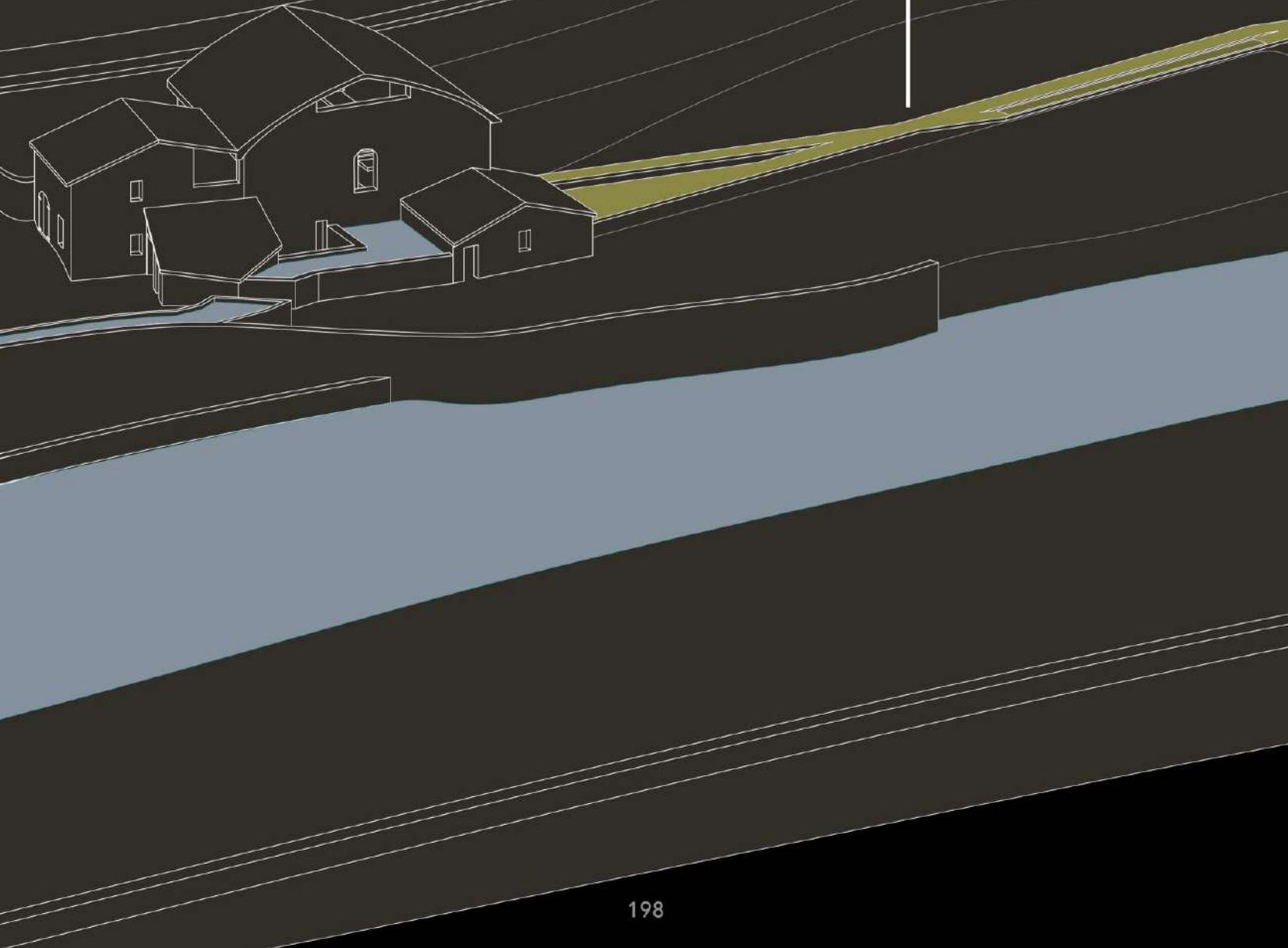
elemento portante/deflettore
ponte sul Reno



elemento di copertura padiglione

Percorso e padiglione

Operando per aggregazione si è generato un volume aggregato al ponte, il quale oltre ad elemento di collegamento assume valenza spaziale. Il padiglione, permanentemente aperto, ospita la rampa di collegamento al percorso pedociclabile verso la ferriera e due spazi espositivi coperti, pensati per ospitare il sommergibile realizzato da Agostino Lenzi e una piccola imbarcazione rinvenuta in sito.

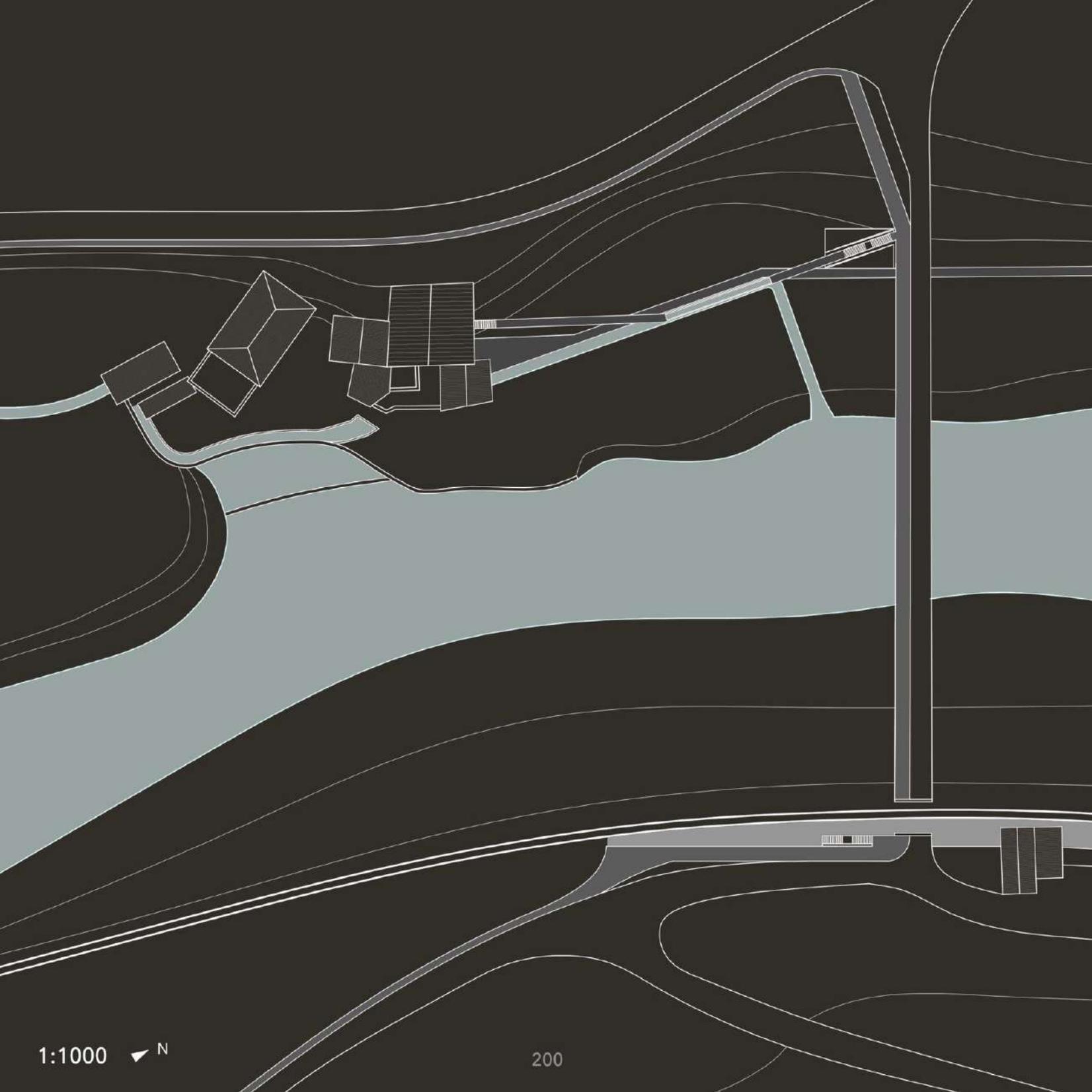


Ponte

La riprogettazione del ponte è mirata alla risoluzione di criticità emerse nel corso dell'analisi del sito: unico collegamento del paese di Silla con la stazione, attualmente la struttura non permette una percorrenza sicura da parte dei pedoni, versa inoltre in stato di degrado.

Stazione

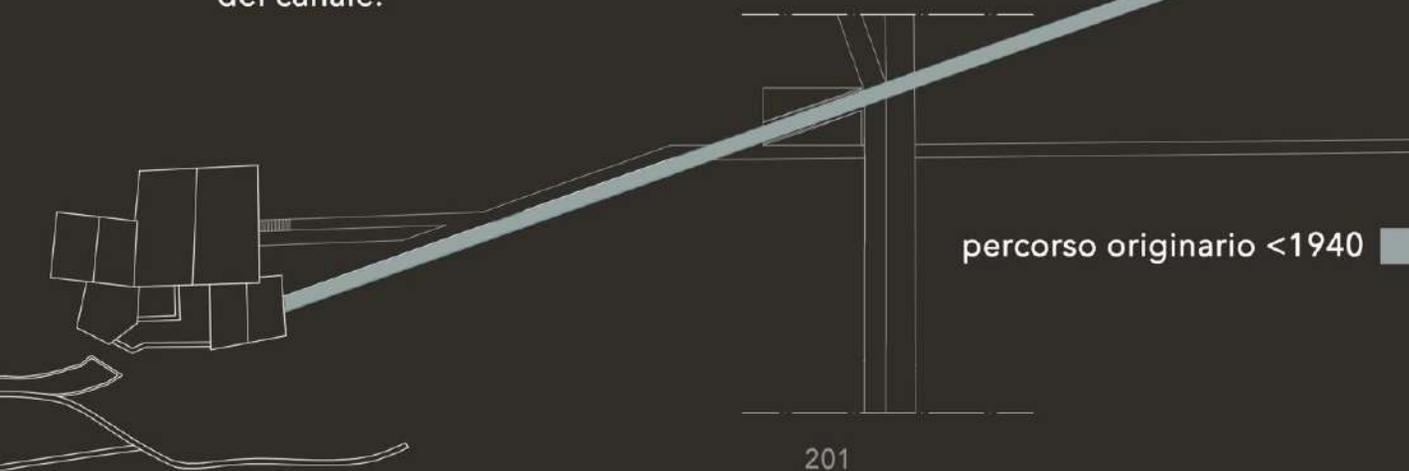
L'assenza di una circolazione pedonale definita e la mancanza di rappresentatività della struttura attuale, hanno portato ad individuare l'innesto di un nuovo percorso.

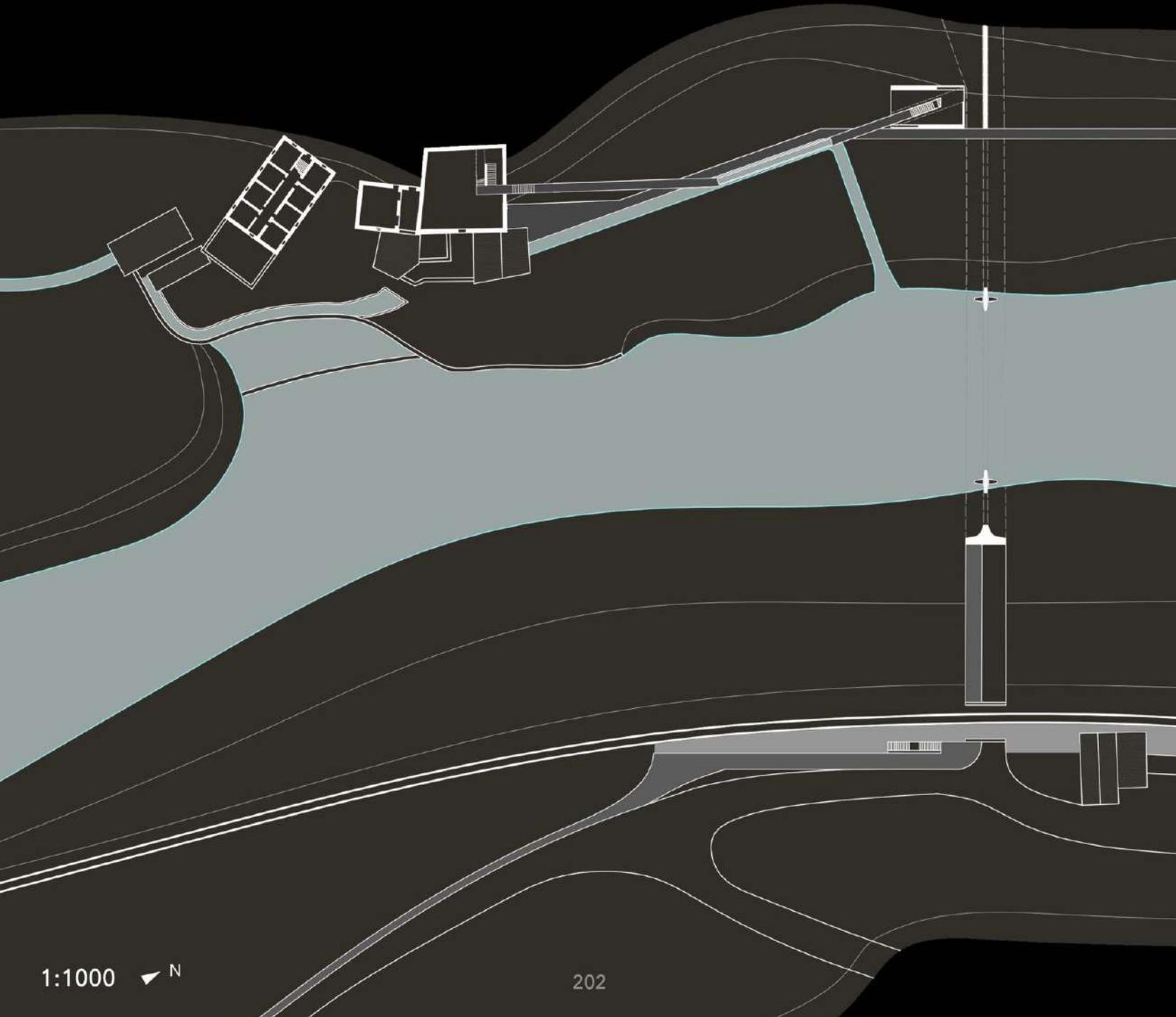


1:1000 ▲ N

200

L'intervento si compone di singoli episodi progettuali combinati tra loro per aggregazione, derivanti dalle necessità del sito riscontrate in fase di analisi. Da uno studio volumetrico del complesso esistente emerge la presenza di un volume principale, luogo di lavoro e al tempo stesso elemento distributivo, su cui si innestano radialmente volumi e percorsi secondari. L'operare per aggregazione, attraverso l'inserimento in un elemento distributivo primario, rappresenta il metodo progettuale adoperato, reinterpreta la logica evolutiva degli insediamenti protoindustriali e giungendo a un organismo polifunzionale in grado di approcciarsi al complesso con carattere urbano. Anziché intervenire sulla preesistenza si è preferito progettare un'architettura di paesaggio, a servizio del costruito, conferendo leggibilità e fruibilità alla ferriera, intesa come museo di se stessa e punto di riferimento del museo diffuso protoindustriale. L'opera di rigenerazione è attuata attraverso un intervento prevalentemente esterno, risolvendo problematiche di carattere urbano legate alla difficoltà di attraversamento del fiume e rispondendo alla necessità di individuare un percorso pedonale, diventato spazio di permanenza all'interno di un'architettura di passaggio: il ponte. L'edificio di progetto è quindi la preesistenza, gli interventi individuati sono volti a esaltare prospettive, individuare percorsi, ripristinare rapporti prospettici; ogni operazione è mirata a svelare e completare un progetto che per gran parte era già esistente. Il percorso originario del canale di scarico, un tempo collegato al torrente Silla, ha rappresentato l'asse di sviluppo del camminamento tra il ponte e la ferriera, individuando il punto di innesto del padiglione nel ponte, generando uno spazio di collegamento ed espositivo, intercettando il flusso pedonale principale e ripristinando l'assialità originaria del canale.





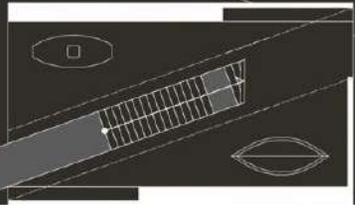
1:1000  N

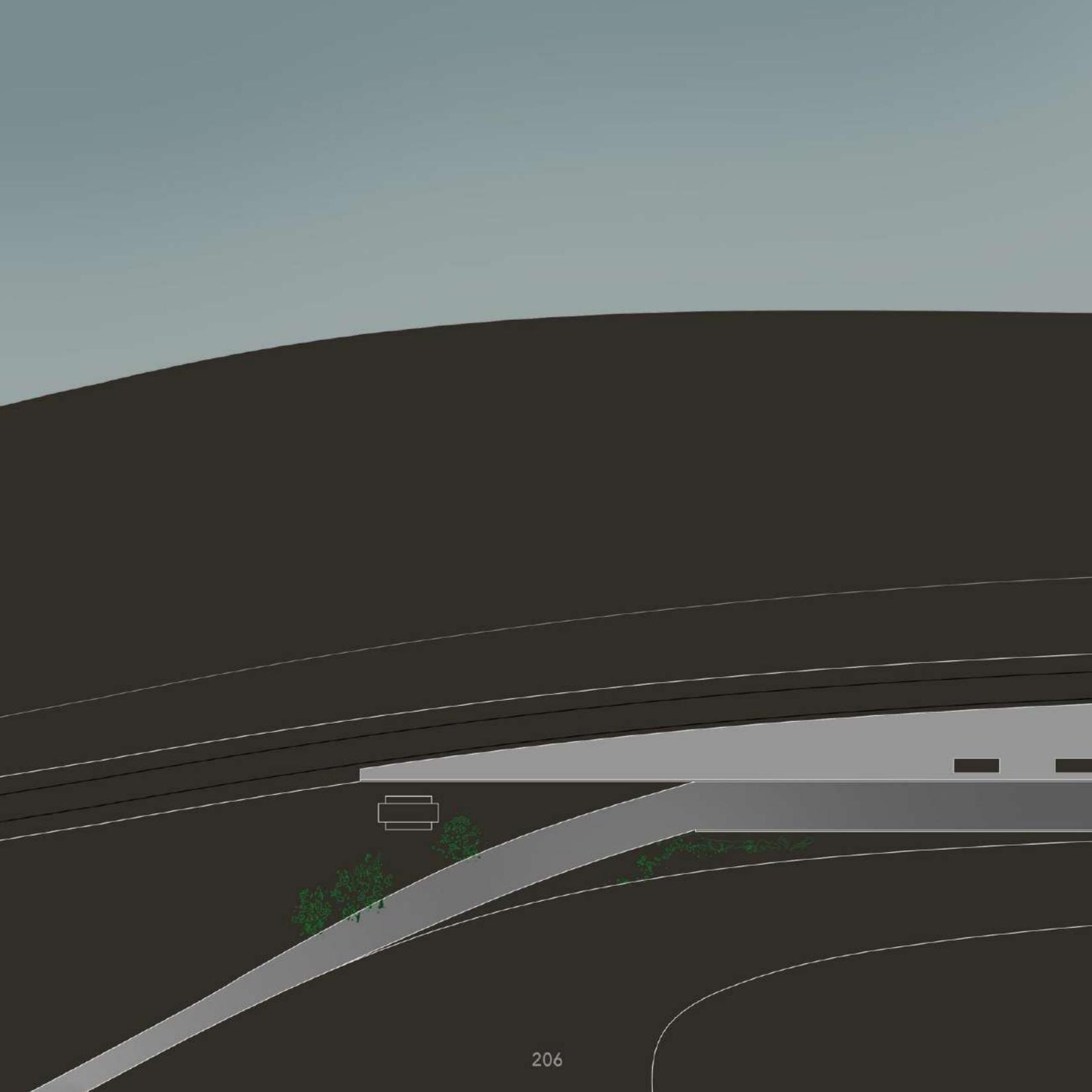
PERCORSO

La rigenerazione dell'impianto industriale ha rappresentato l'obiettivo progettuale di riferimento, integrando la ferriera all'interno di un percorso aperto, collegato al ponte e alla ciclovia. Si è deciso di intervenire all'interno della preesistenza inserendo un percorso orizzontale su più livelli sostenuto da un unico setto verticale, evitando così di aggravare il carico strutturale sull'esistente. L'integrazione del percorso museale con la viabilità principale del ponte e della stazione è stata pensata funzionale alla possibilità, nelle ore serali o di chiusura dell'ecomuseo, di mantenere aperto l'accesso al vano principale, così da poter ospitare eventi ed esposizioni temporanee, integrando un locale bar nel livello superiore del volume attiguo.



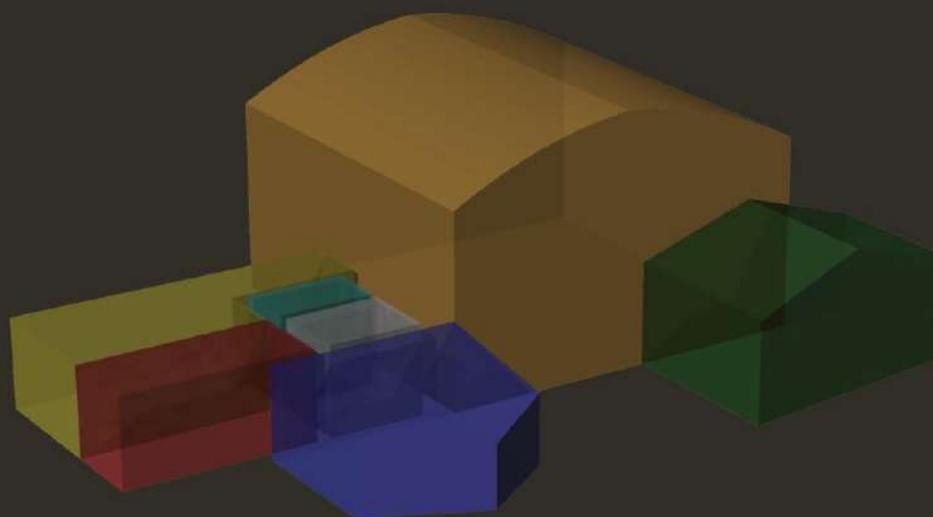


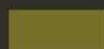
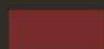
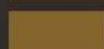
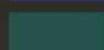
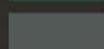






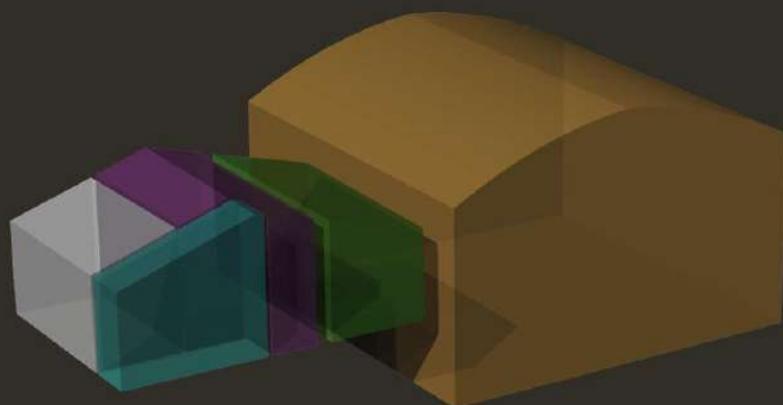
RIFUNZIONALIZZAZIONE FERRIERA: L0



-  galleria espositiva
-  archivio storico di archeologia industriale locale
-  spazio museale
-  aula didattica, spazio per eventi
-  ciclofficina
-  servizi
-  fornace da calce

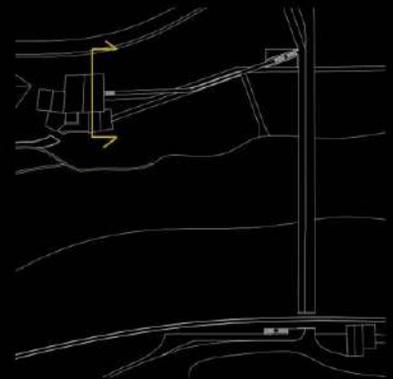
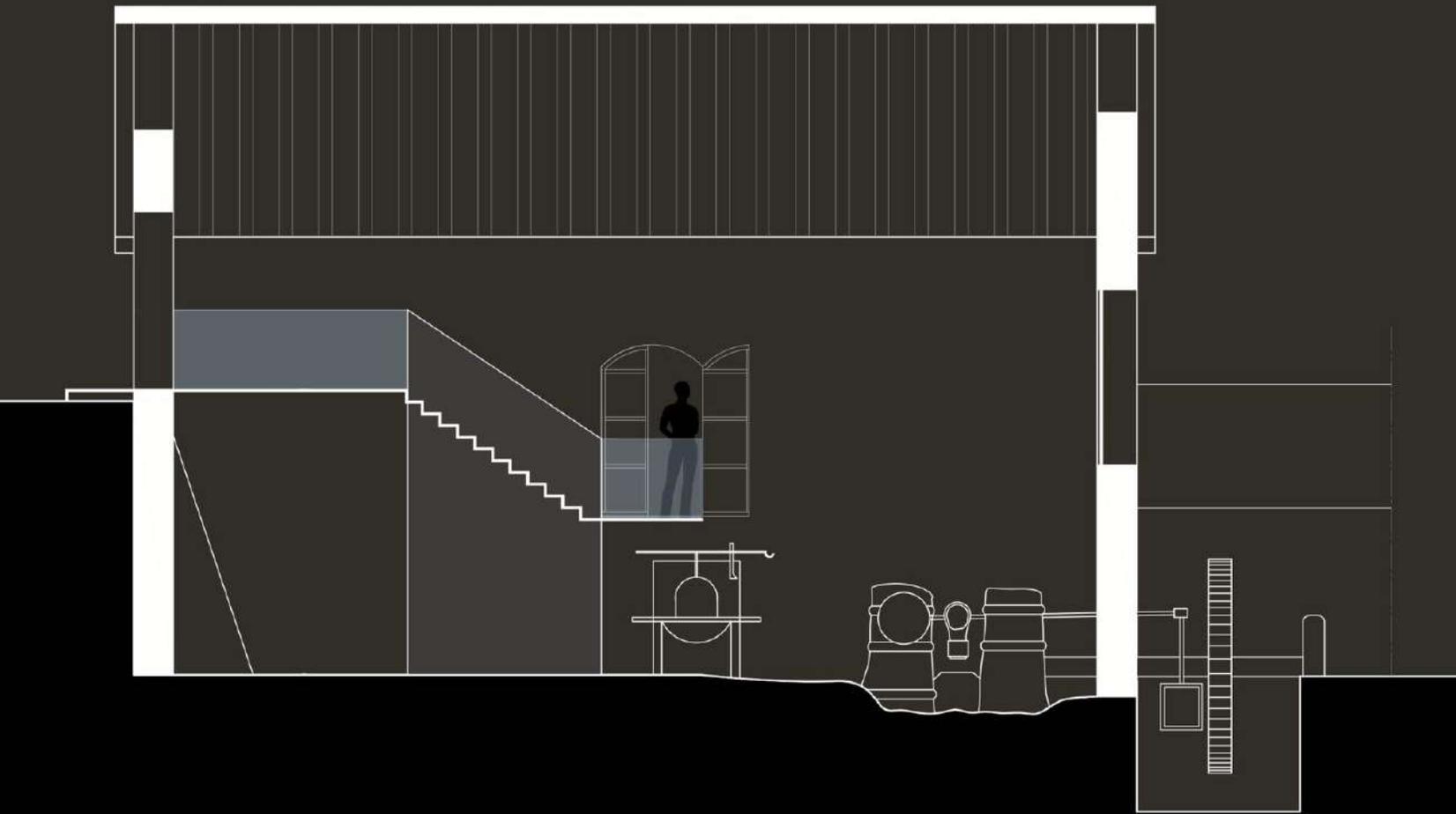


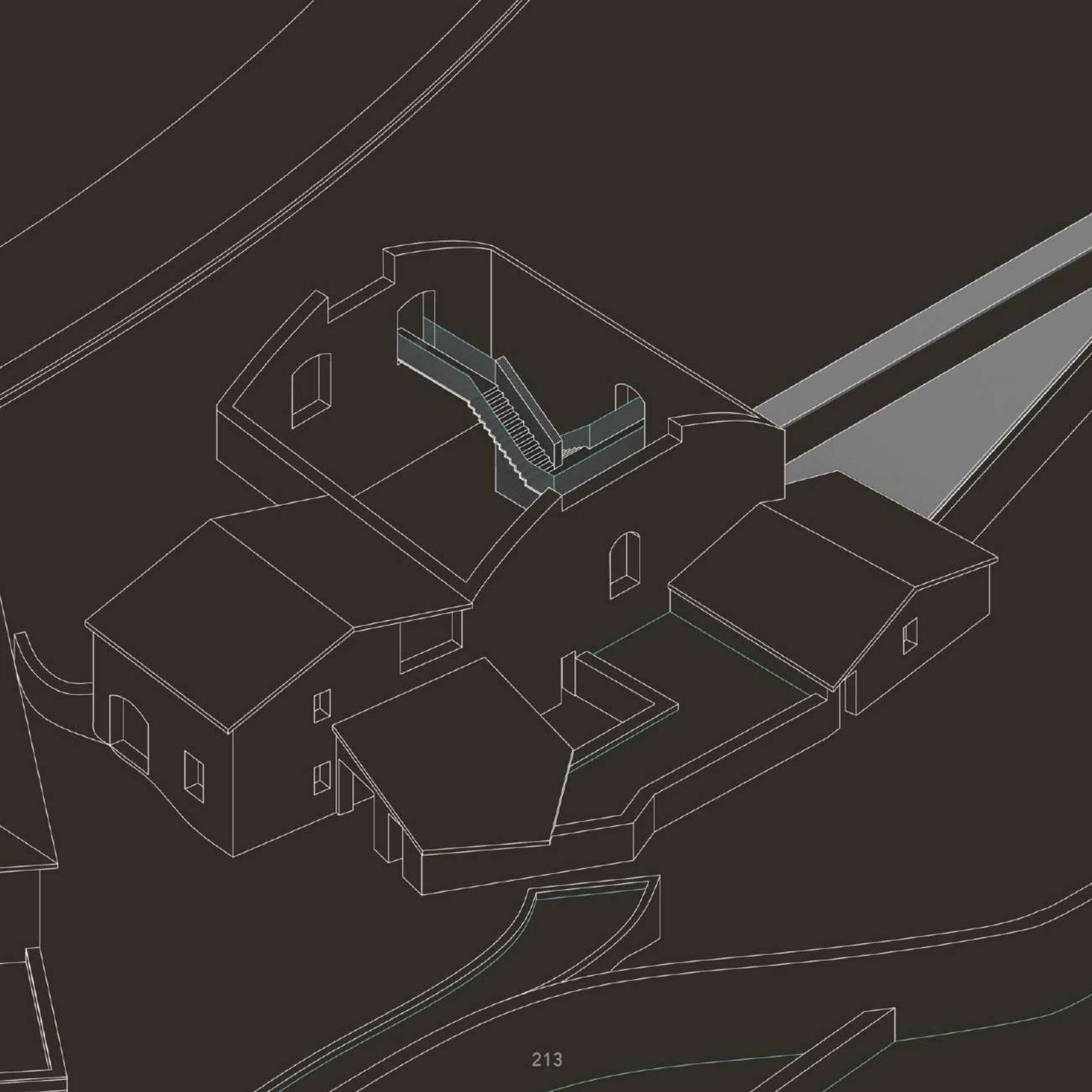
RIFUNZIONALIZZAZIONE FERRIERA: L1

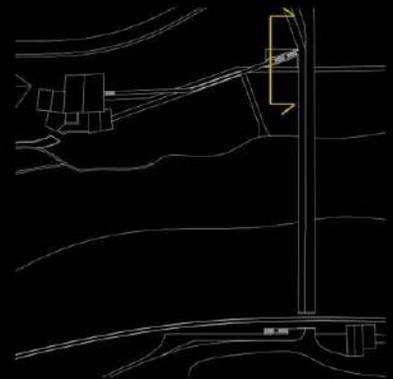


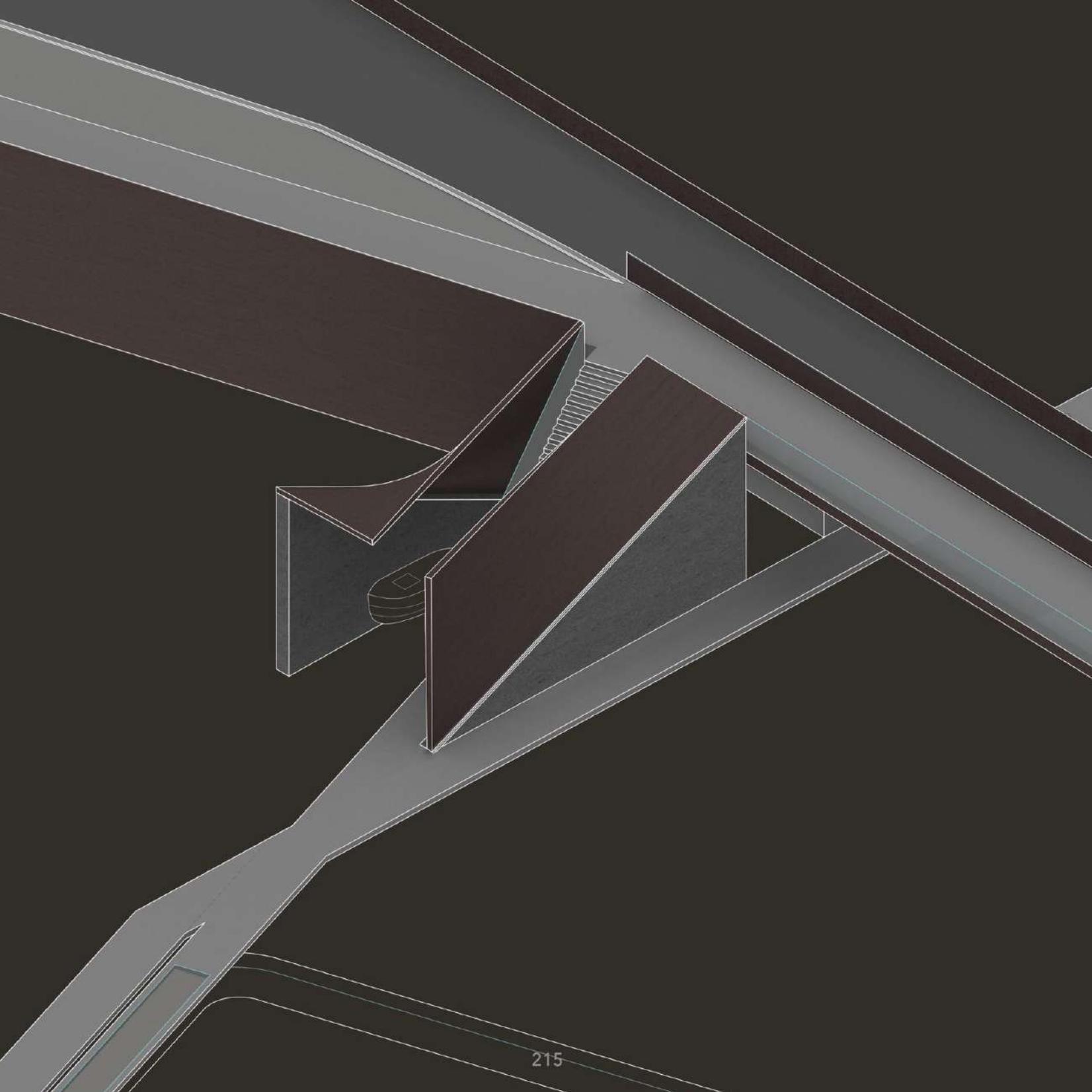
-  bar
-  sala consumazione
-  spazio museale
-  servizi
-  vano a servizio bar

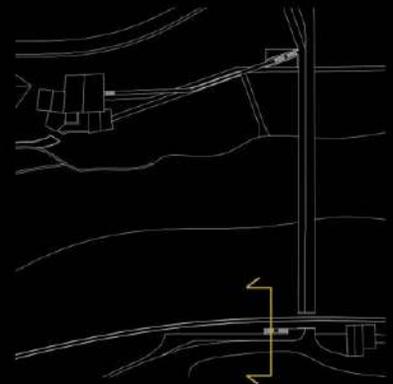


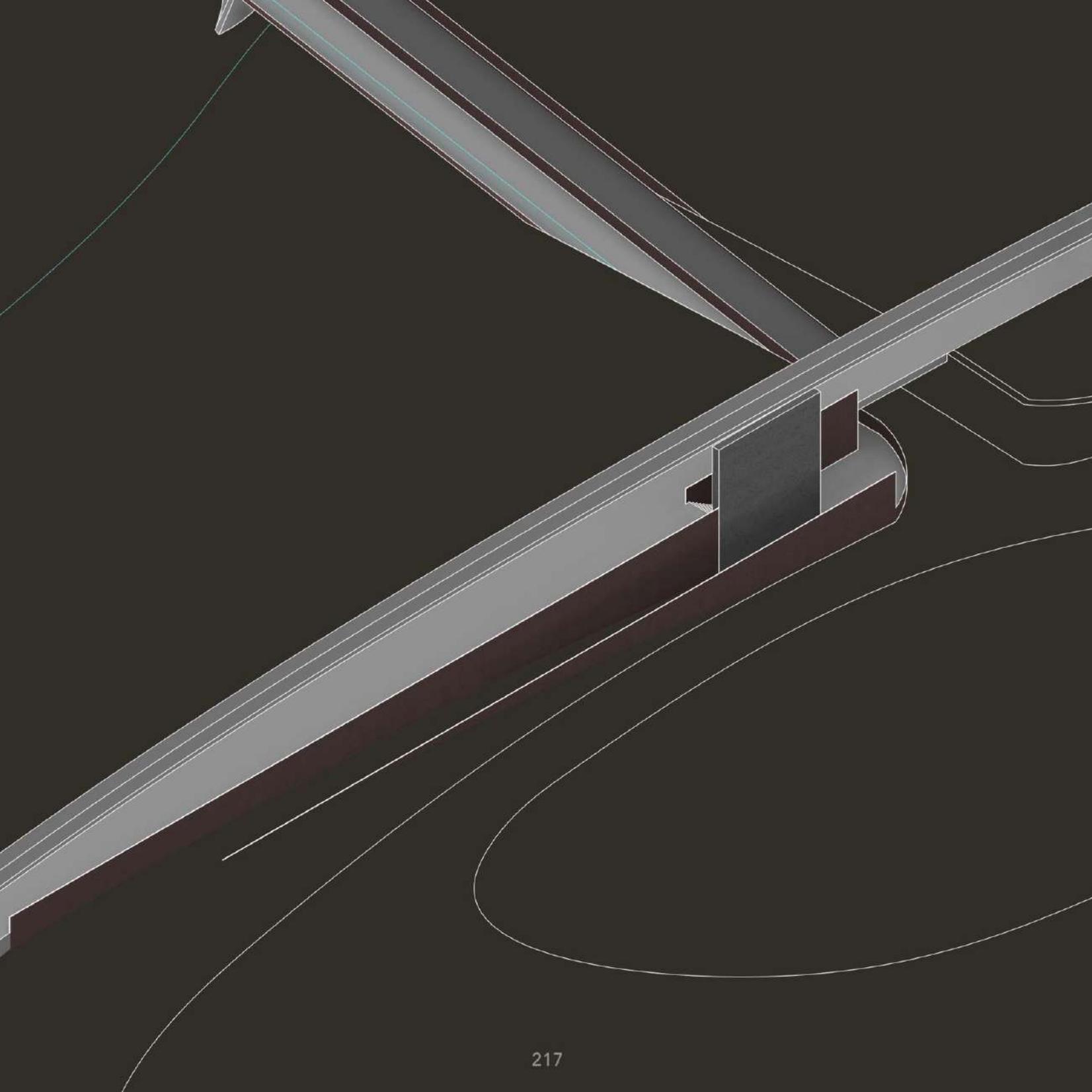


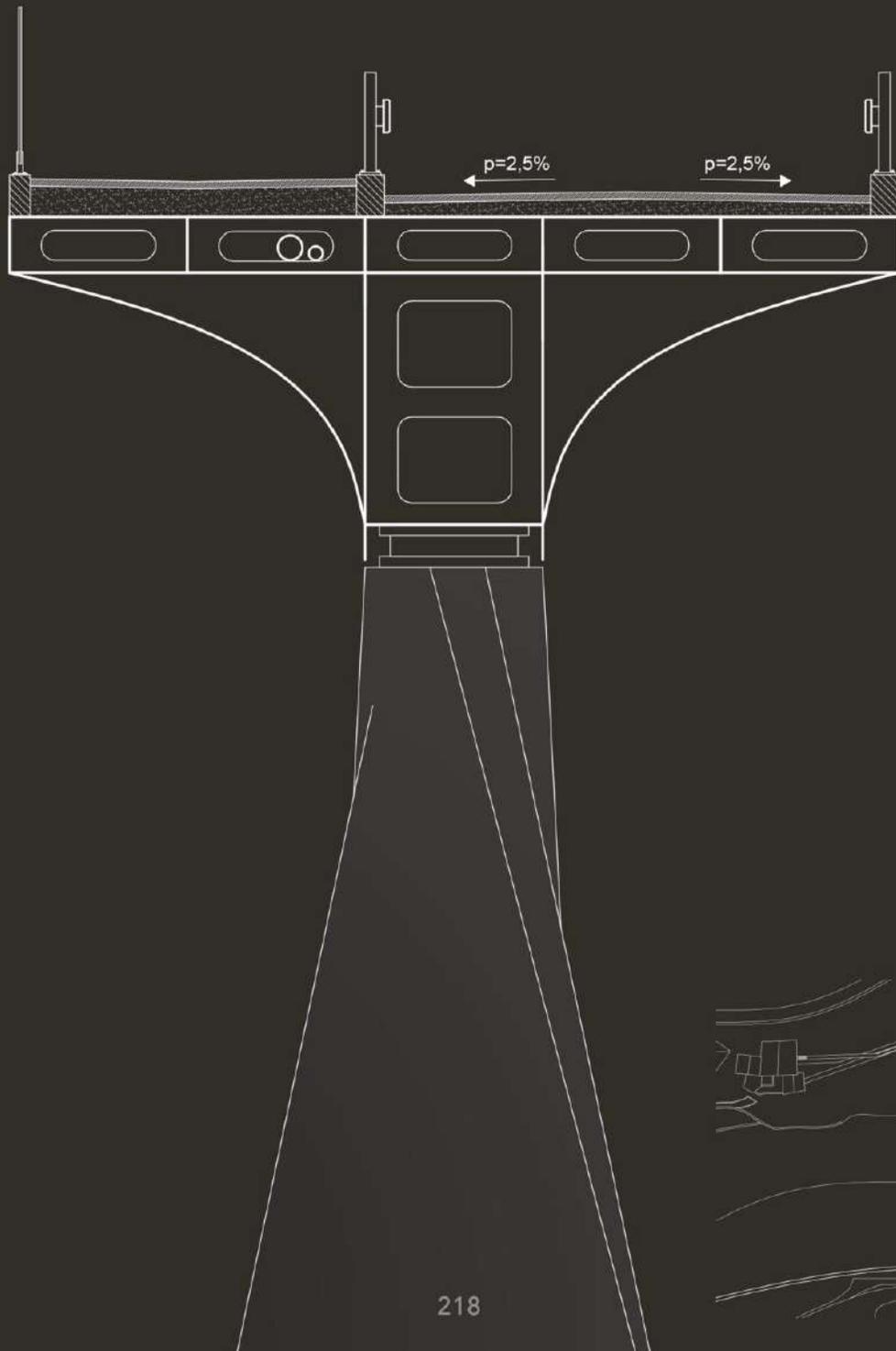






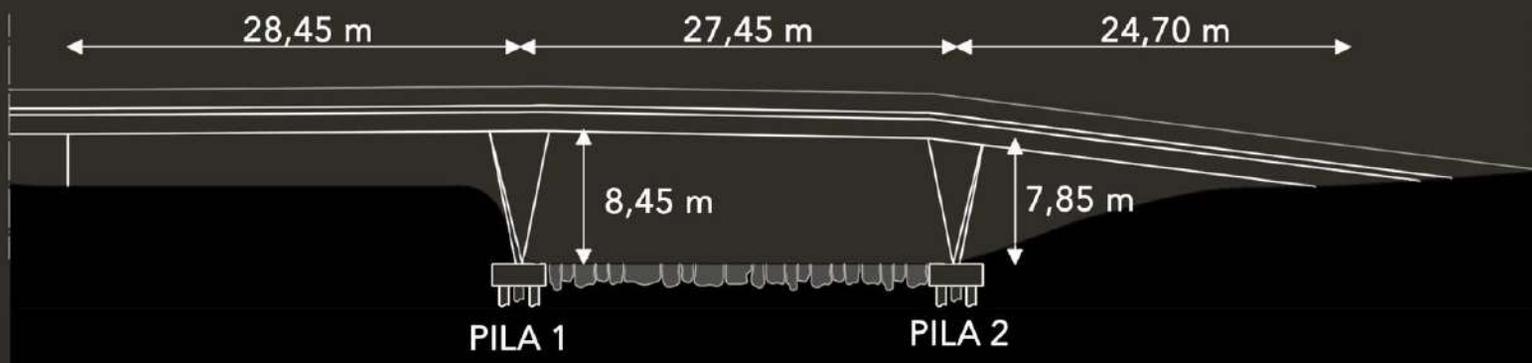






VERIFICHE DI RESISTENZA PILE

A conferma della fattibilità esecutiva del progetto è stato eseguito un predimensionamento strutturale di massima del ponte. L'analisi condotta di modellazione e verifica degli elementi strutturali verticali del ponte non vuole essere in alcun modo esaustiva bensì ha lo scopo di effettuare un controllo di massima sulla forma individuata in fase di progetto, a conferma di una corretta proporzione delle geometrie. Si sono quindi svolte unicamente le verifiche di presso flessione e taglio, a seguito di un predimensionamento delle armature ottenuto sulla base delle caratteristiche di sollecitazione derivanti da un modello di calcolo semplificato, considerando le azioni permanenti e le azioni sismiche.



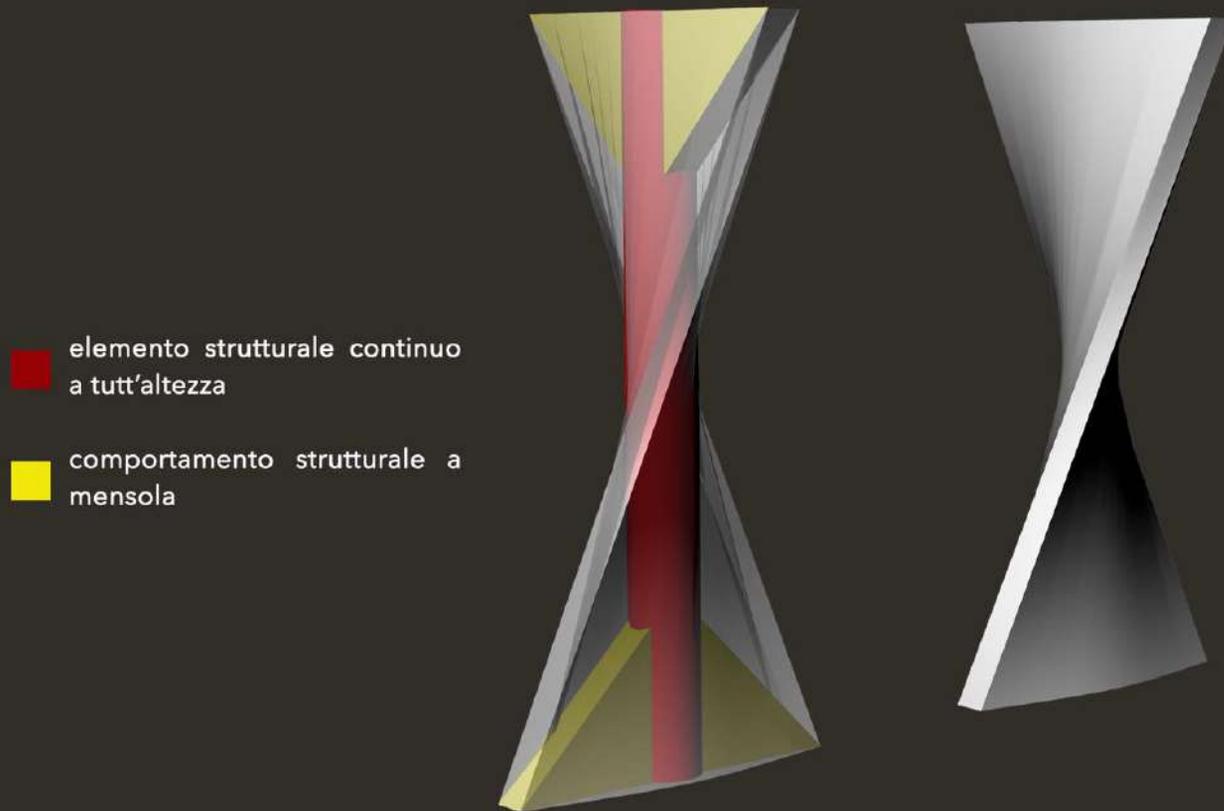
Si è considerata una struttura a travata continua in acciaio, eseguendo sulle pile le verifiche di resistenza ritenute più significative. In fase di progetto è stata individuata una geometria che garantisca una sezione resistente circolare di diametro 1,2 m per tutta l'altezza della struttura, a favore di sicurezza unicamente significativa in fase di calcolo.

La forma è stata individuata con l'obiettivo di fornire un miglior comportamento strutturale alla base lungo il percorso del fiume e all'imposta dell'impalcato lungo l'asse del percorso stradale. La sezione resistente alla base della pila presenterà quindi un'ellisse centrale d'inerzia orientata parallelamente al percorso dell'acqua. Ipotizzando un adeguato dimensionamento della struttura di fondazione a plinti su pali si è supposta l'assenza di deformazioni a seguito di azioni torsionali.

Individuate le azioni agenti, considerando la presenza di appoggi scorrevoli sulle spalle, si sono calcolate le caratteristiche geometriche delle pile nell'ipotesi di sezione completamente reagente:

	$A \text{ (m}^2\text{)}$	$J_{11} \text{ (m}^4\text{)}$	$J_{22} \text{ (m}^4\text{)}$	$J_t \text{ (m}^4\text{)}$
Pile	1,130	0,102	0,102	0,203

La normativa NTC 2018 prescrive che la rigidezza degli elementi in calcestruzzo armato debba essere valutata tenendo conto dell'effettivo stato di fessurazione degli elementi.



- elemento strutturale continuo a tutt'altezza
- comportamento strutturale a mensola

La rigidezza secante per le pile che raggiungono lo stato limite ultimo può essere stimata dal momento ultimo di progetto M_{Rd} nelle sezioni dove è prevista la formazione di una cerniera e dalla curvatura ϕ_y al limite elastico nelle sezioni di cerniera plastica in cui avviene uno snervamento dell'armatura:

$$E_c \cdot J_{eff} = v \frac{M_{Rd}}{\phi_y}$$

dove v rappresenta il fattore di correzione pari a 1,20 che tiene conto della maggiore rigidezza della parte di pila non fessurata. I valori di progetto considerati nel modello di calcolo sono stati perciò quelli effettivi.

Software di calcolo

La struttura è analizzata tramite programma di calcolo ad elementi finiti CDSWin, versione 2018.

Come previsto dalle norme tecniche l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso. Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo.

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti. Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica. Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

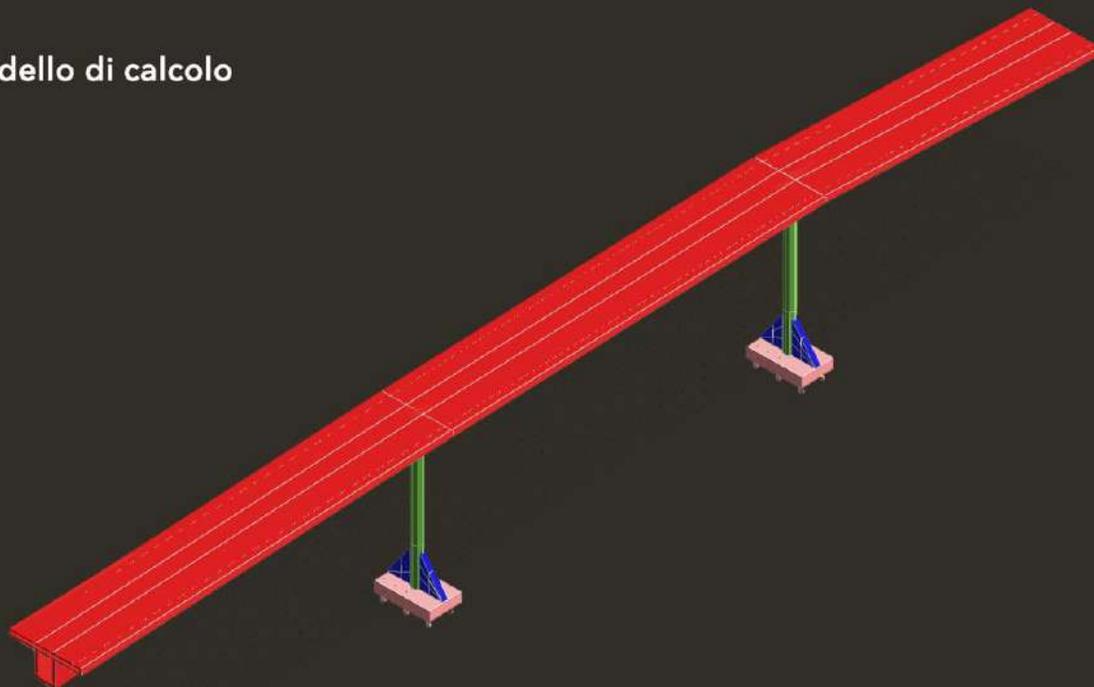
1) Elemento monodimensionale asta (beam) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi.

2) L'elemento bidimensionale shell (quad) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Parametri di progetto

- Calcestruzzo C32/40 XC2, XF4, XD3
- Acciaio da armatura B450C
- Acciaio per carpenteria S235
- $E_s = 206000$ MPa
- $E_c = 33300$ MPa
- Vita nominale VN > 50 anni
- Classe d'uso III
- Coefficiente d'uso CU = 1,5
- Periodo di riferimento VR = 75
- Categoria del sottosuolo B
- Zona sismica 3° categoria

Modello di calcolo



Normativa di riferimento

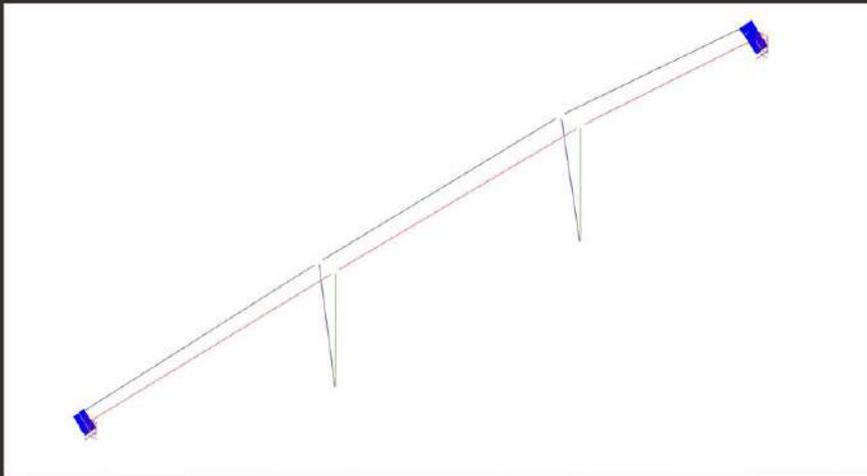
- "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" NTC 2018 Decreto MIT 17/01/2018
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" NTC 2008
- Circolare 2/02/2009, n° 617, C.S.LL.PP
- L.R. 19/2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico"

Al fine di effettuare le analisi secondo lo schema normativo, è definito dal software lo spettro di progetto per l'azione sismica sia nel piano orizzontale (direzione trasversale e longitudinale) che in direzione verticale. Il fattore di struttura q è pari a 3.5 ($H_{min}/L=6,542>3.5$) e 1. Applicando separatamente l'azione sismica lungo le tre direzioni sono stati ottenuti i valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione e degli spostamenti. La combinazione delle componenti dell'azione sismica per le sezioni di base delle pile ha portato a definire sollecitazioni poi combinate al 30%, tenendo conto della bassa probabilità che i massimi degli eventi si verificano nello stesso istante.

Le azioni ottenute sono state combinate con i carichi permanenti, assumendo nel calcolo del ponte in duttilità un meccanismo dissipativo con formazione di cerniere plastiche alla base e alla sommità delle pile.

L'armatura è ipotizzata costituita da 20 Φ 24 disposti radialmente con copriferro di 5cm.

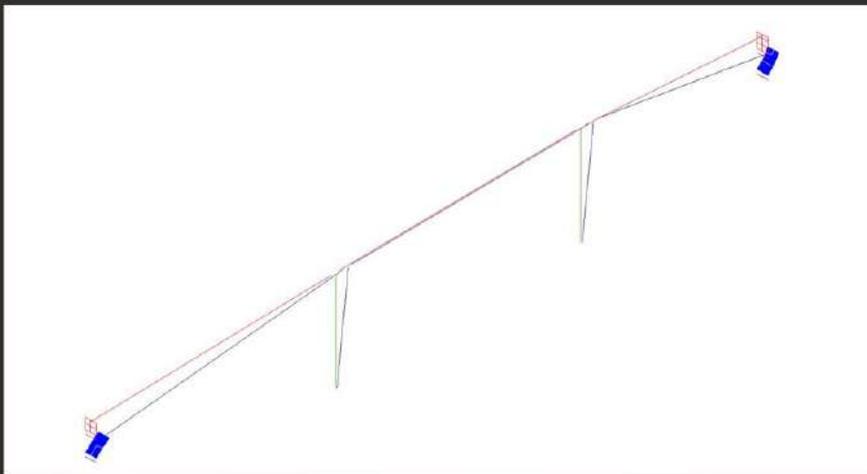
Nella pagina a fianco si riportano le deformate relative ai primi modi di vibrare la cui risposta in termini di massa modale efficace è risultata significativa. Nello specifico dei modi: 1; 2; 7



Modo di vibrare 1

spostamento massimo
asse trasversale Z:

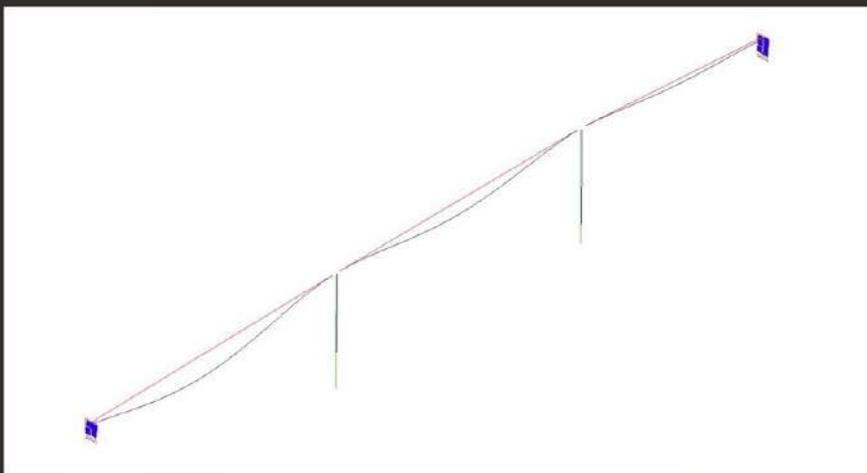
30,74 mm



Modo di vibrare 2

spostamento massimo
asse longitudinale X:

33,02 mm



Modo di vibrare 7

spostamento massimo
asse verticale Y:

55,12 mm

Massime caratteristiche di sollecitazione

Pila 1, sommità		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Sisma dir Z		55	50	0	0	0	0
Sisma dir X		0	0	-1200	-120	0	0
Sisma dir Y		0	0	0	0	1820	-2050
Combinazione	$z+0.3x+0.3y$	55	50	-360	-36	550	-620
Combinazione	$0.3z+x+0.3y$	17	15	-1200	-120	550	-620
Combinazione	$0.3z+0.3x+y$	17	15	-360	-36	1820	-2050

Pila 1, base		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Sisma dir Z		-495	50	0	0	0	0
Sisma dir X		0	0	1625	-120	0	0
Sisma dir Y		0	0	0	0	1820	-2050
Combinazione	$z+0.3x+0.3y$	-495	50	488	-36	550	-620
Combinazione	$0.3z+x+0.3y$	-149	15	1625	-120	550	-620
Combinazione	$0.3z+0.3x+y$	-149	15	488	-36	1820	-2050

Pila 2, sommità		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Sisma dir Z		210	160	0	0	0	0
Sisma dir X		0	0	-1905	-400	0	0
Sisma dir Y		0	0	0	0	1540	-1780
Combinazione	$z+0.3x+0.3y$	210	160	-572	-120	460	-530
Combinazione	$0.3z+x+0.3y$	63	48	-1905	-400	460	-530
Combinazione	$0.3z+0.3x+y$	63	48	-572	-120	1540	-1780

Pila 2, base		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Sisma dir Z		-1200	160	0	0	0	0
Sisma dir X		0	0	2330	-400	0	0
Sisma dir Y		0	0	0	0	1540	-1780
Combinazione	$z+0.3x+0.3y$	-1200	160	699	-120	460	-530
Combinazione	$0.3z+x+0.3y$	-360	48	2330	-400	460	-530
Combinazione	$0.3z+0.3x+y$	-360	48	699	-120	1540	-1780

diagramma di involuppo del momento

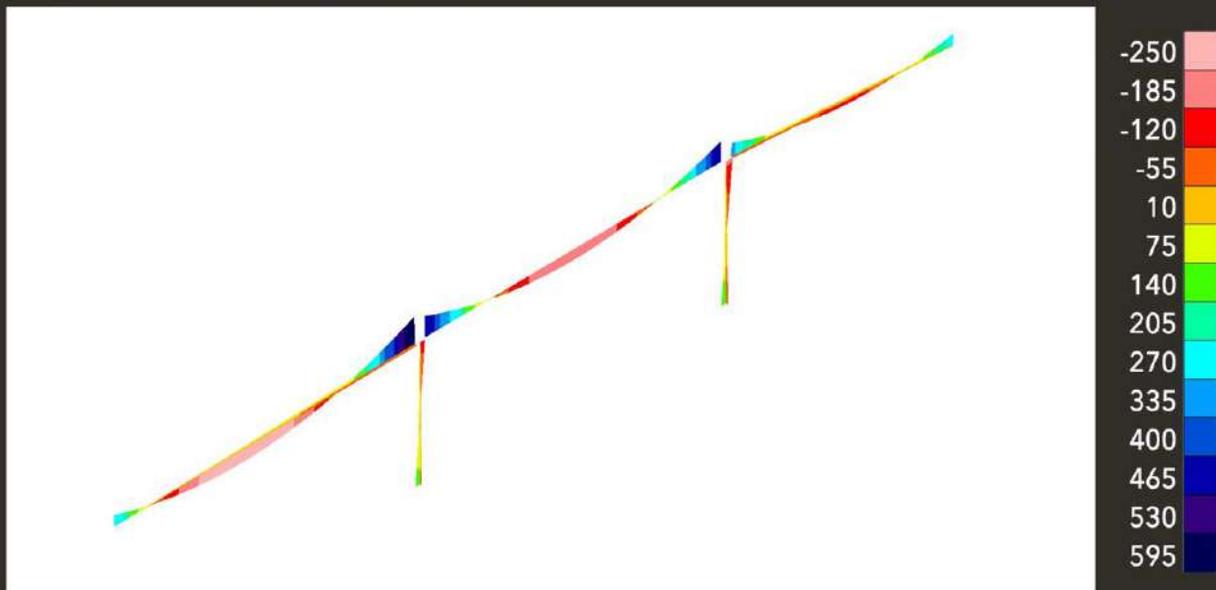
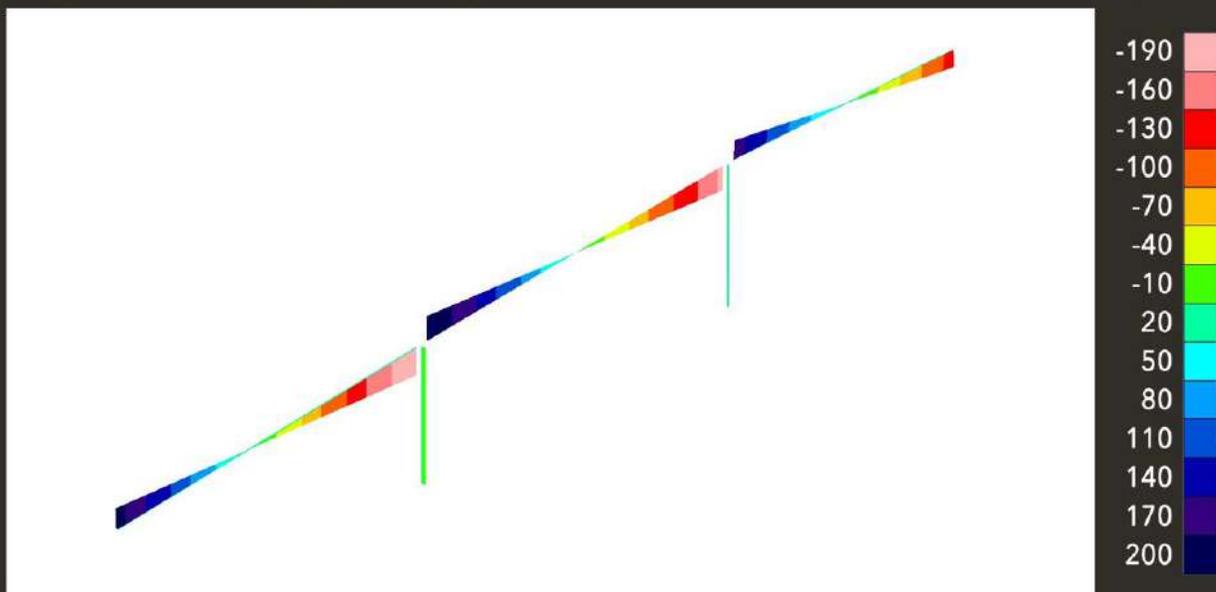


diagramma di involuppo del taglio



Il calcolo delle sezioni delle pile, cui è principalmente assegnato il compito di resistere all'azione sismica, richiede, preliminarmente, di completare il quadro delle azioni da verificare affiancando a quelle sismiche quelle dovute ai carichi verticali (permanenti).

Carico permanente 83,9 kN/m	Pila 1	-2347 kN
	Pila 2	-2187 kN

Pila 1, sommità		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Combinazione	$z+0.3x+0.3y+P$	55	50	-360	-36	-1797	-2967
Combinazione	$0.3z+x+0.3y+P$	17	15	-1200	-120	-1797	-2967
Combinazione	$0.3z+0.3x+y+P$	17	15	-360	-36	-527	-4237

Pila 1, base		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Combinazione	$z+0.3x+0.3y+P$	-495	50	488	-36	-1797	-2967
Combinazione	$0.3z+x+0.3y+P$	-149	15	1625	-120	-1797	-2967
Combinazione	$0.3z+0.3x+y+P$	-149	15	488	-36	-527	-4237

Pila 2, sommità		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Combinazione	$z+0.3x+0.3y+P$	210	160	-572	-120	-1727	-2717
Combinazione	$0.3z+x+0.3y+P$	63	48	-1905	-400	-1727	-2717
Combinazione	$0.3z+0.3x+y+P$	63	48	-572	-120	-647	-3967

Pila 2, base		M_x [kNm]	V_z [kN]	M_z [kNm]	V_x [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
Combinazione	$z+0.3x+0.3y+P$	-1200	160	699	-120	-1727	-2717
Combinazione	$0.3z+x+0.3y+P$	-360	48	2330	-400	-1727	-2717
Combinazione	$0.3z+0.3x+y+P$	-360	48	699	-120	-647	-3967

Verifica a taglio

Il capacity design atto a garantire la gerarchia voluta nell'attivazione delle cerniere plastiche, richiede di valutare le azioni associate ai momenti di sovrarresistenza $\gamma_0 M_{Rd}$. La formazione delle cerniere implica quindi di assumere che il momento $\gamma_0 M_{Rd}$ sia presente alla base e alla sommità della pila e che pertanto il taglio assuma il valore di:

$$V_c = 2 \cdot \frac{\gamma_0 \cdot M_{Rd}}{H} = 2 \cdot \frac{1,4 M_{Rd}}{7} = 0,4 M_{Rd} = 1319 \text{ kN}$$

dove a favore di sicurezza si è considerato il valore massimo del momento resistente $M_{Rd} = 3298 \text{ kNm}$, ottenuto considerando N_{\min} nella combinazione $0.3z+0.3x+y+P$ della pila 1.

Il taglio resistente nelle zone di cerniere plastiche vale:

$$V_{Rd} = 0,275 \cdot v \cdot f_{ck} \cdot b_{wc} \cdot d_c$$

con:

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,55 \geq 0,5$$

b_{wc} = larghezza dell'anima

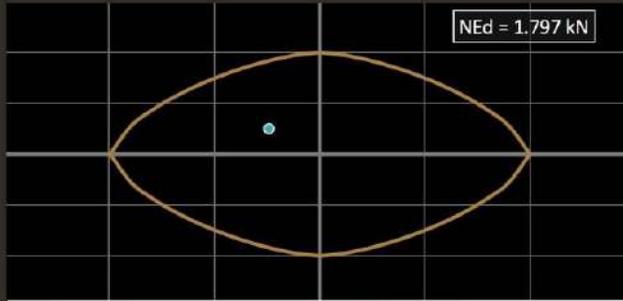
d_c = altezza dell'anima

da cui:

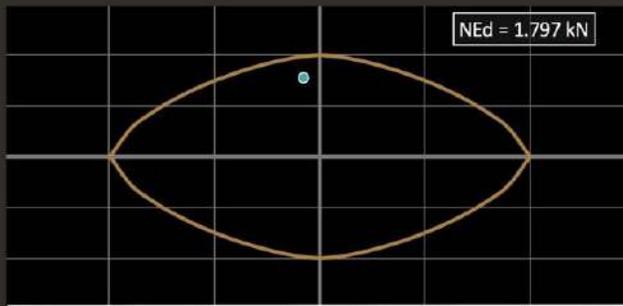
$$V_c = 1319 \text{ kN} < V_{Rd} = 0,275 \cdot 0,55 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 0,6^2 = 5471 \text{ kN}$$

Verifica a pressoflessione

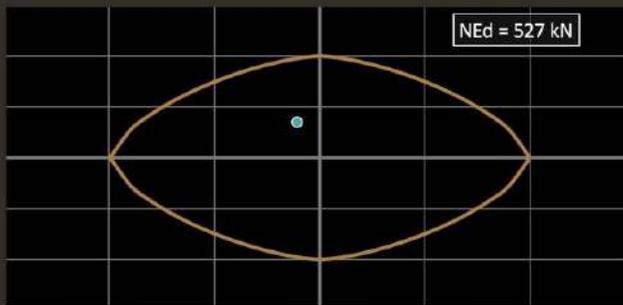
$$\text{dominio di resistenza } \left(\frac{M_{Exd}}{M_{Rxd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ezd}}{M_{Rzd}} \right)^\alpha \leq 1 \quad \text{con } \alpha = 1,5$$



base pila 1
combinazione $z+0,3y+0,3x+P$

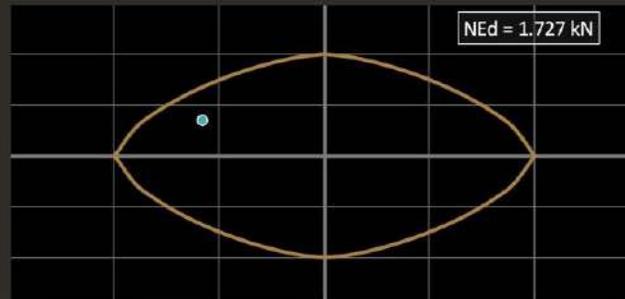


base pila 1
combinazione $0,3z+y+0,3x+P$

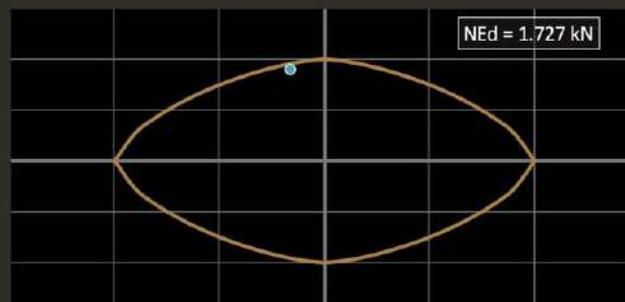


base pila 1
combinazione $0,3z+0,3y+x+P$

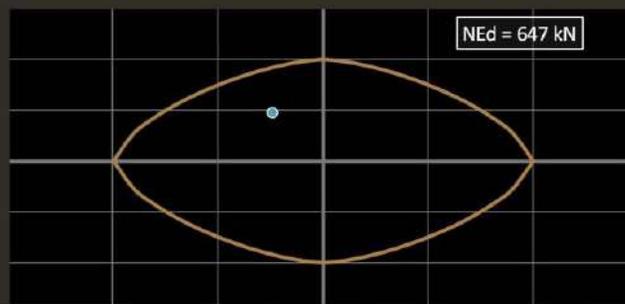
base pila 2
combinazione $z+0,3y+0,3x+P$



base pila 2
combinazione $0,3z+y+0,3x+P$



base pila 2
combinazione $0,3z+0,3y+x+P$



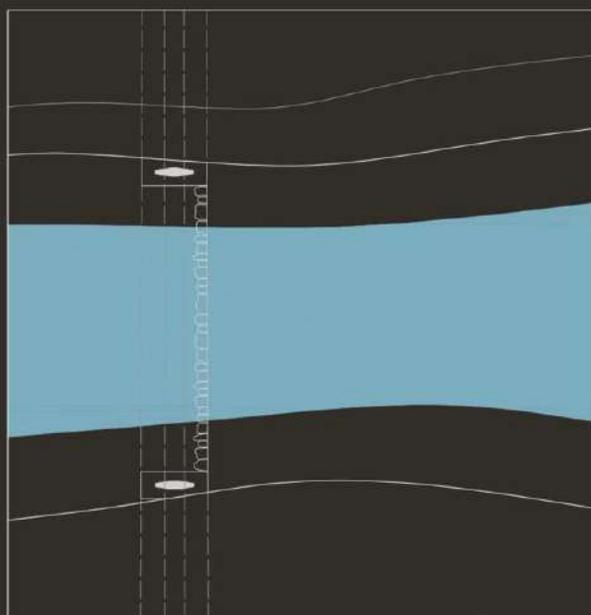
RIGENERAZIONE DELL'ALVEO FLUVIALE

I due piloni del ponte, generati dalla rotazione lungo un asse di un elemento bidimensionale, hanno la duplice funzione di protezione spondale e diversificazione morfologica del corso d'acqua.

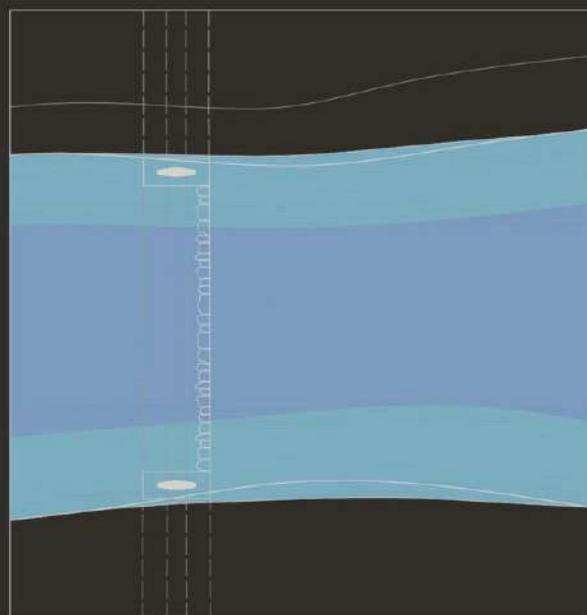
L'inserimento di due deflettori comporta il locale restringimento dell'alveo e la conseguente formazione nei periodi di piena di una depressione a valle del ponte, permettendo una diversificazione dell'habitat per il rifugio, la riproduzione e la vita di organismi acquatici animali e vegetali. Viene inoltre favorito lo scambi tra acque superficiali e di subalveo, garantendo un processo di autodepurazione dell'acqua e favorendo la ritenzione di materia organica.

In condizioni di bassa portata i deflettori non intervengono attivamente sull'alveo, limitandosi ad avere funzione portante del ponte (1,2).

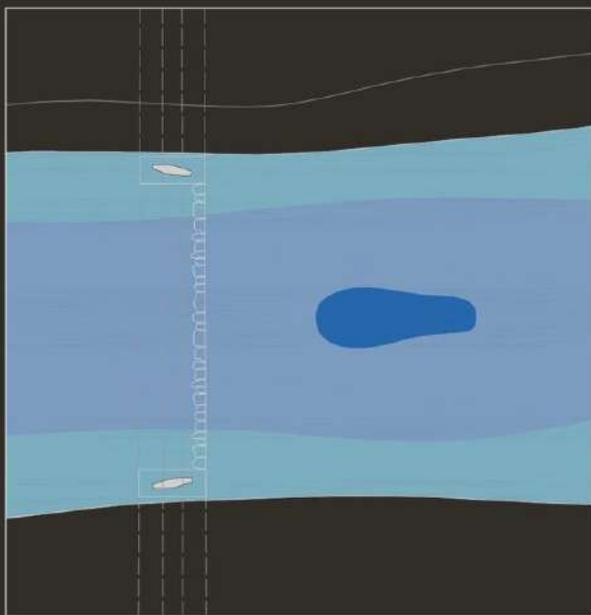
In condizioni di media portata la particolare geometria del plinto opera un restringimento dell'alveo con la conseguente formazione di un'area depressa (3), a cui può seguire un deposito di sedimenti lungo le sponde in caso di aumento di portata (4). La graduale regolarizzazione del profilo dell'alveo è prevista nelle stagioni estive in condizioni di scarse precipitazioni, con il graduale deposito di sedimenti sul letto del fiume (5,6).



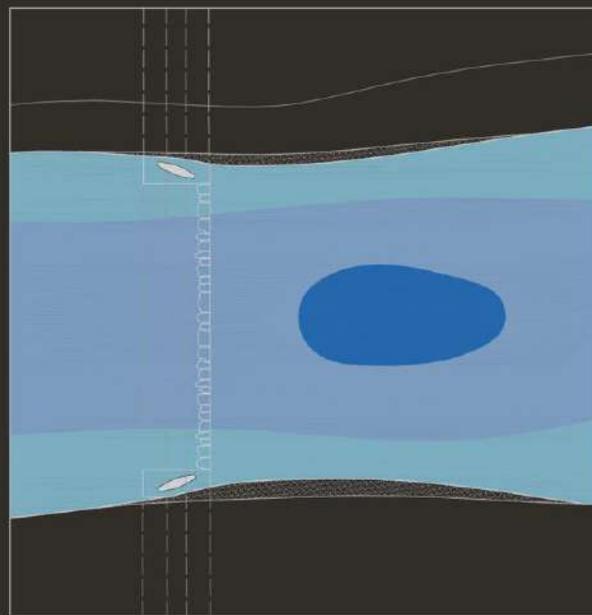
1



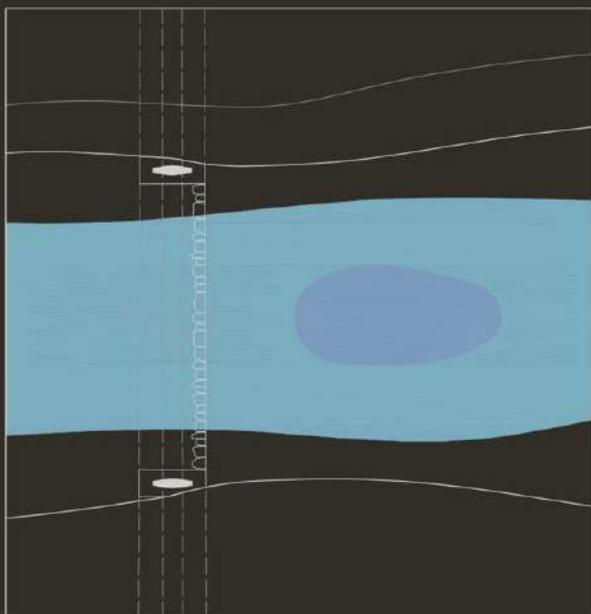
2



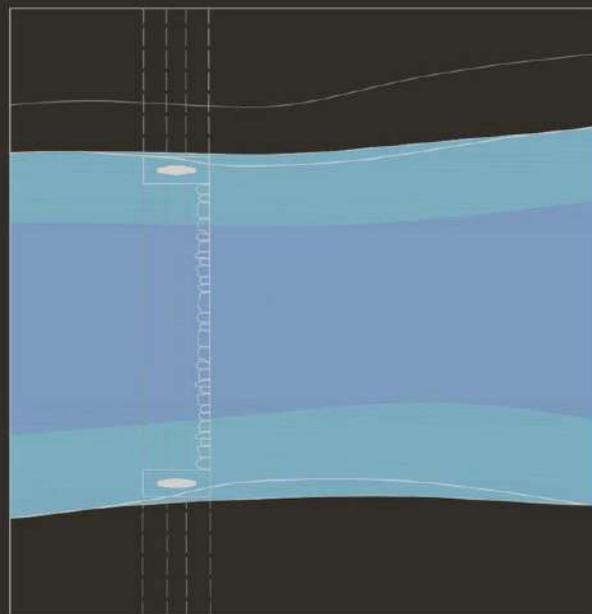
3



4

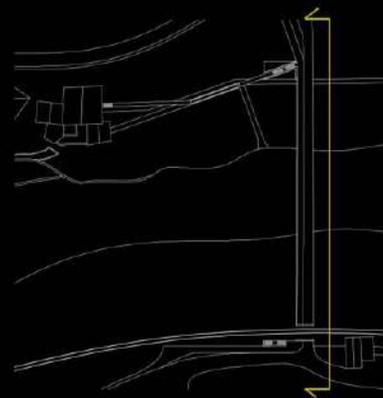


5

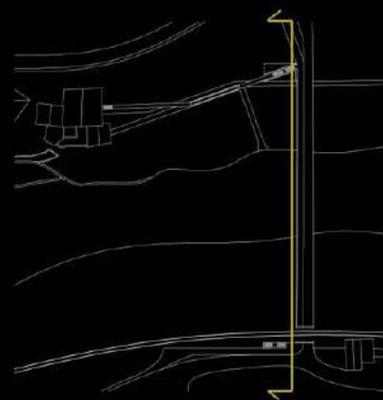
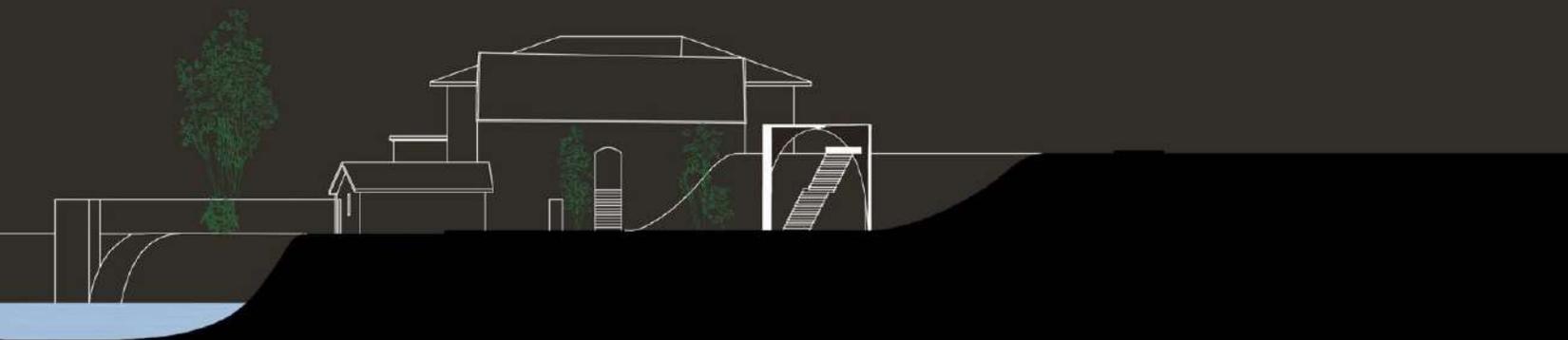


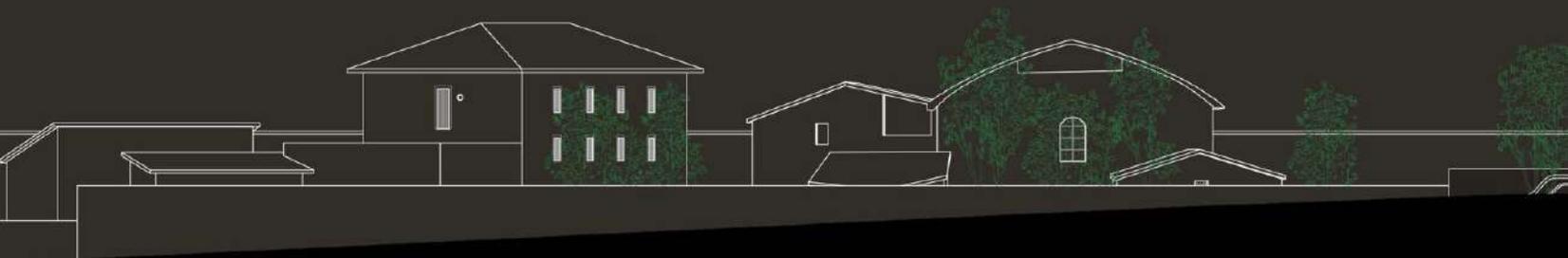
6

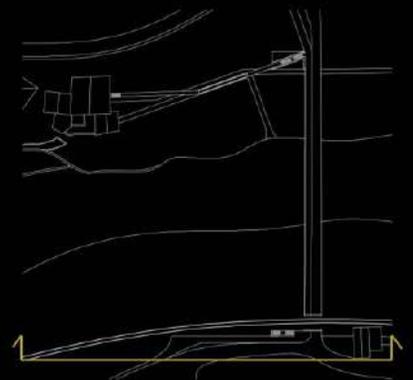


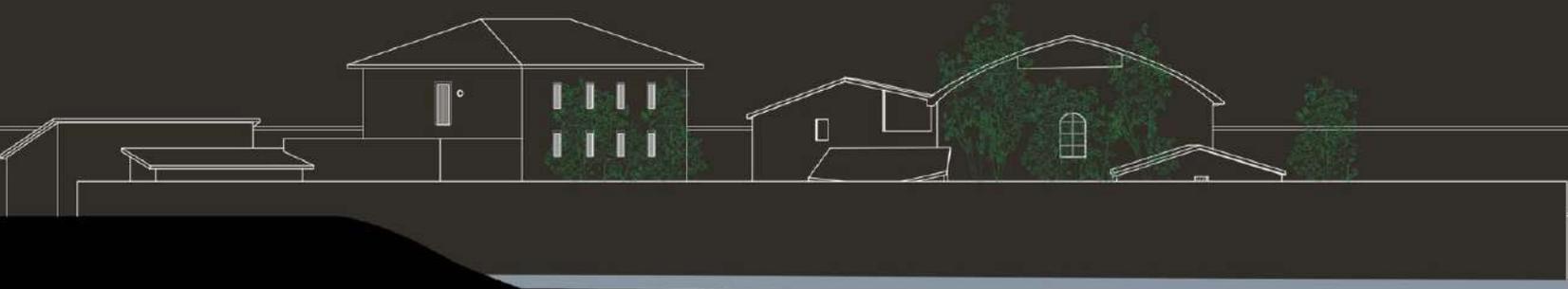


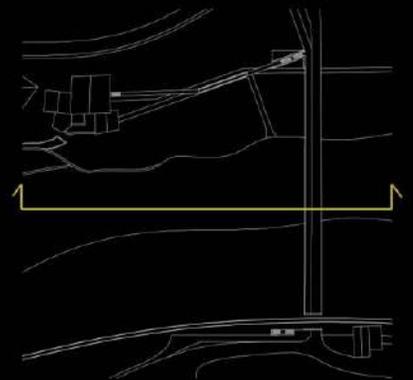
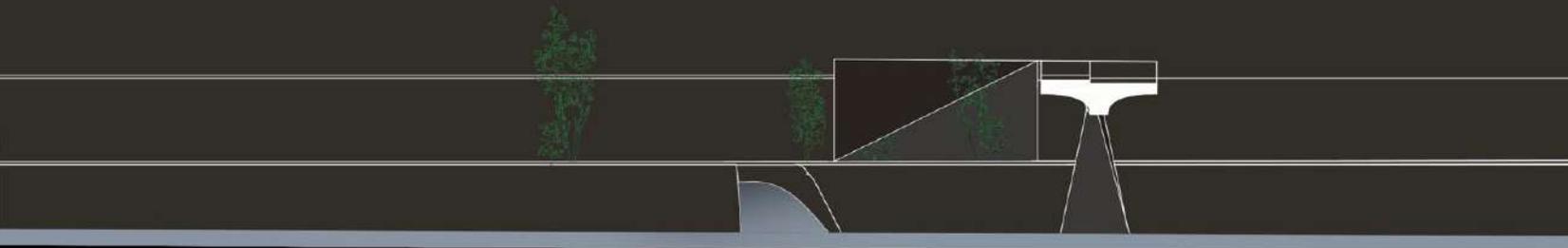


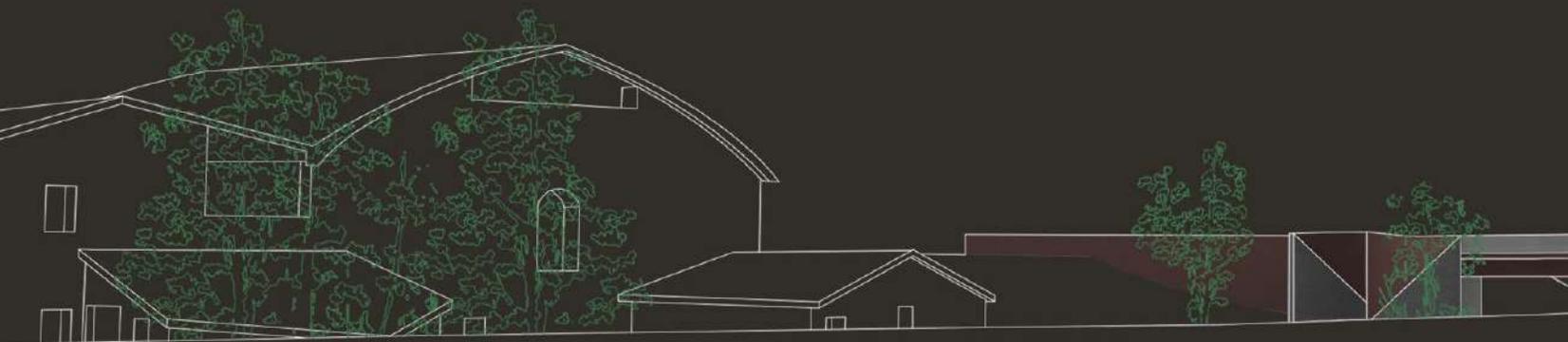


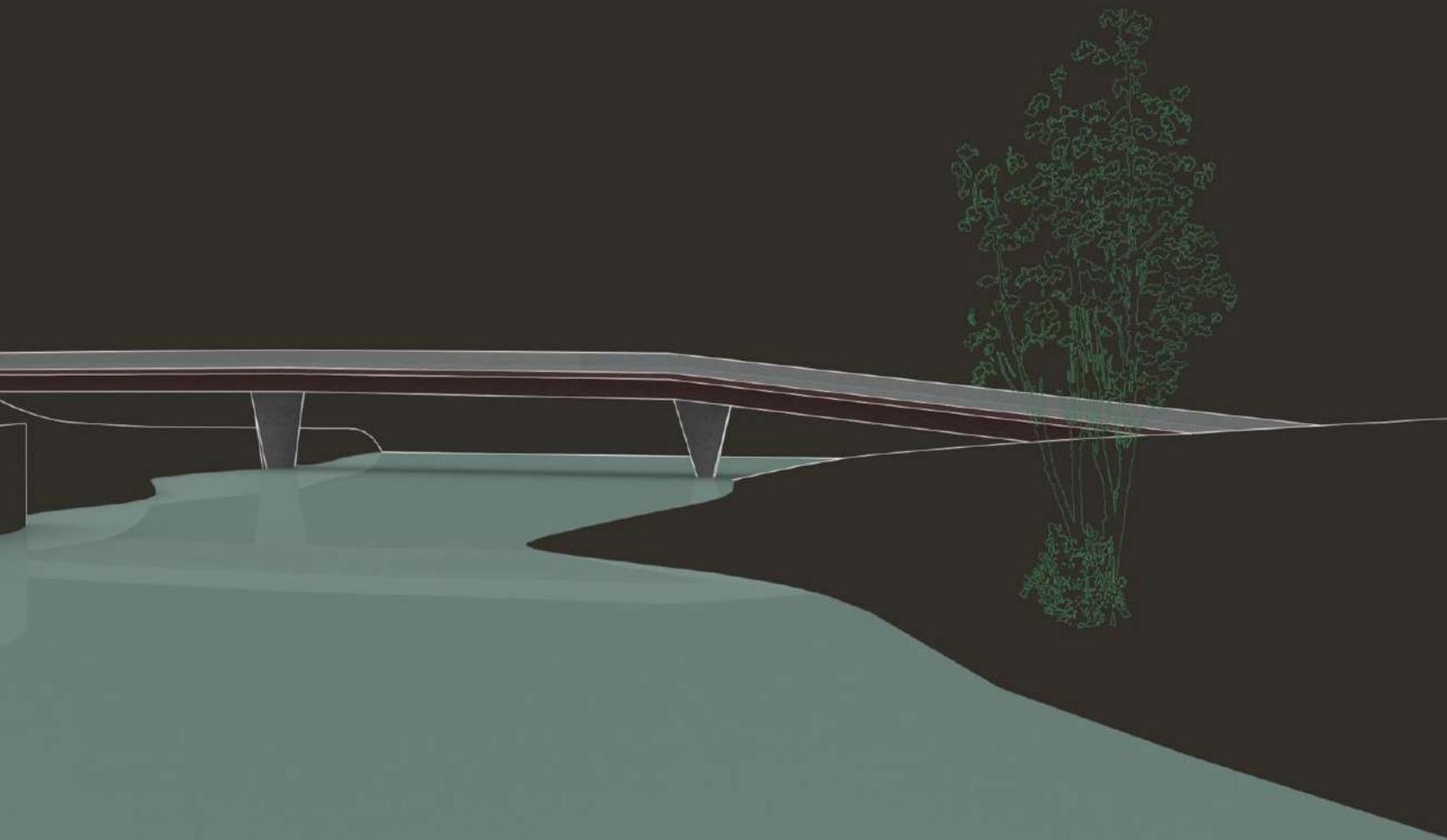




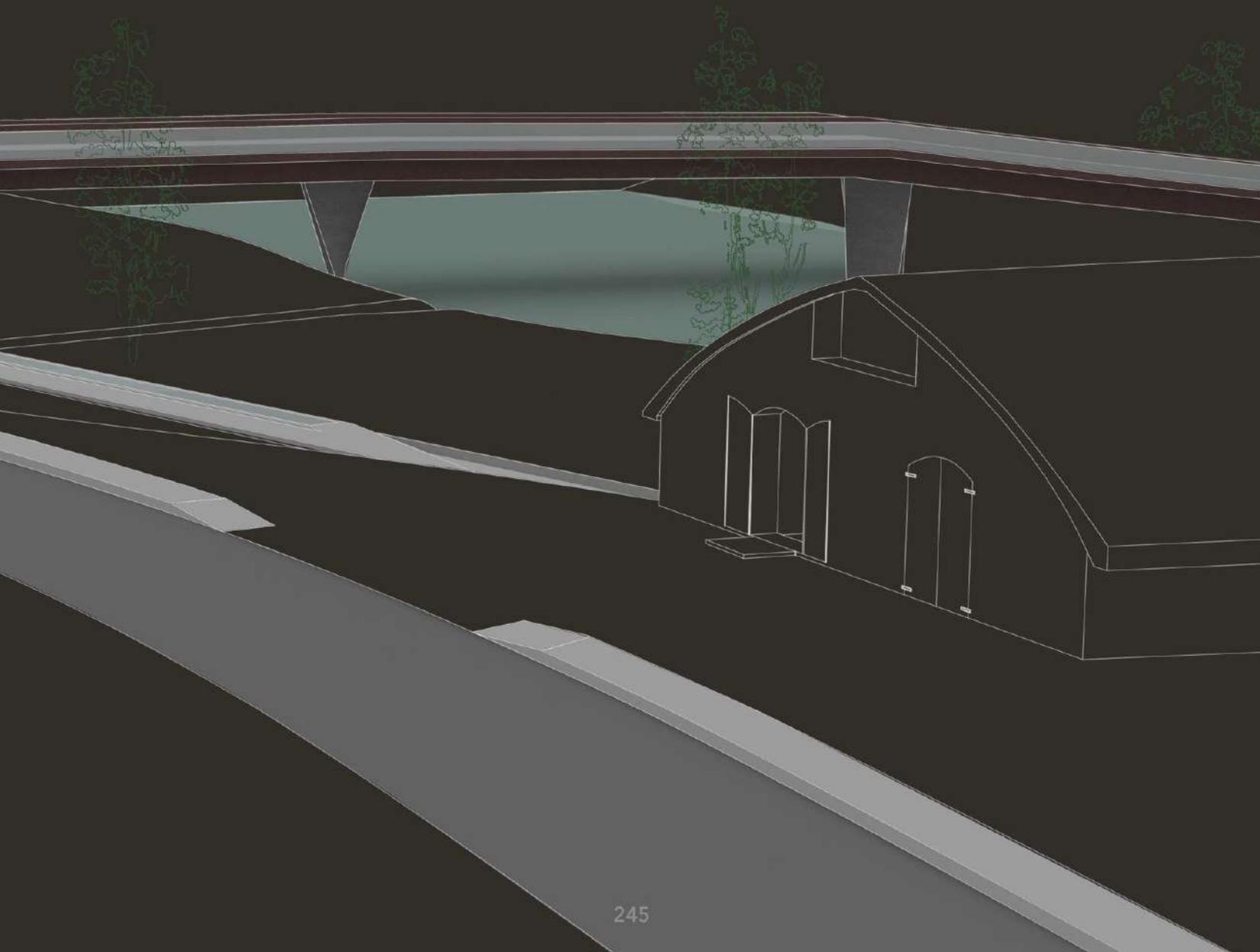
















Abbreviazione archivistica:

ASB: Archivio di Stato di Bologna

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. *Il territorio come museo*, supplemento alla rivista IBC, Casalecchio di Reno, Grafis, 1997.

AA.VV. *Il versante occidentale della valle del Reno: 3° campagna di rilevamento dei beni artistici e culturali dell'Appennino: diario di lavoro, 25-28 giugno 1970*, Bologna, Alfa, 1970.

AA.VV. *La catalogazione dei beni culturali per la pianificazione urbanistica, Beni architettonici in zona agricola, proposta preliminare*, Bologna, I.B.C., 1996.

AA.VV. *Una strada nella storia: le comunicazioni sul versante orientale della valle del Reno: 2° campagna di rilevamento dei beni artistici e culturali dell'Appennino - documenti e relazioni, giugno 1969, maggio 1970*, Bologna, Alfa, 1970.

AGOSTANI G. MARI C. ORLANDI P., *L'esperienza sul campo: per un'analisi del paesaggio appenninico: le campagne di rilevamento dei beni culturali della provincia di Bologna (1968-1971) e l'opera di Paolo Monti*, Bologna, Alfa, 1981.

ALBERTAZZI E. ZAGNONI R., *Silla, un paese moderno dalle radici antiche*, Vergato, Gruppo di studi alta valle del Reno - Nuèter, 2001.

BERTACCI L. DEGLI ESPOSTI V. FOSCHI M. VENTURI S., *Territorio e conservazione: proposta di rilevamento dei beni culturali immobili dell'Appennino Bolognese: atti della campagna di rilevamento dei beni artistici e culturali dell'Appennino 1972*, Bologna, Labanti e Nanni, 1972.

BRANDI C., *Teoria del Restauro*, Torino, Einaudi Editore, 1963.

CIUCCI P.A. FUMAGALLI D., *Una valle da scoprire: valle del Randaragna e Alta Valle del Reno*, Bologna, Enars-Acli, 1981.

EMILIANI A., *Il versante occidentale della Valle del Reno, 3° Campagna di rilevamento dei beni artistici e culturali dell'Appennino*, Bologna, Ministero della Pubblica Istruzione-Soprintendenza alle gallerie di Bologna, 1970.

FANTINI L., *Antichi edifici della montagna bolognese*, voll. 1,2, Bologna, Alfa, 1972.

FANTINI L., *Case e torri antiche dell'Appennino bolognese*, Bologna, 1960.

FORESTI F. GUCCINI A.M. TOZZI FONTANA M., *Quella era fatica davvero strutture lavoro parole della ferriera*, Bologna, Editrice Moderna, 2003.

GUCCINI A.M., *Tipologie edilizie rurali storiche dell'Appennino bolognese*, Argelato (BO), Minerva Edizioni, 2008.

GUCCINI A.M., *Tipologie edilizie rurali storiche dell'Alta Valle del Reno*, Bologna, Provincia di Bologna, 1999.

HOMES B., *Gli edifici industriali e le infrastrutture*, AGV Studio, 2012.

MEDICI G. SIDOLI B. VENTURINI F., *Là dove scorre il Reno*, Rastignano (BO), Litosei s.r.l., 2014.

VENTURI S., *La fabbrica dell'Appennino: architettura, struttura e ornato*, Casalecchio di Reno, Grafis, 1988.

ZAGNONI R., *Un Filo Lungo Cent'Anni*, Silla (BO), Tipografia Ferri, 1990.

ZAPPAVIGNA P., *Dossier: "Integrazione territoriale degli insediamenti rurali"*, in "Genio Rurale" n.5, 1998.

SITOGRAFIA

https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64&pag=1

https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64&pag=1

<http://badigit.comune.bologna.it/mostre/archeologia/congresso.htm>

<http://www.bicitalia.org/it/bicitalia/gli-itinerari-bicitalia/58-bi1-ciclovia-del-sole>

<http://www.casaboni.it/mulini.htm>

http://www.comune.vergato.bo.it/servizi/notizie/notizie_fase02.aspx?ID=11585

<http://www.discoverpistoia.it/12-05-freddo-e-acqua-creavano-ricchezza/>

<http://www.laporrettana.it/linea/tracciato/tratta-11-3/mappe-old/foto-001.htm>

<http://www.nextenergysrl.it/monofloat-turbina-idroelettrica-5-kwp-canali-fiumi-torrenti/>

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

"Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" NTC 2018 Decreto MIT 17/01/2018.

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.

D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" NTC 2008.

Circolare 2/02/2009, n° 617, C.S.LL.PP.

L.R. 19/2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico".

