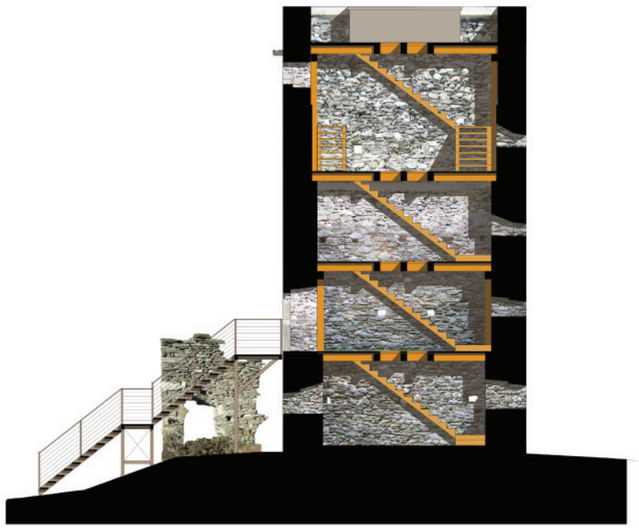


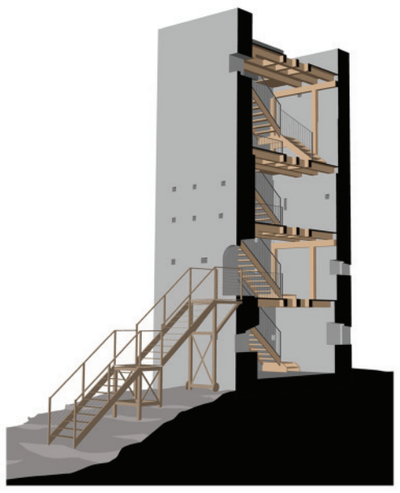
Comune di Colico

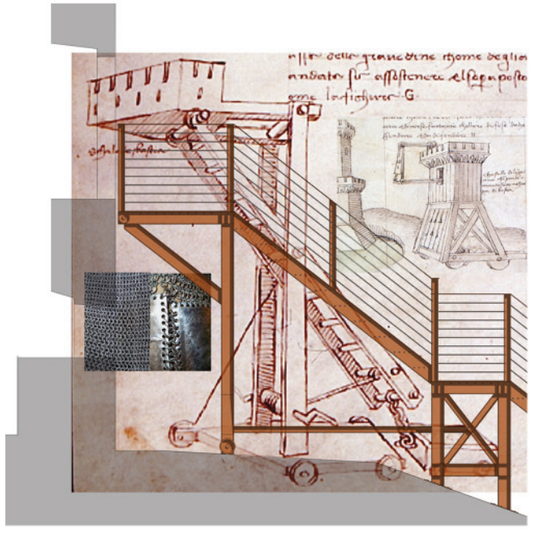
Provincia di Lecco

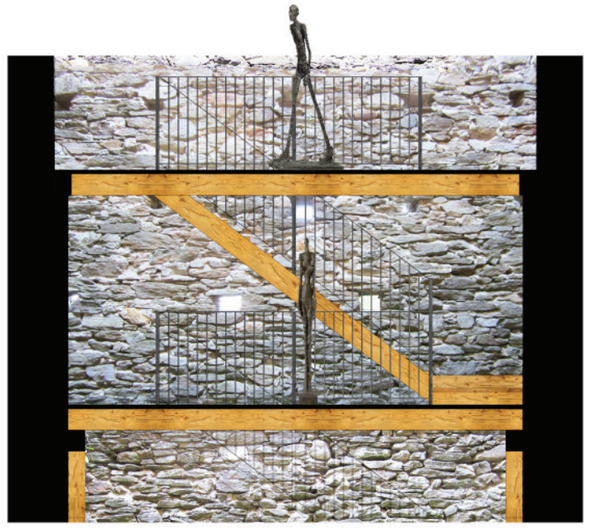
Progetto esecutivo di riabilitazione della torre di Fontanedo

luglio 2017

Relazione tecnica







Nunzio Dego architetto Giusi Rabotti paesaggista - Milano - Corso San Gottardo 13 - 024981914 - nunziodego@alice.it

Nunzio Dego
architetto
Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica

Giusi Rabotti
paesaggista
Dottore di Ricerca in Biologia Vegetale
Specializzata in Architettura del Paesaggio e Fitopatologia

Riabilitazione della Torre di Fontanedo

Relazione tecnica

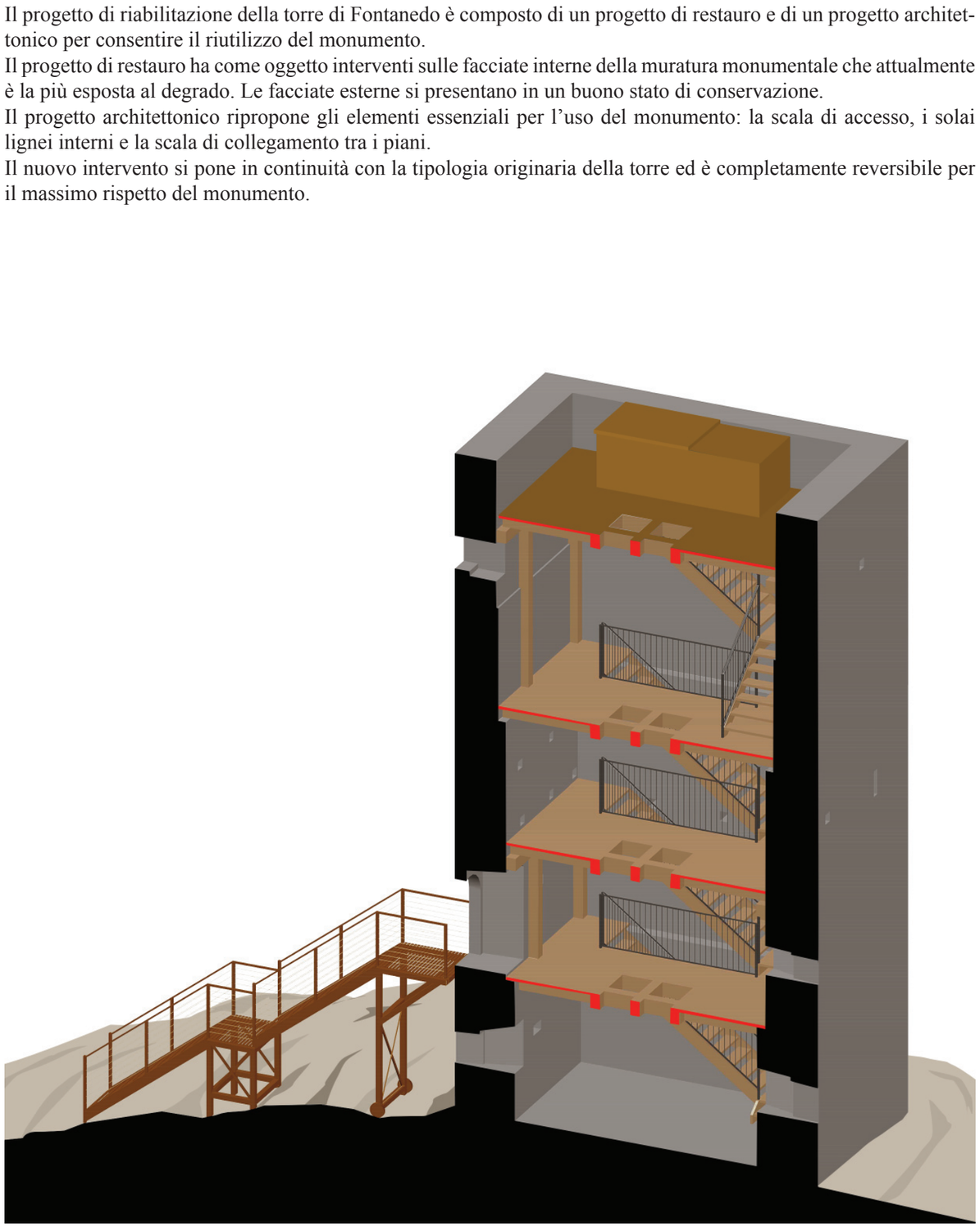
Progetto di restauro dell'esistente

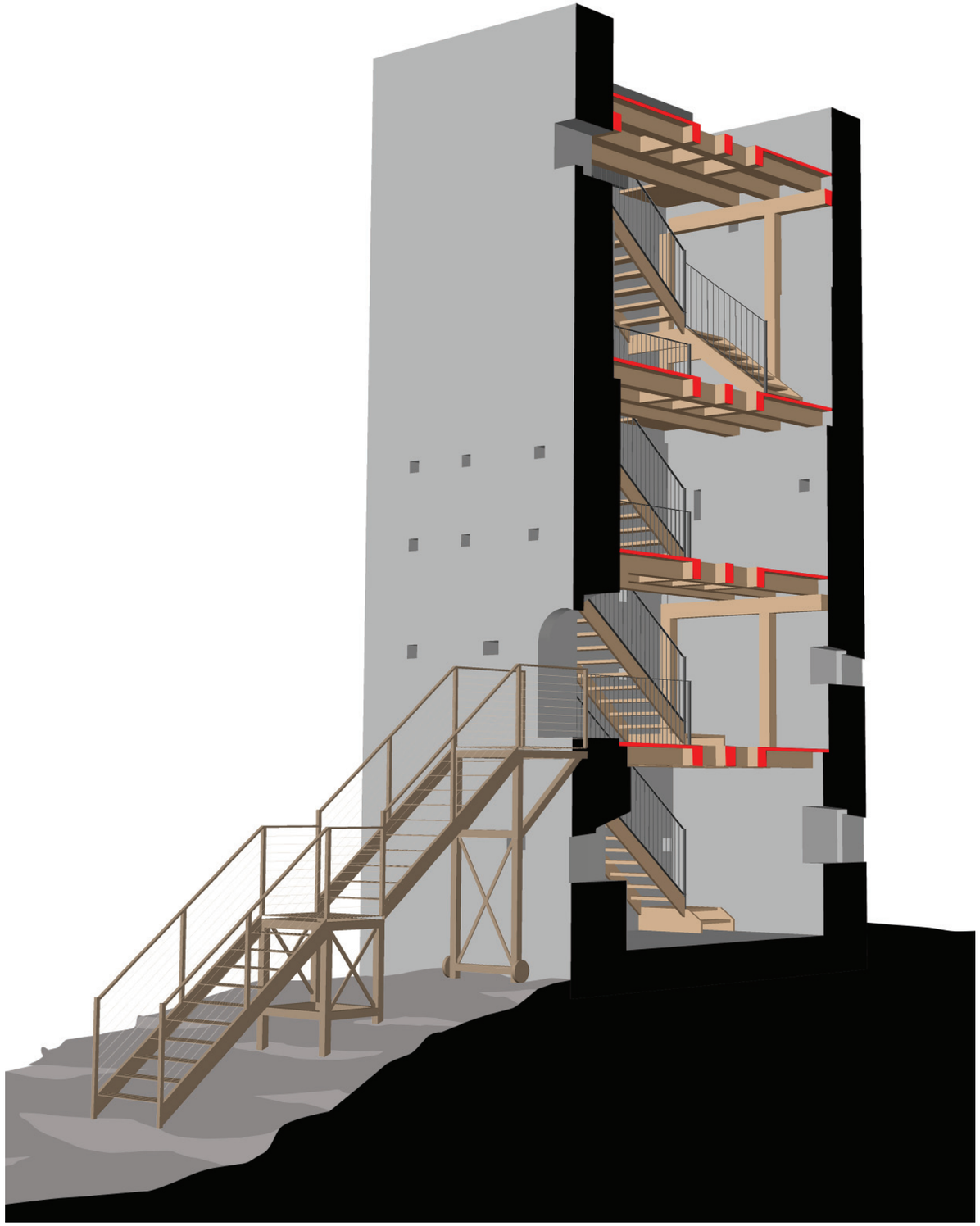
Apparecchio murario
Stato di conservazione
Analisi del degrado (raccomandazioni NorMaL)
Analisi dei leganti
Progetto di restauro

Progetto architettonico

Scala di accesso
Struttura in legno
Scala interna
Copertura
Serramenti
Impianto elettrico
Interventi reversibili sull'esistente

Il progetto di riabilitazione della torre di Fontanedo è composto di un progetto di restauro e di un progetto architettonico per consentire il riutilizzo del monumento.
Il progetto di restauro ha come oggetto interventi sulle facciate interne della muratura monumentale che attualmente è la più esposta al degrado. Le facciate esterne si presentano in un buono stato di conservazione.
Il progetto architettonico ripropone gli elementi essenziali per l'uso del monumento: la scala di accesso, i solai lignei interni e la scala di collegamento tra i piani.
Il nuovo intervento si pone in continuità con la tipologia originaria della torre ed è completamente reversibile per il massimo rispetto del monumento.





Spaccati della torre con i nuovi elementi strutturali

PROGETTO DI RESTAURO DELL'ESISTENTE

Il progetto di restauro consiste nell'analisi dell'apparecchio murario e del suo stato di conservazione, in particolare dell'analisi del degrado secondo le raccomandazioni NorMaL e degli interventi proposti per preservare la struttura dal possibile degrado.

Apparecchio murario

La torre è realizzata in materiale lapideo locale.
I muri hanno uno spessore alla base di 1,20m e alla sommità di 0,80m.
Le pietre locali sono appena sbozzate e a volte usate nella loro forma naturale.
La muratura è irregolare e non presenta piani di posa continui. Al materiale lapideo naturale di forma allungata a volte appena sbozzato si alternano pietre irregolari.
Le pietre locali sono caratterizzate da scisti rossastri con inserti di serizzo e calcite (Borghi)
Il legante è costituito da malta di calce impastata a sabbia (Vianini)
I liti usati per i cantonali, per la loro funzione legante, hanno forme allungate e piani di stesura abbastanza regolari.
La muratura basamentale fi no a q.+8,50 presenta un tessitura irregolare ma omogenea con una cura particolare nella scelta e messa in opera delle pietre. I corsi sono più regolari e sono per lo più realizzati con pietre di forma allungata.
La parte terminale (sopra q. +8,50) oltre i buchi pontieri esistenti, presenta una trama lapidea più irregolare con l'uso di pietre arrotondate e meno piatte.

Nel Medioevo e fi no al secolo scorso si ebbero ben pochi progressi nei leganti impastando solo la malta di calce (moltam) con sabbia e acqua. La tecnica di migliorare la calce con la pozzolana verrà dimenticata nell'alto medioevo. A questa causa di degrado va associato l'impiego di materiale lapideo senza accurata riquadratura alla maniera dell'opus gallicus" quindi con maggior impiego di malta. Ricordiamo che la muratura in pietrame del medioevo era di due tipi: l'opera romanese e l'opera gallica a secondo dell'impiego delle pietre: squadrate le une, quasi allo stato naturale le seconde. Non è ricordata nel memoratorio la muratura a secco, usata dai romani e diffusa nel medioevo soprattutto per l'edilizia militare (bastioni, torri, castelli). Le costruzioni impiegano come legante malta di calce, elastica e con scarsa capacità di aderenza. In tal modo, potevano aversi deformazioni ripartite senza il rischio di danni concentrati, smorzava il movimento degli angoli – conci in pietrame causati dalla variazione della temperatura ed inoltre aveva un gran pregio, la capacità di ributtare l'umidità assorbita. In quei tempi la tecnica costruttiva non faceva difetto. Non mancavano maestranze. I magisteri lapidum ed i magisteri lignamis costituiscono due categorie di maestri affi ni, con agevolazioni per le norme costruttive da seguire ed anche per agevolazioni fi scali. I compiti per l'edilizia sono codifi cati nel "Memoratium de mercedibus magisteri commacinorum" variamente attribuito a Gimondo, (662-671) o a Liutprando (712-744), comunque posteriore all'VIIII secolo.
Le murature ad "opus incerta" hanno il grosso vantaggio delle piccole dimensioni del materiale (le pietre) facilmente trasportabili dalla cava alla fabbrica o via terra (vecturari) o per via di acqua (lenanculari). Per modeste altezze le pietre venivano elevate a spalla con gerli o cesti, mentre la calce veniva sollevata unitamente a un truogolo.
Per le torri e le murature di notevole altezza, si ricorreva all'uso di impalcature (macchine scansoriae) in legno, erette parallelamente alle fronti. Il legno viene usato sotto forma di pertiche, di assi, di tondelli. Il ponteggio, in genere, viene ancorato alle murature. Queste presentano fori angolari orizzontali sormontati da un piccolo architravi.
Questi fori a volte inducono in errore presentandosi come feritoie. (arch. Vianini)

Stato di conservazione

L'apparato murario delle facciate è in un buono stato di conservazione. Non si riscontrano lesioni rilevanti delle murature o aree disomogenee. Gli elevati non presentano fuori piombo patologici.
Gli interventi realizzati negli anni 80 hanno preservato le murature da possibili infi ltrazioni di agenti atmosferici che avrebbero potuto comprometterne lo stato di conservazione

Trama muraria della parte basamentale e della parte terminale della torre

Degrado delle pareti interne

Degrado delle pareti interne e presenza di vegetazione allaquota dell'attuale livello di calpestio

Alla sommità della muratura è stata realizzata una copertina/correa in cemento armato con l'inserimento orizzontale
di piode a protezione del coronamento.
Sempre negli anni 80 sono state inserite, nelle diverse rastremazioni murarie, delle coree in cemento armato con gabbiette ancorate agli angoli della struttura.

Analisi del degrado (raccomandazioni NorMaL)

Le uniche tracce di degrado consistono nella presenza sulle pareti interne di tracce di vegetazione infestante, patina biologica ed erosione di giunti di malta di calce.
La quota del pavimento interna contiene una serie di detriti, probabilmente dovuti al crollo della parte alta della torre e ai diversi interventi che si sono susseguiti nel tempo. Su questi detriti si è insediato uno strato di vegetazione infestante che non permette di verifi care la quota originaria di calpestio.

Degrado delle superfi ci – PRESENZA DI VEGETAZIONE
In alcune parti molto circoscritte (vedi tavole) sono presenti licheni muschi e piante.
Le cause sono dovute ad accumuli di umidità che hanno favorito l'attacco di organismi autotrofi quali licheni e piante superiori.

Degrado delle superfi ci – PATINA BIOLOGICA
Nelle parti aggettanti interne corrispondenti alle rastremature della sezione muraria e nelle parti basse è presente una patina biologica di colore verde.
La patina biologica è costituita prevalentemente da microorganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc..
La causa è dovuta ad azione di microrganismi autotrofi ; alla presenza di umidità o di acqua; alle caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, rientranze, ecc).
Degrado delle superfici – EROSIONE

In alcune aree dell'apparato murario sono stati erosi i giunti di malta di calce.
La causa è dovuta agli agenti atmosferici, in particolare la pioggia, dal momento che le murature interne sono prive di copertura.

Analisi dei leganti

Il legante della muratura è composto da malta di calce impastata a sabbia.
Prima di procedere all'utilizzo di malte per la stilatura di parti dell'apparato murario è necessario analizzare le malte utilizzate per poterne mettere in opera simili.
Le analisi di laboratorio hanno lo scopo di identifi care i materiali utilizzati per la realizzazione della malta della muratura, defi nirne la composizione mineralogicopetrografi ca, la granulometria, il rapporto legante/aggregato.
Le metodologie analitiche utilizzate fanno riferimento alle seguenti Raccomandazioni UNI - Normal (ICR e CNR):
Per le malte e gli intonaci: NORMAL 12/83: Aggregati Artifi ciali di Clasti e Matrice Legante non Argillosa:
Schema di Descrizione. NORMAL 23/86: Terminologia Tecnica: Defi nizione e Descrizione delle Malte.
NORMAL 27/88: Caratterizzazione di una Malta. NORMAL 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei:
Lessico.

Progetto di restauro

Il progetto di restauro ha lo scopo di mantenere la struttura esistente e preservarla dal possibile degrado.
L'intervento riguarda le pareti interne del manufatto poiché presentano i sintomi di degrado esposti sopra.

Rimozione presenze vegetali
Il primo intervento consiste nella rimozione di tutte le presenze vegetali compresa l'area al piano di calpestio.
L'estirpazione delle specie infestanti vegetali sarà realizzata con mezzi adeguati a bassa emissione di vibrazioni che non alterino i materiali componenti la muratura. In seguito si procederà all'intervento di disinfestazione mediante l'utilizzo di adeguati prodotti chimici (Clorotrazina e Metositriazina). Dopo 60 giorni intervento fi nale di pulizia generalizzata della muratura ed eventuale ricorso dei giunti di malta.
Tutte le operazioni, sia interne che esterne, che riguardano il piano di campagna devono essere concordate con la Sopritendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio.

Lavaggio con acqua
Successivamente si procede con il lavaggio delle pareti con acqua e l'utilizzo di attrezzi manuali per eliminare lo sporco, i muschi e i licheni presenti.
Le superfi ci da trattare saranno interessate da getti d'acqua a bassa pressione proiettati con l'ausilio di ugelli indirettamente
dall'alto verso il basso in modo da giungere sul materiale per caduta.
Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato ruscellamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi.
Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura.

Pulitura con biocida
Per eliminare in modo defi nitivo le patine biologiche presenti in diverse zone è prevista una pulitura con biocida.
Prima della pulitura saranno eseguite prove preliminari del prodotto alla scopo di valutare l'effi cacia del biocida, il suo livello di concentrazione ed eventuali reazioni negative con il supporto.
Si procederà con un lavaggio puntuale nelle zone aggredite da muschi e licheni con l'utilizzo di adatto biocida (ipoclorito di litio in soluzione acquosa all1-2%) e risciacquo abbondante delle zone interessate dall'intervento.

Stilatura delle pietre
In diverse aree da valutare in opera, una volta montati i ponteggi, si provvederà a stilare l'apparato murario utilizzando una malta simile a quella esistente. La scelta dei componenti naturali e delle percentuali per l'impasto è data dalle analisi condotte in precedenza.
In genere le stilature saranno realizzate in corrispondenza degli allettamenti orizzontali delle pietre per permettere una maggiore adesione tra di esse. O comunque in tutte quelle parti dove è necessario rafforzare la coesione tra gli elementi lapidei.
I lavori prevedono la preparazione delle superfi ci con accurata pulitura con spazzole di saggina per togliere le tracce di sporco e residui facilmente asportabili, successiva pulitura con acqua nebulizzata a bassa pressione.
Eventuale eliminazione delle malte incoerenti utilizzando piccoli scalpelli, evitando accuratamente di produrre fratture e/o lesioni al materiale al contorno. Ristilatura dei giunti di malta eccessivamente decoesi con malta simile a quella esistente e sigillatura delle eventuali fessurazioni profonde con stucco a base di legante idraulico additti-
vato con resine epossidiche.

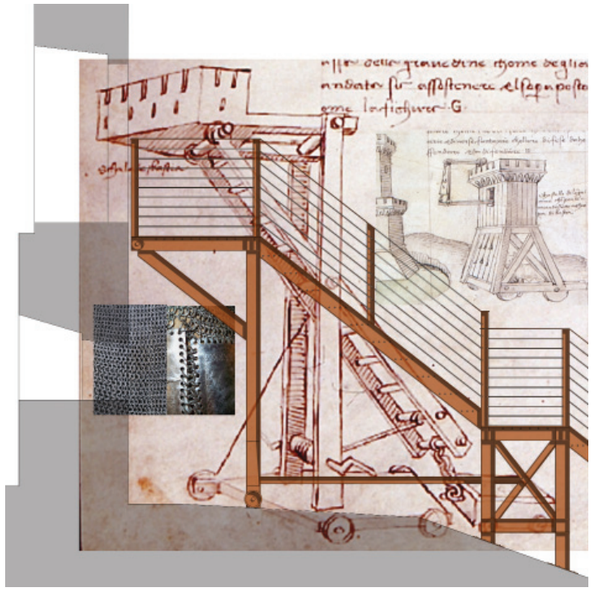
Il progetto architettonico introduce una serie di elementi nuovi che riprendono gli elementi tipologici della torre per poterne permettere il suo riutilizzo. Di seguito sono descritti gli aspetti tecnici dei principali elementi dei progetto.

Scala di accesso

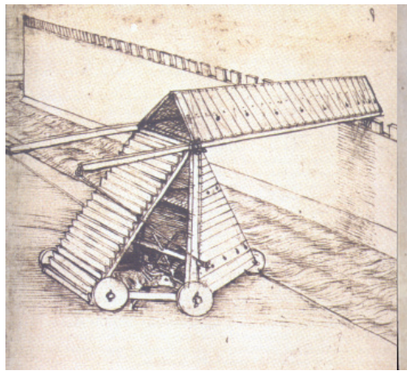
La scala di accesso è l'unico ingresso della torre ed è realizzata con una struttura in acciaio corten con profi li a C ottenuti dalla piegatura delle lastre in produzione.
La scala è in linea e composta di due rampe, ognuna di 10 gradini, con un pianerottolo intermedio e un pianerottolo di sbarco di fronte all'accesso al monumento.
I gradini e i pianerottoli sono in corten, con opportuni rinforzi strutturali, e sono imbullonati ai cosciali della struttura principale.
Tutta la struttura è assemblata mediante saldatura delle sue parti.
Il fissaggio a terra è previsto con piastre imbullonate alla roccia con idonei tirafondi. Nel caso dei due primi appoggi verso la torre è prevista l'eventuale realizzazione di plinti in c.a., previa verifi ca della presenza di roccia sottostante per il fi ssaggio con piastre e tirafondi.

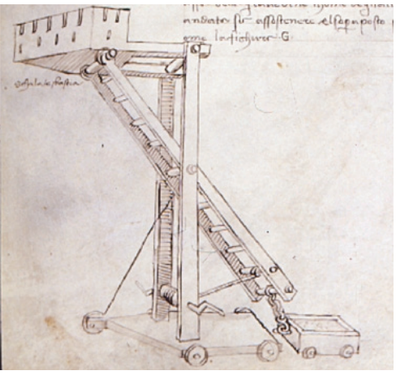
La scala è autoportante e staccata dalla torre (5cm) per non andare in alcun modo ad interferire con l'apparato murario del monumento.
I parapetti sono realizzati con cavi di acciaio tirati da tenditori.
Nella parte della struttura di fronte alla torre è prevista la posa di una maglia di rete di acciaio.
Tutti questi elementi e la struttura stessa della scala si rifanno alle macchine d'assalto delle fortezze del Medioevo e Rinascimento.

Progetto della scala d'ingresso



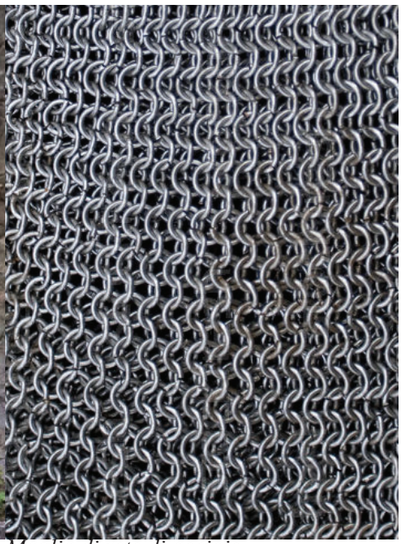
Studi per la scala d'ingresso



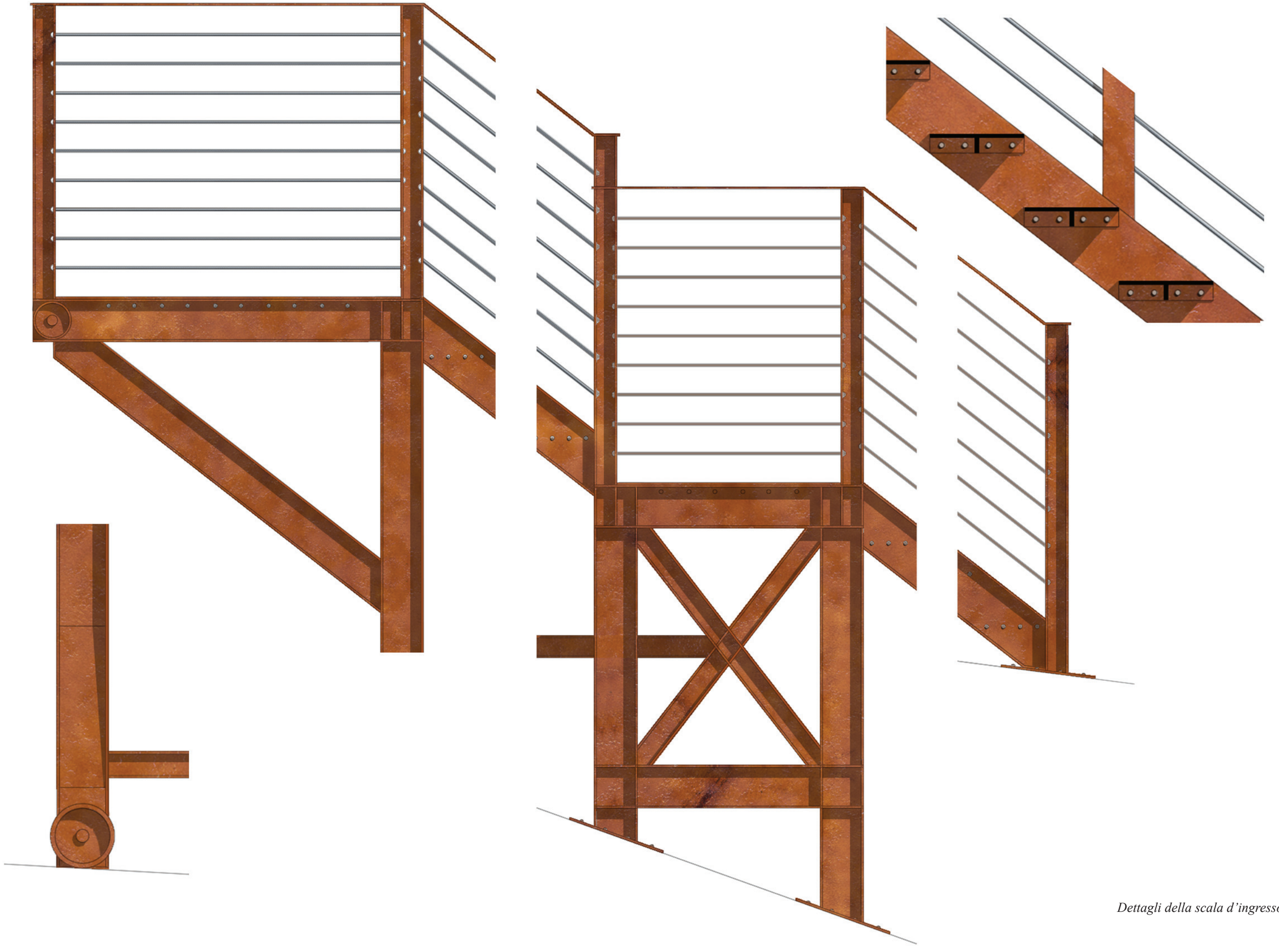


Esempi di macchine di assalto delle fortezze

Esempio di fi ssaggio con piastre imbullonate sulla roccia



Maglia di rete di acciaio



Dettagli della scala d’ingresso

Struttura in legno

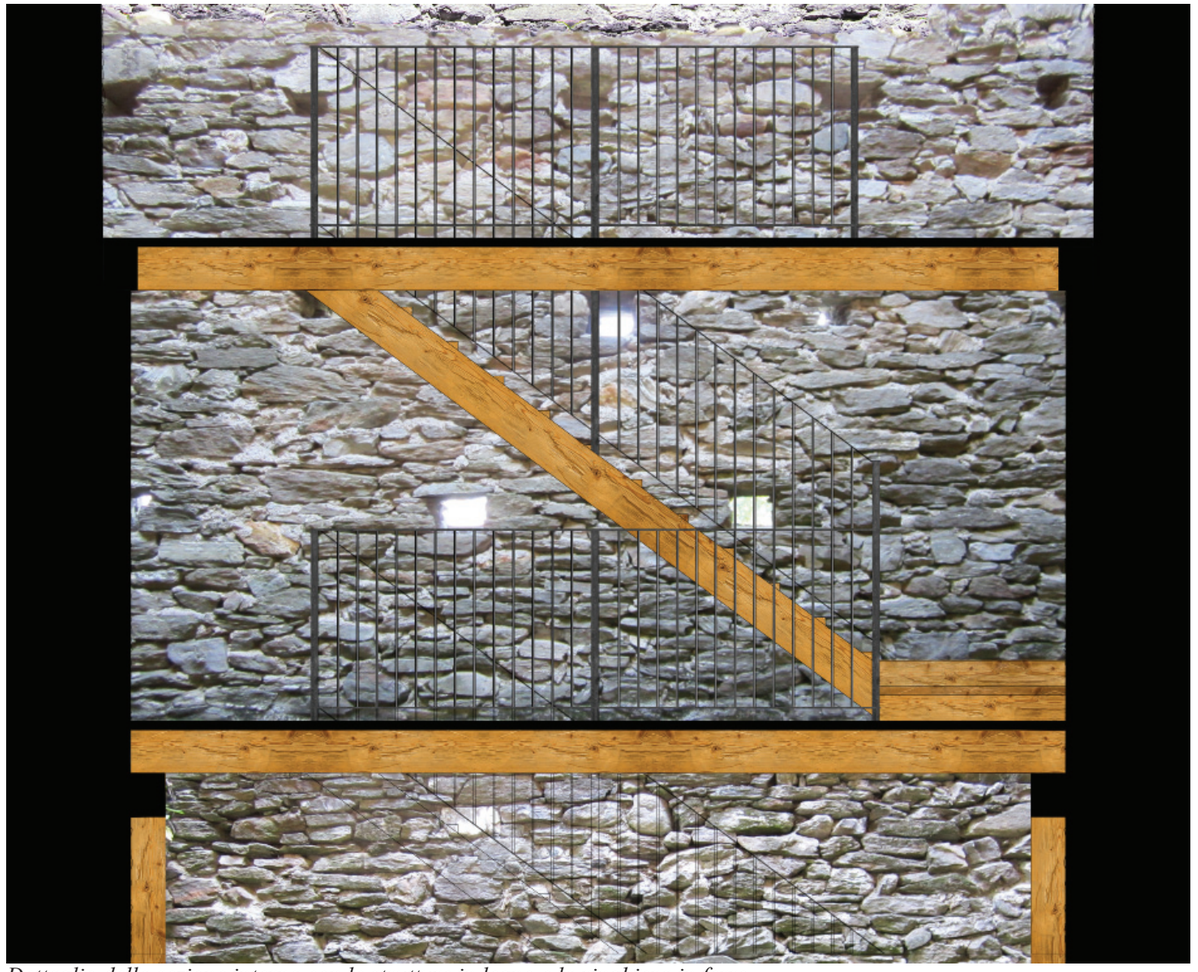
All’interno della struttura muraria della torre viene inserita una incastellatura in legno appoggiata alle rastremature del muro. Le rastremature esistenti, come la copertina alla sommità della muratura, sono state oggetto di un intervento degli anni ’80 con la realizzazione di corree in c.a. rinforzate in corrispondenza degli angoli con armature inserite direttamente nella muratura. Il progetto ripropone le strutture lignee presenti originariamente all’interno della torre. Strutture in origine costituite da travi in legno direttamente ammorsate nella muratura.
Nel progetto i solai sono “appoggiati” sulle rastremature esistenti per non andare ad interferire con la muratura monumentale della torre e per garantire la reversibilità dell’intervento.
Gli unici attacchi possibili mediante piastre o mensole in acciaio di ancoraggio dei pilastri e delle travi sono previsti in corrispondenza degli interventi realizzati negli anni ’80 e coincidono con le commessure dell’apparato murario.
Sulla struttura portante in legno è fi ssato un solaio in legno realizzato con tavole maschiate dello spessore di 5cm..
L’essenza è del tipo larice, quercia o castagno con fi nitura spazzolata. La struttura è tutta in legno massello e lasciata del colore naturale con un trattamento protettivo contro gli insetti xilofagi.

Scala interna

La scala interna di collegamento tra i piani è realizzata in legno della stessa essenza della struttura su cui si appoggia.
La scala è composta da due cosciali in legno (sps.5cm) che contengono pedate in legno. L’alzata è lasciata libera.
Il parapetto è costituito da una ringhiera in ferro a disegno semplice per ottenere la massima trasparenza verso la trama muraria monumentale. I montanti sono fi ssati alla struttura lignea con idonee piastre di acciaio.
Il ferro della ringhiera viene mantenuto del suo colore naturale con l’applicazione di una vernice protettiva.

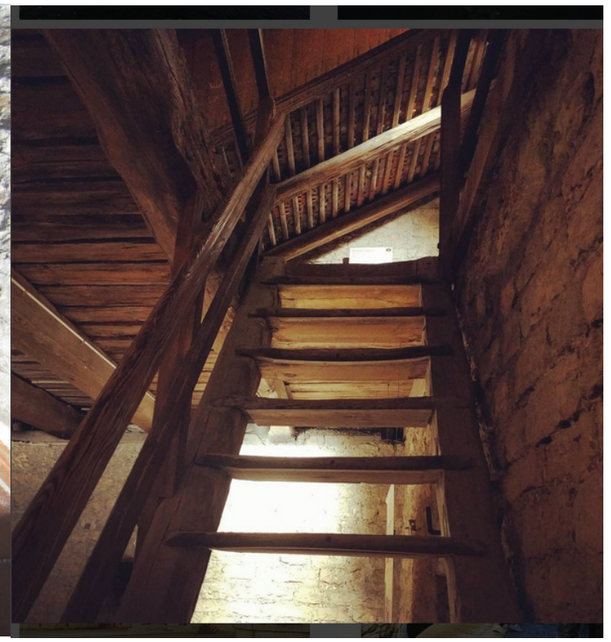
Copertura

Sull’ultimo solaio di legno è appoggiata un manto di copertura in corten.
In questo modo è possibile avere un tetto piano praticabile antiscivolo resistente agli agenti atmosferici. Tra l’assito e il corten è prevista la posa di una guaina impermeabile.
Particolare cura è da porre al risvolto sui muri della torre. Una scossalina fissata direttamente al muro risolve l’attacco.
Il fi ssaggio della scossalina avviene con appositi tasselli da inserire in corrispondenza delle commessure dell’apparato murario.
L’andamento irregolare del muro e la scossalina è colmato con apposita guarnizione impermeabile.
Le acque meteoriche sono evacquate da 4 doccioni in metallo posti in prossimità degli angoli della copertura.
L’accesso alla copertura è garantito da un boccaporto con sportello piano scorrevole e anta ribaltabile.
Tutta la struttura è in legno coibentata e rivestita da lamiera metallica in corten.

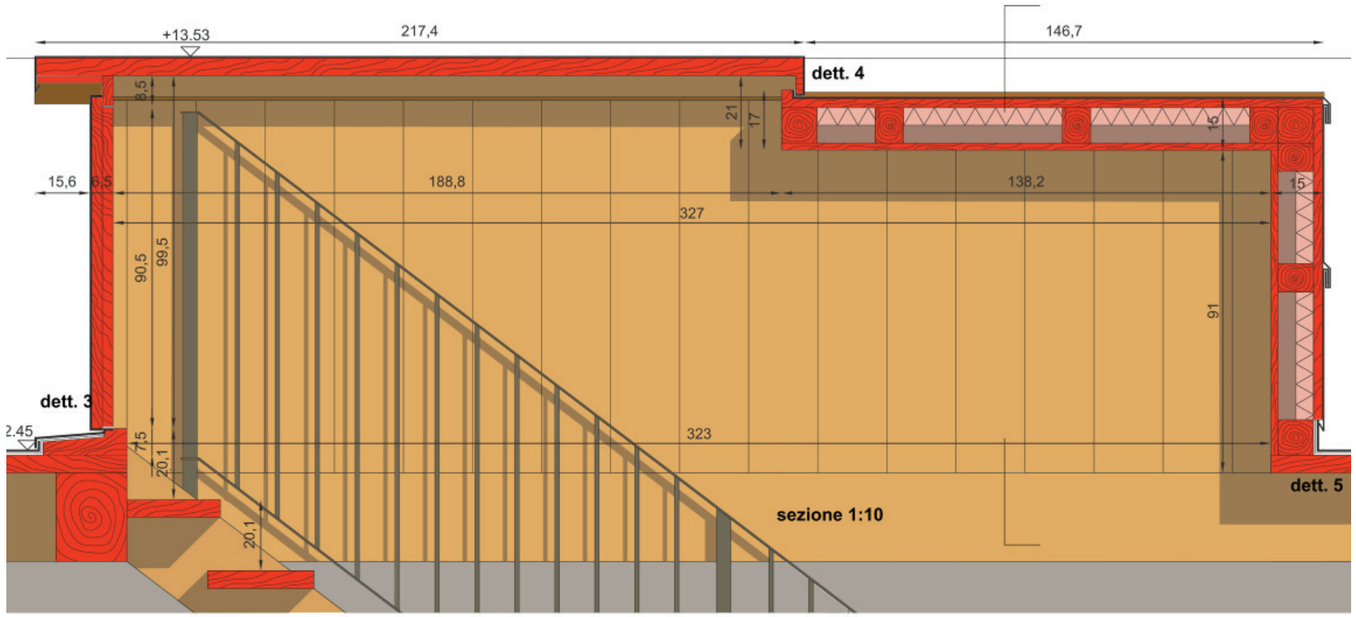


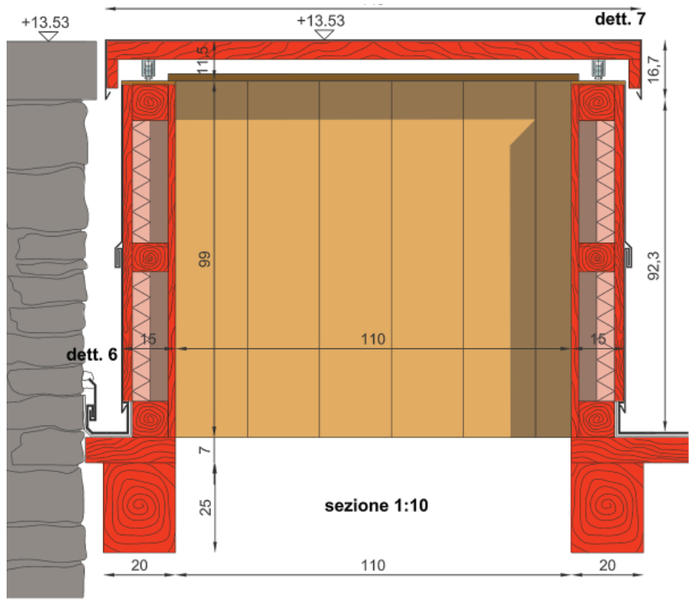
Dettaglio della sezione interna con le strutture in legno e la ringhiera in ferro

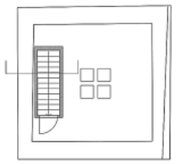
Dettaglio della sezione copertura i corten

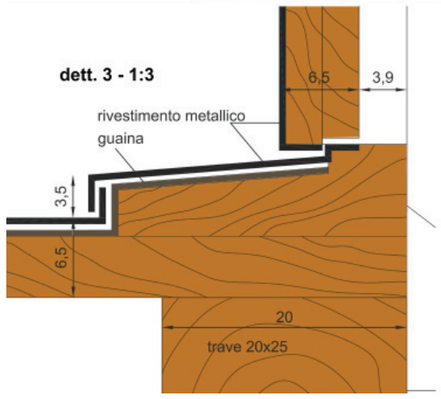


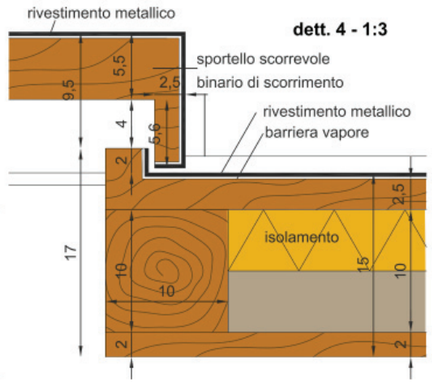
Esempio di scala interna in legno

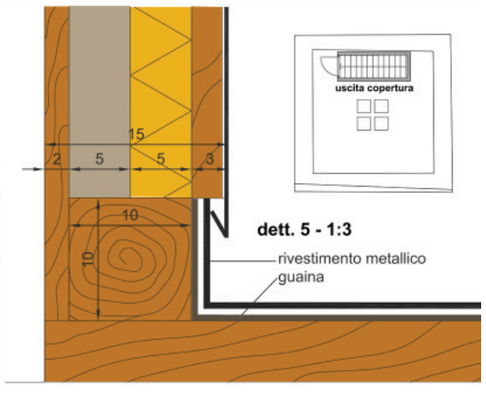


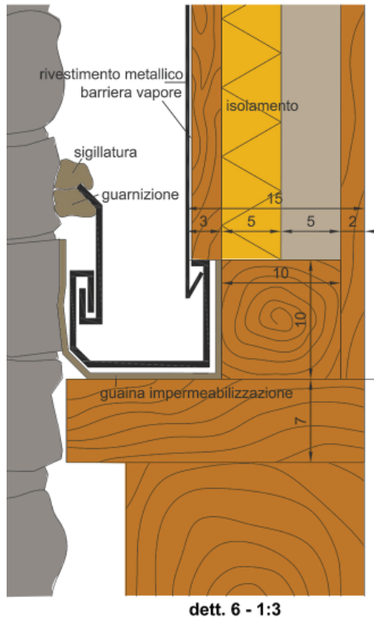


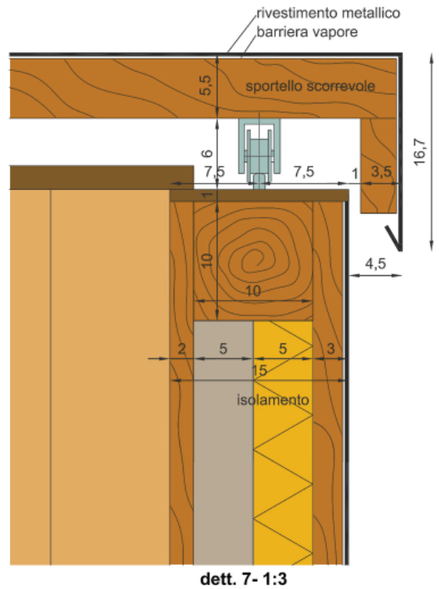


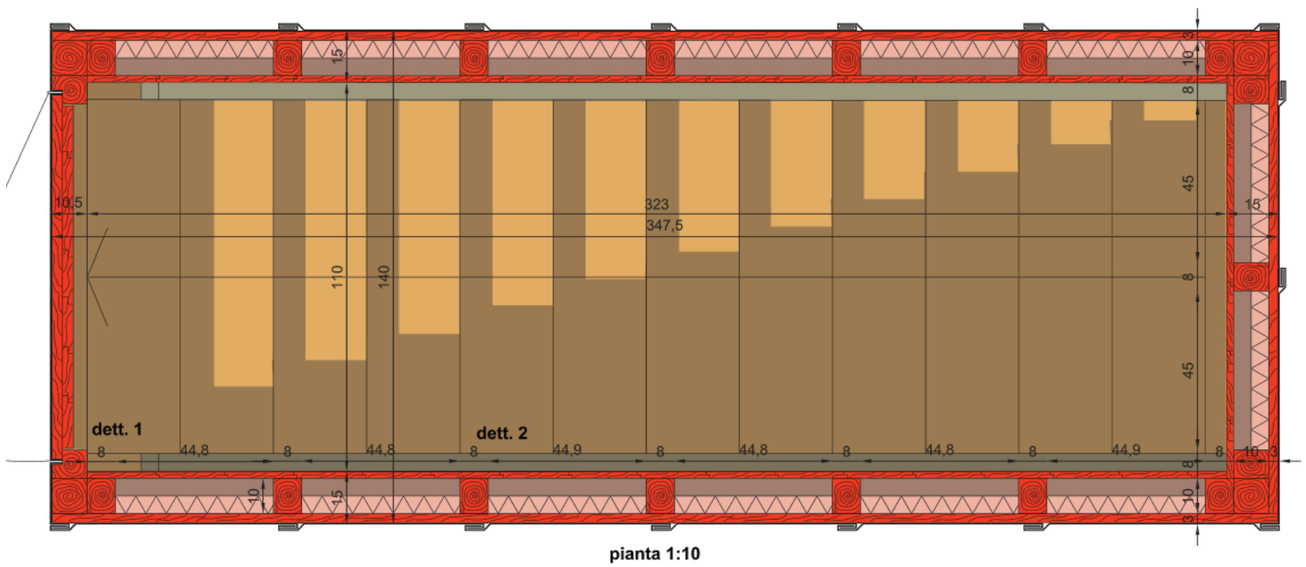












pianta 1:10

Dettaglio dell'uscita in copertura

Serramenti

La porta d'ingresso è in legno con telaio in ferro ancorato alla muratura. La superfi cie esterna è rivestita in metallo con chiodatura in acciaio a testa tonda e passo regolare. All'interno un rivestimento di doghe di legno.

La finestra verso Sud dell'ultimo piano è realizzata con profi li metallici tipo ferro fi nestra. Il telaio è fi ssato alla muratura esistente sfruttando le commessure murarie.

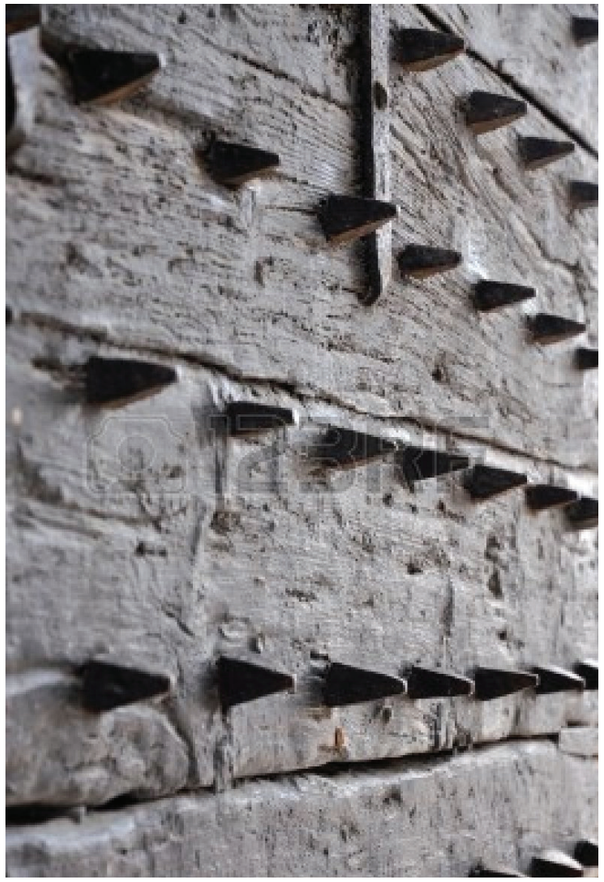
Al centro di ogni solaio sono presenti vetri stratifi cati calpestabili antiscivolo con struttura in ferro a fi lo del piano di calpestio. Il serramento centrale di 165x165cm con 4 specchiature è appoggiato sulla struttura in legno.
Le feritoie sono tamponate con lastre di vetro sagomate per ciascuna di esse. I bordi sono stuccati con materiale vetroso per colmare le lacune tra la lastra di vetro e la pietra. Le lastre sono rimovibili per permettere la pulizia e la manutenzione. Sono tenute in posizione con perni di acciaio inox fi ssati nelle commessure delle pietre.

Impianto elettrico

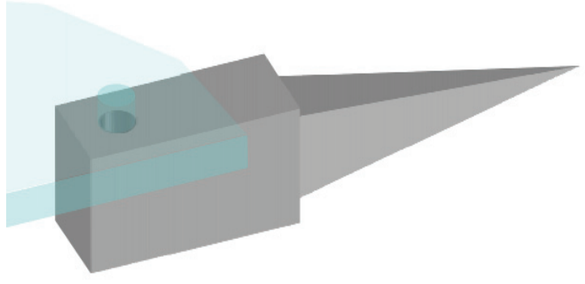
L'impianto elettrico della Torre di Fontanedo è progettato per illuminare le sale espositive ai vari piani ed è articolato in modo flessibile per potere posizionare ed orientare le fonti luminose in funzione degli oggetti esposti.
Tutto l'impianto è di tipo esterno con tubazioni, scatole, ecc. in acciaio zincato / rame.
L'impianto dovrà essere eseguito nel rispetto delle vigenti normative in materia e al termine dei lavori l'impresa esecutrice dovrà rilasciare la certificazione di conformità dell'impianto.
Tutto l'impianto è predisposto in previsione all'allacciamento della rete pubblica di illuminazione non ancora presente sull'area. Nell'attesa dell'allacciamento è prevista la fornitura di una coppia di batterie / gruppo elettrogeno per rendere efficiente il circuito.
Il quadro generale è collocato al piano 0.00 in corrispondenza della partenza della rampa di scale.
Dal quadro parte il tubo esterno Ø32 che costituisce la dorsale principale dell'impianto da cui si dipartono ad ogni piano, attraverso una scatola di derivazione, le dorsali secondarie.
L'impianto di illuminazione ai vari livelli sarà costituito da un binario elettrificato di ridotto spessore, sostenuto da cavetti d'acciaio sospesi e fissati alle travature lignee, sul quale verranno applicate delle sorgenti luminose costituite da faretti a LED. Il binario si sviluppa a C lungo il perimetro delle sale di fronte alla scala di collegamento. Il colore del binario e dei faretti è del tipo alluminio / acciaio per essere il più neutro possibile rispetto al colore delle pareti in pietra a vista.
In prossimità della scala, in corrispondenza delle scatole di derivazione, verrà montata una lampada a LED di emergenza per ogni piano.
Tale soluzione risulta essere di scarso impatto visivo sia da un punto di vista architettonico ed al tempo stesso potrà prestarsi in modo flessibile ai diversi utilizzi di ciascun ambiente.
Si precisa che i corpi illuminanti, previsti nel presente progetto esecutivo saranno comunque oggetto di attente prove d'illuminazione prima di procedere alla loro definitiva e completa installazione.

Il progetto comprende la posa di un impianto di protezione contro i fulmini. L'impianto consiste in un'asta di captazione fissata alla sommità della torre collegata ad una calata in acciaio fissata esternamente con supporti in zama zincata e collegata alla base con un dispersore a piastre d'acciaio.

Porta d'ingresso



Esempio di finitura esterna di porta medievale

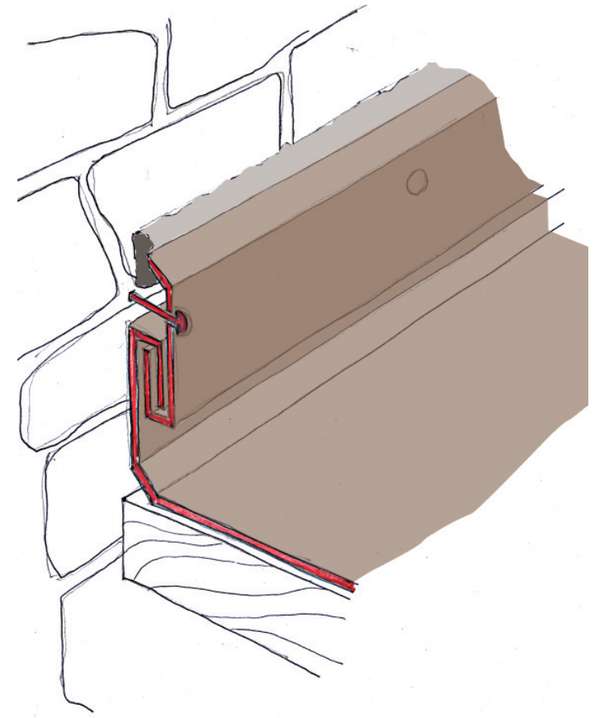


Struttura per fissaggio vetri sagomati

Esempio di tubo in acciaio per impianto elettrico

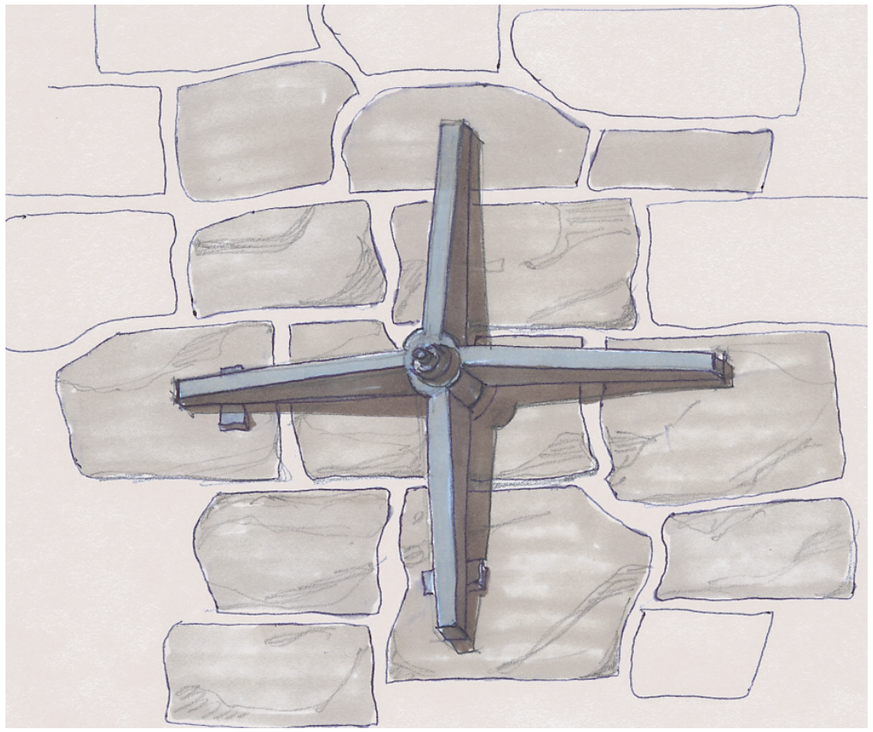
Interventi reversibili sull'esistente

Tutti i nuovi elementi introdotti per rendere funzionale la torre sono completamente reversibili senza che le strutture esistenti vengano minimamente compromesse.
La struttura autoportante in legno si appoggia sulle rastremazioni interne della muratura della torre rinforzate negli anni 80 con la realizzazione di corree in cemento armato. Gli eventuali punti di ancoraggio che si dovessero rendere necessari per irrigidire la struttura in legno saranno eseguiti in corrispondenza delle corree in cemento armato.
Tutti i punti di fissaggio dei telai dei serramenti in ferro (porta ingresso e due finestrini), come gli elementi di fissaggio dei vetri sagomati posizionati in corrispondenza delle bocche da fuoco, saranno posizionati in corrispondenza delle commessure delle pietre per non compromettere l'apparato lapideo delle murature.
Il fissaggio del risvolto della scossalina di protezione dei bordi della copertura metallica sarà realizzato in corrispondenza delle commessure delle pietre. Mentre il punto di contatto dei materiali verrà riempito con guarnizione e sigillatura con mastici reversibili senza danneggiare l'apparato murario.
Il fissaggio della canalina di risalita dell'impianto elettrico come le scatole di derivazione è realizzato con tasselli inseriti nelle fughe esistenti tra le pietre.
Gli unici punti dove è necessario rimuovere le pietre è in corrispondenza della posa dei nuovi doccioni metallici per lo smaltimento delle acque in copertura. Saranno scelti punti dove l'intervento risulta meno invasivo e in corrispondenza degli interventi di ricucitura realizzati negli anni 80.
Gli altri interventi invasivi riguardano il posizionamento delle catene per garantire la sicurezza statica dell'edificio. Le catene sono posizionate in corrispondenza degli angoli delle murature. La loro posa comporta il trapanamento puntiforme di tutto l'apparecchio murario per poter posizionare le chiavi che permettano il funzionamento della catena.

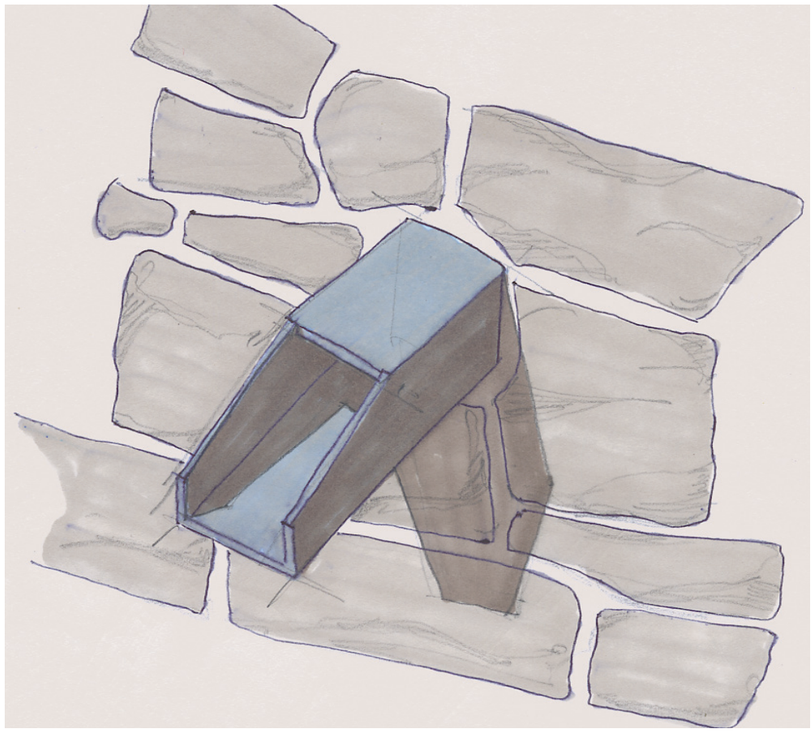
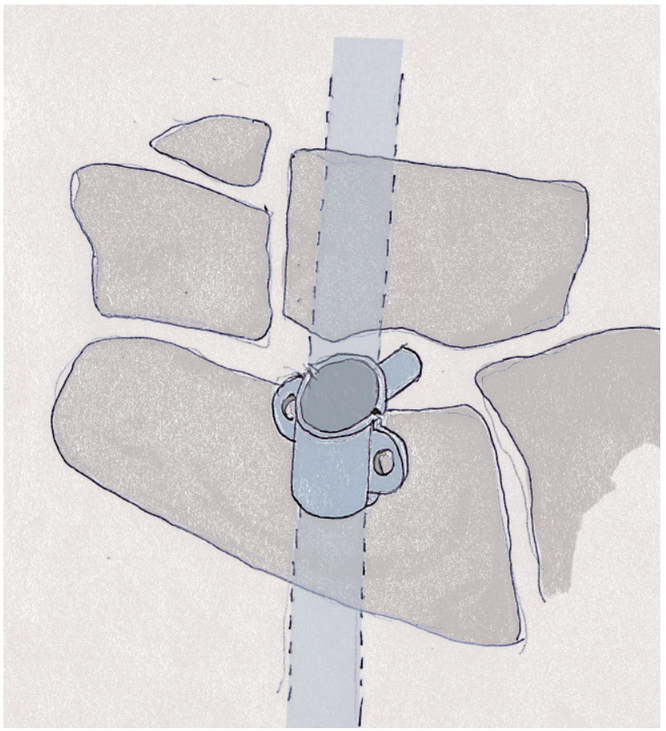


Fissaggio al muro della scossalina inmmetallo del manto di copertura

Chiave in acciaio posizionata sulla murature esterna



Doccione metallico per smaltimento acque copertura



Fissaggio al muro della canalina dell'impianto elettrico esterno