

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile-Architettura



TESI DI LAUREA

**ORIZZONTI URBANI:
IL SERBATOIO GRAMSCI**

Relatore:

Chiar.mo PROF. EDOARDO NARNE

Laureanda:

ELISABETTA TESO

1177156

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

Introduzione

1_ACQUEDOTTO E SERBATOI

1.1	L'acquedotto	12
1.2	La storia dell'acquedotto padovano	20
1.3	I serbatoi pensili storici	32
1.4	Tipologie di serbatoi pensili	46
1.5	I serbatoi pensili a Padova	58
1.6	Il serbatoio sospeso Gramsci	90

2_ATLANTI DI PROGETTO

2.1	Atlante progetti in Italia	110
2.2	Atlante progetti in Europa	122
2.3	Atlante progetti nel Mondo	134

3_FOTOGRAFIA, ARTE E ARCHITETTURA

3.1	Fotografia: i coniugi Becher	148
3.2	Arte cinetica	168
3.3	Architettura cinetica	182

4_IL SERBATOIO GRAMSCI

4.1	Punto di partenza	214
4.2	Motivi progettuali	232
4.3	Il progetto	244

Conclusioni

Questa tesi si pone l'obiettivo di riflettere in merito all'estetica architettonica dei serbatoi sospesi dell'acquedotto nel Comune di Padova gestiti dalla società AcegasApsAmga.

Questi elementi che fanno parte di un sistema idraulico più ampio, non vengono spesso considerati nella loro totalità come elementi positivi nel paesaggio, molto spesso vengono considerati negativamente in quanto costruiti con materiali freddi, come calcestruzzo armato, considerando maggiormente il lato funzionale rispetto a quello estetico. In seguito all'inserimento dell'intero territorio del Comune di Padova nella zona sismica classificata come livello 3 di pericolosità (basso), è diventata indispensabile la messa in sicurezza dei serbatoi sospesi dal punto di vista strutturale. La società AcegasApsAmga, che ha in gestione il servizio di distribuzione dell'acqua potabile a Padova, ha formulato la richiesta e la necessità di rendere uniformi nell'aspetto esterno i serbatoi.

La tesi propone un modello di facciata di rivestimento esterno da installare in tutti i serbatoi sospesi, uniformandoli esteticamente, dopo essere intervenuti con le opere di messa in sicurezza sismica.

L'intervento architettonico è stato progettato con il principio di mantenere la forma esistente del serbatoio senza sostanziali cambi di forma e di dimensione. La facciata seguirà i principi dell'architettura cinetica, creando un effetto dinamico grazie all'azione del vento, che ricorda il movimento dell'acqua.

Il lavoro è partito da una iniziale ricerca sulle componenti che costituiscono un acquedotto cittadino e sulla funzione in particolare dei serbatoi.

In seguito viene presentata una ricerca sulla forma, la geometria e gli interventi di riqualificazione realizzati in diversi paesi.

Prima di entrare nel vivo del progetto sono riportate le ricerche sia nella fotografia con il lavoro dei coniugi Becher sui serbatoi d'acqua, sia nel campo dell'arte e dell'architettura cinetica. I principi di queste discipline costituiscono la base delle scelte progettuali visibili nel capitolo successivo, in cui si trovano gli elaborati dell'idea progettuale.

1

ACQUEDOTTO E SERBATOI

- 1.1 L'acquedotto
- 1.2 La storia dell'acquedotto padovano
- 1.3 I serbatoi pensili storici
- 1.4 Tipologie di serbatoi pensili
- 1.5 I serbatoi pensili a Padova
- 1.6 Il serbatoio sospeso Gramsci

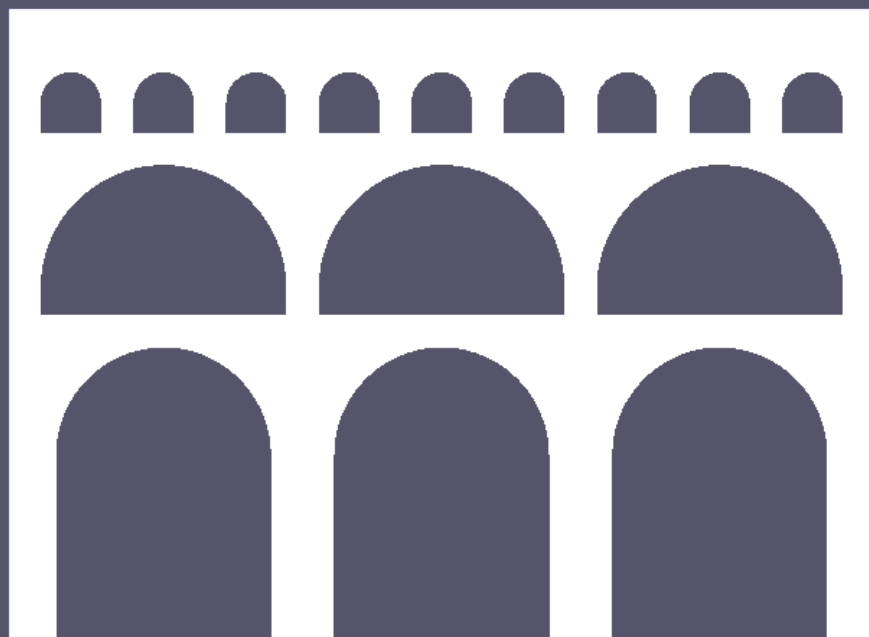
Le pagine successive verranno divise in due parti: la prima, legata all'infrastruttura dell'acquedotto con le sue componenti e il suo funzionamento, la seconda invece si concentra maggiormente in una struttura dell'acquedotto: ossia il serbatoio. Da qui il titolo: acquedotto e serbatoi.

Il punto di partenza è la definizione dell'acquedotto, descrivendo gli elementi costituenti e il funzionamento. Successivamente viene preso in considerazione l'acquedotto patavino narrandone la storia della sua costruzione, dall'epoca romana fino agli ultimi decenni del '900. Di questa costruzione secolare rimangono ancora presenti nel territorio padovano alcune tracce, come Ponte Molino e il serbatoio La Rotonda.

Tra tutti gli elementi che compongono l'acquedotto viene descritto con maggiore attenzione l'infrastruttura del serbatoio, descrivendone il funzionamento, i diversi materiali di cui è costituito e le diverse forme che lo identificano. Anche in questo caso si pone l'attenzione nell'acquedotto patavino illustrando la varietà di serbatoi che si innestano nella rete di

distribuzione cittadina.

Infine, viene posta messo in evidenza il serbatoio Gramsci, elemento da cui partire per sviluppi progettuali futuri.



1.1

L'ACQUEDOTTO

Acquedotto: insieme delle opere necessarie a prelevare, eventualmente trattare, trasferire, immagazzinare e distribuire acqua fino alla sua destinazione.

Usi relativi agli impianti di acquedotto:

- Uso civile potabile, il consumo umano si riferisce a tutti gli usi di cucina comprese apparecchiature di lavaggio, piscine e servizi igienici.
- Uso civile non potabile, acque di lavaggio dei vasi igienici, acque innaffiamento dei giardini
- Uso agricolo, irriguo e estensione zootecnico e ittiogenico
- Uso produttivo, usi industriali e dei settori commerciale e terziario per la parte non potabile, comprende acque di processo, per la produzione di energia

termica e forza motrice e energia elettrica, ma anche per il raffreddamento di centrali termoelettriche, termonucleari o di altre macchine destinate alla produzione.

Il sistema acquedottistico è costituito da un insieme di tecnologie che contribuiscono alle opere di presa, trattamento, trasferimento, immagazzinamento e distribuzione dell'acqua fino alla sua destinazione.

In base alla destinazione d'uso dell'acqua, le caratteristiche e le proprietà dell'acqua variano molto e di conseguenza variano anche le strutture che costituiscono l'acquedotto. Anche le dimensioni dell'opera sono proporzionali alle quantità di acqua richieste e alla sua variazione nel tempo.

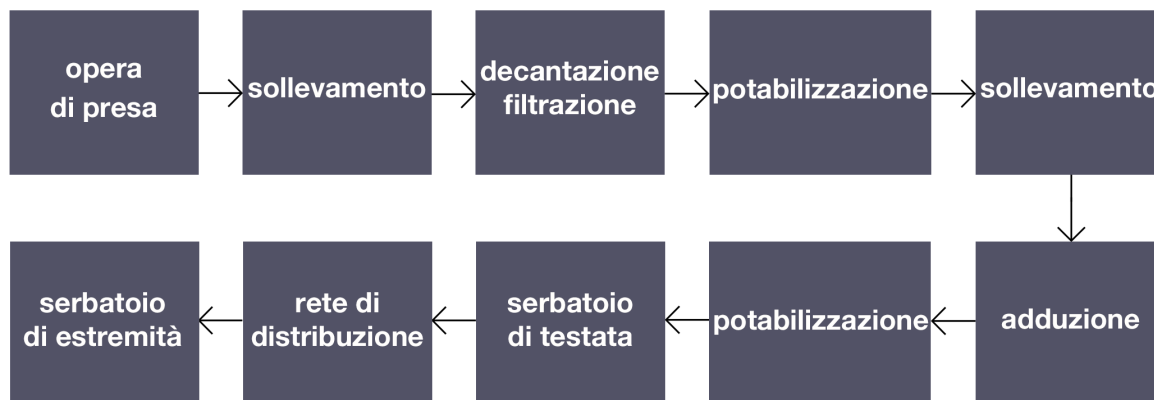


Fig 1_schema a blocchi delle possibili componenti di un acquedotto.

L'acquedotto risulta costituito da alcune componenti fondamentali che sono: opera di presa, adduzione, il serbatoio e la rete di distribuzione con l'aggiunta di un eventuale opera di sollevamento in dipendenza delle condizioni altimetriche e delle necessità piezometriche.

Se è necessario che l'acqua sia potabile è necessario aggiungere un impianto di potabilizzazione la cui posizione può variare a monte o a valle dell'adduzione. Di seguito verranno descritte in modo semplificato le opere principali che costituiscono l'acquedotto.

L'OPERA DI PRESA

Le fonti naturali da cui derivare l'acqua d'acquedotto sono numerose: acqua di sorgente, di falde artesiane o freatiche,

corsi d'acqua superficiali, serbatoi e laghi o l'acqua del mare con trattamento di dissalazione. Il punto di provenienza deve essere valutato anche in funzione della qualità e quantità di acqua che riesce a fornire in un arco di tempo d'analisi, in particolare considerando il fabbisogno da soddisfare con determinata sorgente.

La principale distinzione tra le opere di presa è tra le acque sotterranee (sorgenti, pozzi) o di superficie (pluviali, fiumi, laghi).

Tra le opere di presa di *acque sotterranee* il primo caso che viene preso in analisi è quello da **sorgenti**.

L'acqua proveniente da sorgenti e da pozzi in falda artesiane presenta delle

ottime caratteristiche per l'uso potabile. Infatti, la sua permanenza nel sottosuolo le ha permesso di compiere dei processi naturali e di filtrazione conferendole delle notevoli proprietà.

Le sorgenti possono essere divise in categorie, questa classificazione permette fin da subito un corretto approccio alla realizzazione dell'opera di presa. In base allo studioso si sono create diverse classificazioni, di seguito viene riportata quella proposta da M. Gortani:

- Sorgenti di deflusso semplice o di impregnazione: ammassi litologicamente omogenei permeabili in superficie e impermeabili in profondità.
- Sorgenti di emergenza o di valle:

nella zona più bassa delle valli, dove il piano di campagna interseca il livello delle acque sotterranee

- Sorgenti di versamento o di strato: all'interno di questa categoria troviamo le sorgenti di detrito che sono quelle dovute allo scorrimento dell'acqua che impregna gli ammassi detritici e risale in superficie grazie a uno strato impermeabile o poco permeabile
- Sorgenti di trabocco o di sfioramento: fuoriuscita dell'acqua da serbatoi di accumulo in formazioni permeabili circondati da materiale impermeabile come le argille
- Sorgenti artesiane: le acque risalgono con pressioni molto elevate

La struttura dell'opera di presa è costituita da una serie di vasche che

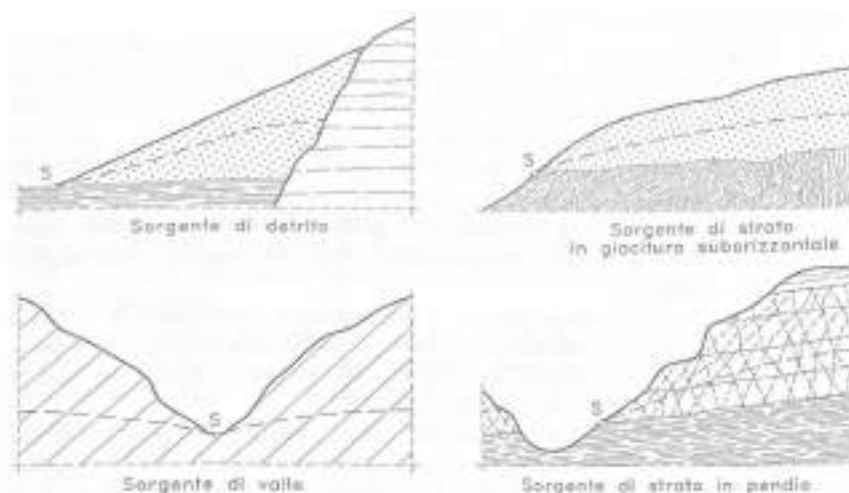


Fig 2_tipologie di sorgenti.

hanno l'obiettivo di raccogliere l'acqua dalla sorgente senza sprecarla e poi convogliarla nella tubazione adduttrice.

Altri tipi di acque sotterranee sono le acque freatiche e le acque artesiane. La prima tipologia è meno pregiata della seconda, in quanto può subire dei percolamenti di sostanze nocive dal terreno e per questo è necessario fare delle accurate analisi.

Le acque artesiane sono generalmente di notevole pregio per temperatura e qualità.

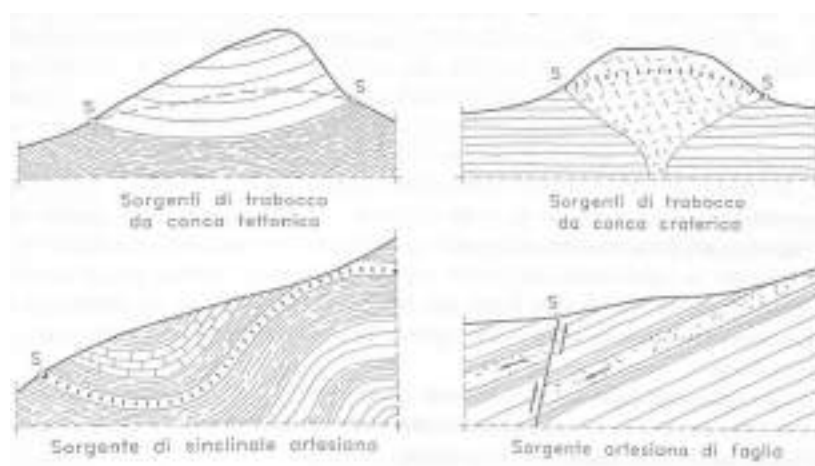
Il ricorso invece alle acque superficiali, fiumi e laghi naturali o artificiali, è praticato quando non sono disponibili altre fonti o sia richiesta una portata che non è reperibile con i metodi usuali.

Queste acque necessitano di opere di potabilizzazione e di trattamento.

Inoltre è necessario considerare anche la variabilità della disponibilità e soprattutto della qualità. Solitamente le acque superficiali in alta quota come torrenti e laghi hanno una qualità migliore rispetto alle acque fluviali.

OPERE DI ADDUZIONE

Il tracciato in pianta dell'adduzione deve svolgersi quando possibile in prossimità del sistema stradale, in questo modo vengono ridotti i costi di esproprio. Un'altra condizione è che il tracciato sia collocato a distanze opportune da insediamenti civili o produttivi o reti di scarico andando a evitare potenziali



fonti di inquinamento.

Nella maggior parte dei casi vengono utilizzate delle condotte in pressione. Per la scelta della tubazione devono essere considerate diverse caratteristiche:

- Il diametro interno, da cui dipendono velocità e perdite di carico
- Lo spessore, che influenza la resistenza della tubazione alle sollecitazioni e la durata
- Il materiale, che con le sue caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche influenza molti fattori dalla velocità del flusso alla resistenza della tubazione, senza tralasciare la componente igienica
- Il rivestimento esterno, che protegge la tubazione dagli agenti

esterni

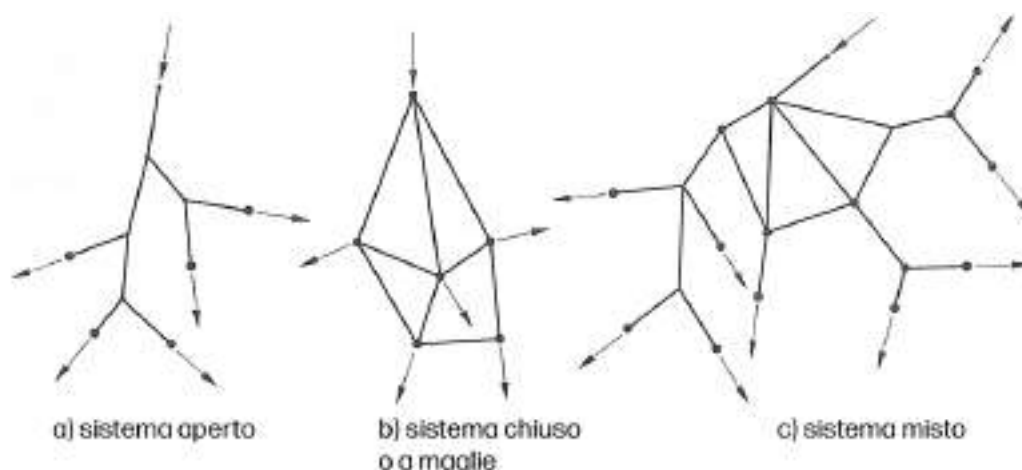
- Il rivestimento interno, che protegge la tubazione dall'azione corrosiva del fluido
- Il tipo di giunto, al fine di garantire la tenuta in pressione

OPERE DI DISTRIBUZIONE

I sistemi di distribuzione si dividono in tre categorie:

- Sistemi aperti
- Sistemi chiusi o a maglie
- Sistemi misti

Si definisce *tronco* un tratto della condotta che abbia le stesse caratteristiche dal punto di vista idraulico e costruttivo, con il termine *nodo* invece si indicano le estremità di ciascun tronco oppure il punto di confluenza di due tronchi.



16 Fig 3_ esempi di schemi di reti di distribuzione.

Solitamente si adotta il sistema di distribuzione a maglie, che consente di far fronte alla domanda della maggior parte dell'utenza anche nel caso in cui ci sia una interruzione in un tronco.

Di norma la rete dell'acquedotto segue il reticolato delle strade cittadine e deve essere considerata anche la componente altimetrica in modo tale da mantenere la pressione nelle condotte, inoltre la tubazione dell'acquedotto deve

essere posizionata al di sopra di quelle della fognatura sia di acqua nera che di acqua bianca.

Nel sistema della rete di distribuzione vengono inserite altre opere a servizio dell'acquedotto tra cui i serbatoi, gli impianti di depurazione, di potabilizzazione, di sollevamento.

Successivamente entreremo nello specifico descrivendo l'architettura e il funzionamento dei serbatoi.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.1:

1. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
2. Frega G., Maiolo M., *I serbatoi per acquedotto*, Bari, Adriatica Editrice, 1995.
3. Frega G. C., *Lezioni di acquedotti e fognature*, Napoli, Liguori Editore, 1979.
4. Milano V., *Acquedotti - guida alla progettazione*, Milano, Hoepli, 1996

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.1:

Rielaborazione personale: figura 1
Da bibliografia (1): figura 2, 3

nasce l'idea di realizzare
un acquedotto

1876

1877

indagini chimiche
sull'acqua

presentazione progetti

1880

1886

firma contratto con
Società Veneta

nascita
dell'acquedotto

1888

1893

riscatto acquedotto da
parte del Comune



1.2

**LA STORIA
DELL'ACQUEDOTTO
PADOVANO**

Fin dall'antichità le popolazioni, per insediarsi, cercavano delle aree con un fiume nelle vicinanze o in prossimità di sorgenti d'acqua, poiché essendo un bene indispensabile risultava essenziale avere abbastanza acqua potabile a disposizione e in modo facilmente accessibile. L'evoluzione tecnologica ha permesso all'uomo di studiare dei meccanismi per immagazzinare l'acqua, come cisterne, botti e lo scavo di pozzi. Con l'avvento dell'epoca romana il problema dell'approvvigionamento dell'acqua passa da essere un problema individuale, o per lo più familiare, a essere un problema sociale con la necessità di trovare una soluzione collettiva. L'acqua, infatti, doveva essere trasportata dalla sorgente fino alla città e poi essere distribuita tra la popolazione. Nasce così *l'aquae ductus*,

ossia conduzione dell'acqua. La città di Roma è una città che risentiva molto della necessità di acqua soprattutto per le pratiche termali che venivano praticate, ma inoltre grazie a una rete di fontane l'acqua potabile veniva distribuita ai cittadini.

A partire dal modello di acquedotto romano tutte le grandi città si dotarono di un sistema simile, sempre costituiti da un punto iniziale di raccolta delle acque, di un condotto tramite il quale veniva trasportata e di un punto di arrivo da cui si diramava la rete di distribuzione dell'acqua. Il condotto poteva avere dei tratti sottoterra, detti ipodermici, in superficie, chiamati epidermici o in quote più o meno elevate e quindi nominati subaerei.

La città antica di Padova era attraversata



Fig 1_Resto della tubazione di pietra dell'acquedotto romano a Padova, conservata al Museo Civico di Padova.

Fig 2_Particolare del marchio PVB.M.PAT:
pub(licum) m(unicipii) Pat(avii),
conservata al Museo Civico di Padova.



dal fiume Medoacus, risultando dunque un luogo favorevole per i primi insediamenti. La zona padovana era disseminata nel sottosuolo di falde acquifere superficiali, anche nelle aree limitrofe sono presenti importanti riserve d'acqua come: i rilievi dei Berici e degli Euganei a ovest e a sud-ovest, anche la fascia delle risorgive a nord nord-ovest nella pianura tra Dueville, Cittadella, Camposampiero, a quota variabile tra i 50m e i 25m.

Inizialmente le prime fonti di approvvigionamento furono il fiume e le falde superficiali tramite la realizzazione dei pozzi con una tecnologia molto simile a quella romana. In seguito alla costruzione dell'acquedotto romano i pozzi restarono in funzione. Il ritrovamento di alcuni resti delle tubazioni in pietra dell'acquedotto va a confermare la presenza romana nel territorio patavino e la costruzione dell'acquedotto. In seguito all'alluvione del 589, Padova si ritrova a essere come una isola circondata dal fiume Bacchiglione che si era riversato nell'alveo del Brenta, a causa di questa catastrofe le fonti di approvvigionamento tornano a essere il fiume e i pozzi.

Con l'avvento dell'epoca Comunale, tra X e XI secolo, si consolida ancora di più il rapporto tra il fiume e la popolazione, sia per quanto riguarda la costruzione di terrapieni e fortificazioni, sia per la realizzazione di un sistema di attività produttive basate sullo sfruttamento dell'acqua. I primi mulini, Ponte Molino e Santa Chiara, le industrie ceramiche, l'intensa coltivazione a orti e giardini, l'allevamento del pesce, sono tutte attività che fanno riferimento a un sistema fluviale che circonda la città.

Le uniche fonti di approvvigionamento di acqua per uso personale erano i pozzi e il fiume, questo schema resta immutato fino alla seconda metà dell'Ottocento e in seguito alle nuove scoperte in ambito tecnologico e dei materiali, con la rivoluzione industriale, si ha una modifica del modello e della rete acquedottistica.

Con l'ingresso della regione Veneto nel Regno d'Italia si ha una accelerazione nella trasformazione cittadina. Infatti, si necessitava di sostanziali interventi per quanto riguarda la distribuzione dell'acqua potabile, dell'illuminazione pubblica a gas, del restauro di edifici pubblici e allargamento delle strade e di ponti, ma a causa dei finanziamenti molto limitati l'insieme degli interventi

avrebbero richiesto molti anni e per questo motivo era necessario definire delle priorità e un piano organico.

Nel 1875 nasce la volontà di fornire al comune di Padova acqua potabile e di realizzare un sistema fognario adeguato. Al fine di dedicare una corretta attenzione al problema viene istituita una commissione formata da tre tecnici: Ingegnere Giovanni Squarcina, il geologo Giovanni Omboni, il chimico Francesco Ciatto. Il problema della distribuzione di acqua potabile tramite un acquedotto è intrinsecamente collegato alla presenza di un sistema fognario adeguato, la situazione precaria del sottosuolo si ripercuote in modo negativo sulla salubrità dell'acqua. Non potendo gestire i due problemi simultaneamente si decise nel 1877 di dare priorità alla distribuzione di acqua potabile.

Il primissimo compito della commissione fu quello di analizzare lo stato attuale della distribuzione dell'acqua proveniente da pozzi comuni già esistenti o da pozzi artesiani e le condizioni del terreno.

Nella seconda metà dell'Ottocento nella rete di pozzi della città veniva distribuita acqua considerata non potabile. Infatti, l'acqua proveniente dal

fiume Bacchiglione prima di giungere nel centro di Padova attraversava altri centri abitati, come Vicenza, e raccoglieva diversi liquami sia domestici che industriali, i quali andavano ad alterare le caratteristiche pure dell'acqua del fiume rendendole non compatibili con la potabilità. Il corso del fiume, quando giungeva nel centro cittadino di Padova, raccoglieva acque di scolo e rifiuti, che si riversavano nell'acqua fluviale a causa dell'assenza del sistema fognario. L'acqua inquinata del fiume attraversava il terreno, anch'esso contaminato, andando a creare delle infiltrazioni nelle acque dei pozzi, facendole perdere le caratteristiche di potabilità. I pozzi erano inoltre collocati in vicinanza a canali di scolo, fogne e letamai che quindi aumentavano la probabilità di questa contaminazione.

L'acqua impura diventava il meccanismo per la trasmissione di malattie mortali come il colera o la febbre tifoidea. Un uomo infetto trasmetteva il batterio attraverso le feci che entravano in contatto con l'acqua infettandola e trasformando la malattia in una epidemia. La febbre tifoidea è stata presente nel territorio di Padova dal 1870 al 1880 ed era una malattia endemica, costantemente presente, che provocava

il maggior numero di morti. Solo il colera generava una ecatombe maggiore della febbre tifoidea quando si presentava. Il contagio avveniva tra soggetti che si idratavano con l'acqua dello stesso pozzo.

In seguito a queste epidemie si è resa quanto più urgente la necessità di fornire acqua potabile ai cittadini, prendendo ispirazione dal modello di Vienna, che dopo aver migliorato l'acqua potabile ha riscontrato una riduzione delle malattie. Il quesito restava quale fosse la miglior provenienza: il fiume, dei pozzi più profondi o le sorgenti.

Nel 1877 iniziano le indagini chimiche dell'acqua dei pozzi dei comuni di

Padova, dei fiumi Brenta e Bacchiglione e delle sorgenti di Dueville e Camisino. Il giudizio di potabilità dell'acqua si basava su caratteristiche organolettiche, fisiche e chimiche e i criteri utilizzati sono ancora validi. Le analisi dimostrarono che l'acqua di sorgente era più pura dell'acqua dei pozzi, mentre i fiumi risultavano essere delle buone fonti per l'acqua potabile ma vennero scartati a priori in quanto avevano un maggior rischio di contaminazione in quanto nel loro corso attraversavano le zone più critiche delle altre città. I pozzi vennero scartati perché, oltre a presentare una qualità minore rispetto a quella di sorgente, anche nel momento in cui venissero realizzati dei pozzi più profondi



non c'era certezza sulla qualità ed erano esposti a fenomeni come il terremoto che avrebbero potuto distruggere tutto il lavoro.

La scelta definitiva ricadde nella sorgente di Dueville. Dopo aver individuato la sorgente era necessario definire il tipo di condotta, la scelta ricadde in quella a condotta forzata perché risultata utile per elevare l'acqua nelle case senza aggravii di costi di installazione e gestione di impianti di sollevamento.

Nel 1880 vennero presentati i progetti di:

- Cipolletti, per la Società Italiana a Condotte dell'Acqua con fonte dalle sorgenti del Camisino
- Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche con fonte dalle sorgenti di Dueville
- Ingegnere Zangirolami con le acque del Brenta o del Bacchiglione

Oltre a una questione progettuale dell'infrastruttura risultava necessario considerare anche la questione economica e il modello di gestione del servizio. Si presentavano quindi due soluzioni: la prima era quella di affidare a un servizio comunale la distribuzione in economia affidando la costruzione a una impresa privata; la seconda invece prevedeva la disposizione della cessione

per un lungo periodo del diritto di fornitura dell'acqua a una società che ne realizzasse le strutture e vigilasse sulle tariffe e sulle norme di distribuzione.

Dato che il comune non aveva disponibilità economica per realizzare l'impianto e non era possibile forzare la popolazione al consumo, mancava infatti una legge che obbligasse i proprietari di casa a dotarsi di acqua potabile e chiudere i pozzi, in modo tale da rientrare delle spese. In seguito a queste riflessioni economiche vennero ripresi i ragionamenti sulla miglior origine dell'acqua. I fiumi vennero nuovamente scartati in quanto non si disponeva di meccanismi di filtraggio adeguati e l'acqua restava di qualità pessima. Per



Fig 4_
Vincenzo
Stefano Breda
(1825-1903)



Fig 5_Piazza dei Signori (1800 circa)

quanto riguarda i pozzi vengono fatte delle analisi in pozzi prossimi allo zero marino, in cui l'acqua risultava potabile ma non si potevano escludere successive infiltrazioni. La scelta ricadde quindi nell'acqua di sorgente proveniente dalla riserva di Dueville.

Il servizio di costruzione venne invece affidato alla Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche, diretta da Vincenzo Stefano Breda, la quale avrebbe realizzato le opere in cambio della concessione pluriennale d'esercizio.

Nel 1885 attraverso un consiglio venne approvata la decisione finale di affidare alla Società Veneta la realizzazione dell'acquedotto dalle risorgive di

Dueville e per un tempo di concessione di 60 anni, contratto stipulato nel 1886. L'acquedotto era costituito da una condotta libera fino a Padova e poi distribuita con tubi in ghisa.

L'obiettivo del comune era quello di diffondere il più possibile l'acqua potabile al fine di diminuire i casi di malattie dovute all'uso di acqua infetta e quindi erano necessari molti allacciamenti e la realizzazione di fontane pubbliche. Interessi che non risultavano in linea con gli interessi della società, la quale prevedeva che l'acqua venisse venduta e non distribuita con le fontane pubbliche. La società e il comune riuscirono a trovare un accordo

definendo un numero di fontanelle libere in città. Il tracciato dell'acquedotto seguì per quanto possibile la linea ferroviaria da Vicenza a Schio, progetto eseguito dalla Società Veneta e poi la strada provinciale Vicenza-Padova andando a risparmiare sui costi di esproprio e trasporto dei materiali. Il flusso viene convogliato nella stazione ferroviaria dove erano presenti i serbatoi bassi, da lì l'acqua defluisce in dei tubi di ghisa fino alla Briglia dei Carmini per essere poi sollevata ai serbatoi alti situati all'interno di Porta Molino. Dalle vasche rialzate poi l'acqua potabile entrava nella rete di distribuzione.

L'Inaugurazione dell'acquedotto fu nel 1888 in Piazza dei Signori, all'epoca Piazza Unità d'Italia, dove venne costruita una fontana di travi e tavole di legno da cui venne fuori un alto getto d'acqua potabile.

Nel 1889 l'impianto risulta definitivamente funzionante.

Nel 1893 il comune decide di riscattare l'acquedotto, poiché non erano presenti fontane in città, gli allacciamenti erano molto costosi e la rete di distribuzione era limitata solamente nella zona centrale del comune e non nelle zone più

povere. Il riscatto risultò fondamentale per il ribasso delle tariffe e l'estensione della rete.

La prima canaletta fu l'unica fonte di acqua fino al 1959 e tutt'oggi in funzione. L'estendersi della rete di distribuzione dell'acqua consente l'utilizzo da parte di una sempre maggiore fascia di abitanti, ma dall'altra parte la richiesta d'acqua aumenta sempre di più e il reperimento di nuove fonti diventa una necessità incombente. La prima avvisaglia si ebbe nell'estate del 1893 periodo in cui, a causa della siccità, l'acqua che arrivava in città dalla sorgente era la metà di quella abituale.

Anche nell'estate del 1907 si doveva assistere a un eccezionale regresso delle falde e quindi una minore disposizione di acqua, quindi si iniziò a discutere sulla necessità di un nuovo acquedotto.

L'Amministrazione Comunale decise di affidare alla Commissione la progettazione di quello che verrà poi chiamato Acquedotto Sussidiario. I lavori procedono rapidamente ma verranno interrotti a causa del secondo conflitto mondiale che rimanderà i lavori.

Nel 1948 venne nominata una nuova commissione che aveva l'obiettivo di progettare il Nuovo Acquedotto.

L'approvazione del progetto avvenne nel 1955 e prevedeva l'adduzione da una zona più a valle di Dueville, nell'area di Anconetta, a nord-est di Vicenza. Nel 1959 i lavori risultavano completamente ultimati.

In seguito alla realizzazione del nuovo acquedotto la città venne dotata di nuovi serbatoi pensili, oltre a quelli in via Moroni (Arcella) e in via Palermo (Sacra Famiglia) si aggiunsero quello in

via Bottazzo (Santa Giustina) costruito nel 1953.

Successivamente venne costruito anche il serbatoio in Via Gramsci, nella zona della Stanga, ultimo realizzato della serie permetteva il mantenimento della pressione costante nell'acquedotto e la regolamentare alimentazione anche nei piani alti delle case essendo i serbatoi posti 30 metri sopra il piano cittadino.

Fig 6_in basso, realizzazione delle condotte nel quartiere Portello.

Fig 7_nella pagina a fianco, lavori di ampliamento della rete di distribuzione.





BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.2:

1. *L'acquedotto di Padova - Un secolo di storia*, a cura di Azienda Municipale Acquedotto di Padova, Padova, Società cooperativa tipografica, 1982.
2. *Le sorgenti per Padova - La costruzione del primo acquedotto moderno*, a cura di Marco Maffei, Padova, Papergraph, 2001.

SITOGRAFIA CAPITOLO 1.2:

1. *risorgivedelbacchiglione.it*, <https://www.risorgivedelbacchiglione.it/il-parco/gallery/> - ultima consultazione 4 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.2:

- Da bibliografia (1): figura 6, 7
Da bibliografia (2): figura 1, 2, 4, 5
Da sitografia (1): figura 3



1.3

**I SERBATOI
PENSILI STORICI**

Un elemento fondamentale del primo acquedotto realizzato nella Città di Padova risulta essere la struttura della **Briglia dei Carmini**. Fu costruita su progetto dell'ingegnere del Genio Civile Giovanni Ponti.

L'acqua che arrivava dalla sorgente di Dueville, veniva convogliata nei serbatoi bassi in prossimità della stazione, da qui l'acqua confluisce attraverso delle tubazioni in ghisa fino all'impianto della Briglia dei Carmini posto a cavallo sul Tronco Maestro, canale che attraversa la città.

La Briglia dei Carmini era una struttura che attraversava un corso del fiume come un ponte a sette luci in cui alcune arcate erano dotate di paratie metalliche azionabili sia idraulicamente

sia manualmente e servivano a regolare il flusso delle acque in modo da generare il flusso adeguato a mantenere il salto necessario per la produzione di energia, mentre le restanti arcate servivano a ospitare le turbine.

L'energia prodotta dalla Briglia dei Carmini era considerata dal comune una forza motrice fondamentale per mobilitare i macchinari per il sollevamento dell'acqua potabile fino ai serbatoi alti posti dentro **Porta Molino**, sopraelevata proprio per l'occasione.

I serbatoi sopraelevati posti sulla torre medievale erano costituiti da vasche di acciaio con base 4x4 metri e altezza di 5 metri, erano poste con fondo di quota a 35.2 metri e la quota di sfioro era a 37.70

Fig. 1
Planimetria della confluenza del Tronco
Maestro col Naviglio interno
Scala di 1:8000

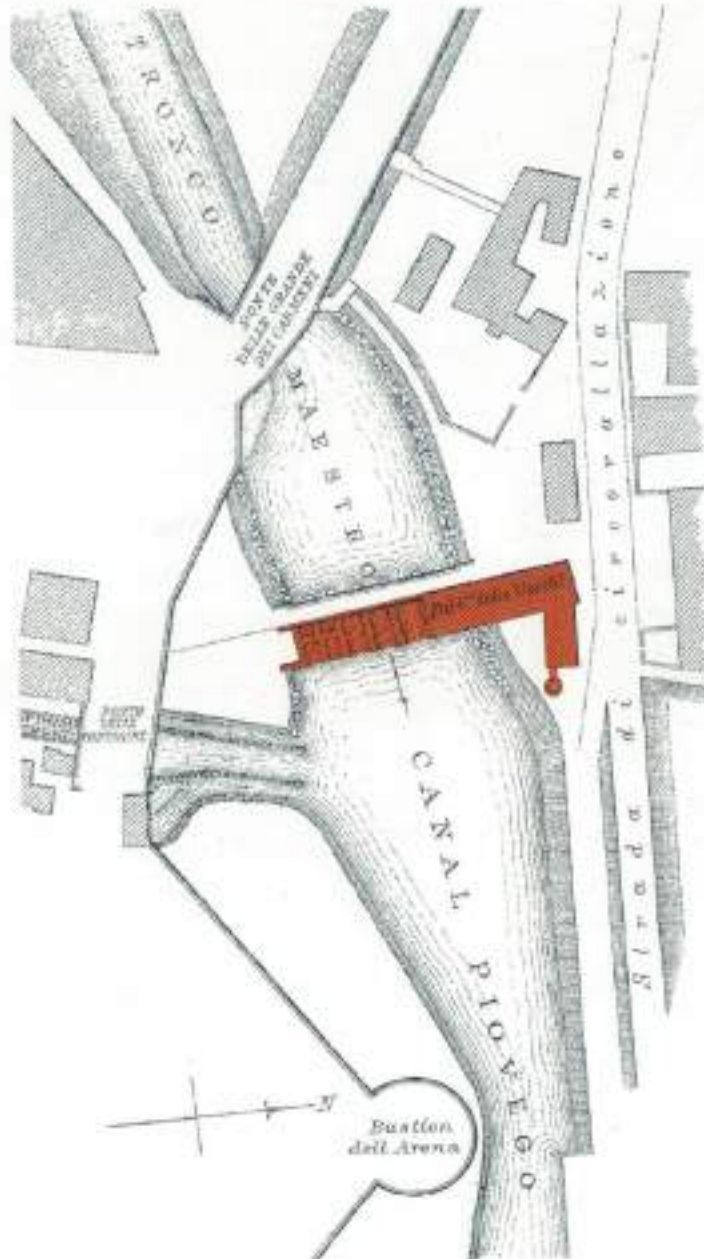


Fig 1_Planimetria
Briglia del Carmine. 33





Fig 2_nella pagina a fianco, La torre di Ponte Molino.

Fig 3_in alto, La briglia dei Carmini prima del 1919.

Fig 4_in basso, La briglia dei Carmini, dopo l'esplosione della bomba.

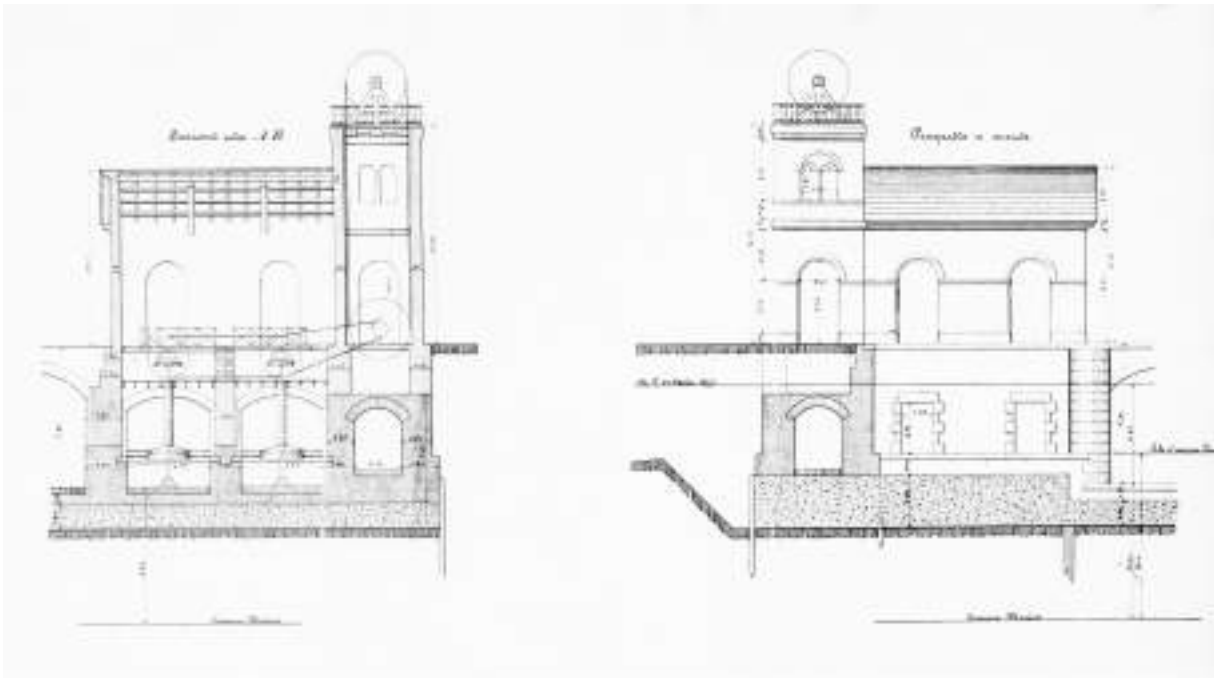
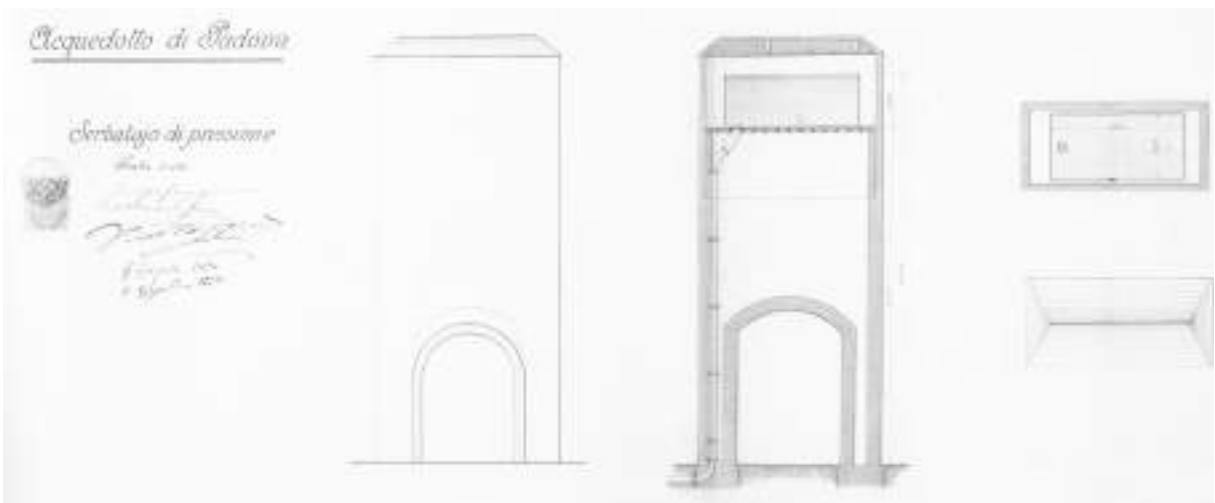


Fig 5_in alto: sezioni e prospetto Briglia del Carmine.

Fig 6_in basso: Torre di Ponte Molino, progetto per inserimento delle vasche.



metri, ossia 20.3 metri sopra alla quota della soglia del palazzo municipale, punto più alto della città.

Nel 1919, dopo la conclusione del primo conflitto mondiale, la Briglia dei Carmini, centrale di produzione di energia e di sollevamento dell'acqua viene colpita dallo scoppio di una bomba d'aereo caduta nel fiume vicino. A causa di questo avvenimento diventa necessaria la costruzione di un nuovo impianto di sollevamento e anche la costruzione di un serbatoio di riserva capace di immagazzinare le eccedenze di acqua che non venivano assorbite dall'utenza. Questo serbatoio pensile è noto con il nome della Rotonda, realizzato nel 1924-1925.

La **Rotonda** è un monumentale serbatoio pensile a forma circolare costruito sul terrapieno del Bastione della Gatta, ossia sulle mura storiche del centro di Padova, è il primo serbatoio di cui fu dotata la città.

Il serbatoio è stato costruito sia per sopperire alla distruzione della Briglia dei Carmini con l'obiettivo quindi di installare un nuovo impianto di sollevamento e il relativo serbatoio, ma anche per commemorare la morte di 96

persone colpite da una bomba austriaca in un rifugio antiaereo nel 1916.

Quindi lo spazio della rotonda divenne un luogo con una duplice funzione ossia quella di serbatoio d'acqua e quello di commemorazione dei caduti ai quali è dedicata la cappella, ricavata all'interno delle fondazioni stesse.

Il progetto è dell'ingegnere Tullio Paletti, il quale ha progettato il luogo commemorativo evocando una forma circolare con la merlatura che ricorda i mausolei romani o quello ravennate di Teodorico.

La capacità di questo serbatoio è di 2000 mc, all'epoca permise di sollevare la linea piezometrica, ossia la quota che raggiungerebbe il liquido se lasciato libero in una condotta, da 16m a 36m sulla soglia del Palazzo Municipale.

La quota dei 16m era stata ottenuta precedentemente nel 1888 attraverso la realizzazione di una vasca nella sommità della torre di Ponte Molino, anch'essa facente parte del sistema della cinta muraria del XVI secolo

A differenza del serbatoio di Ponte Molino, quello della Rotonda è ancora in funzione.

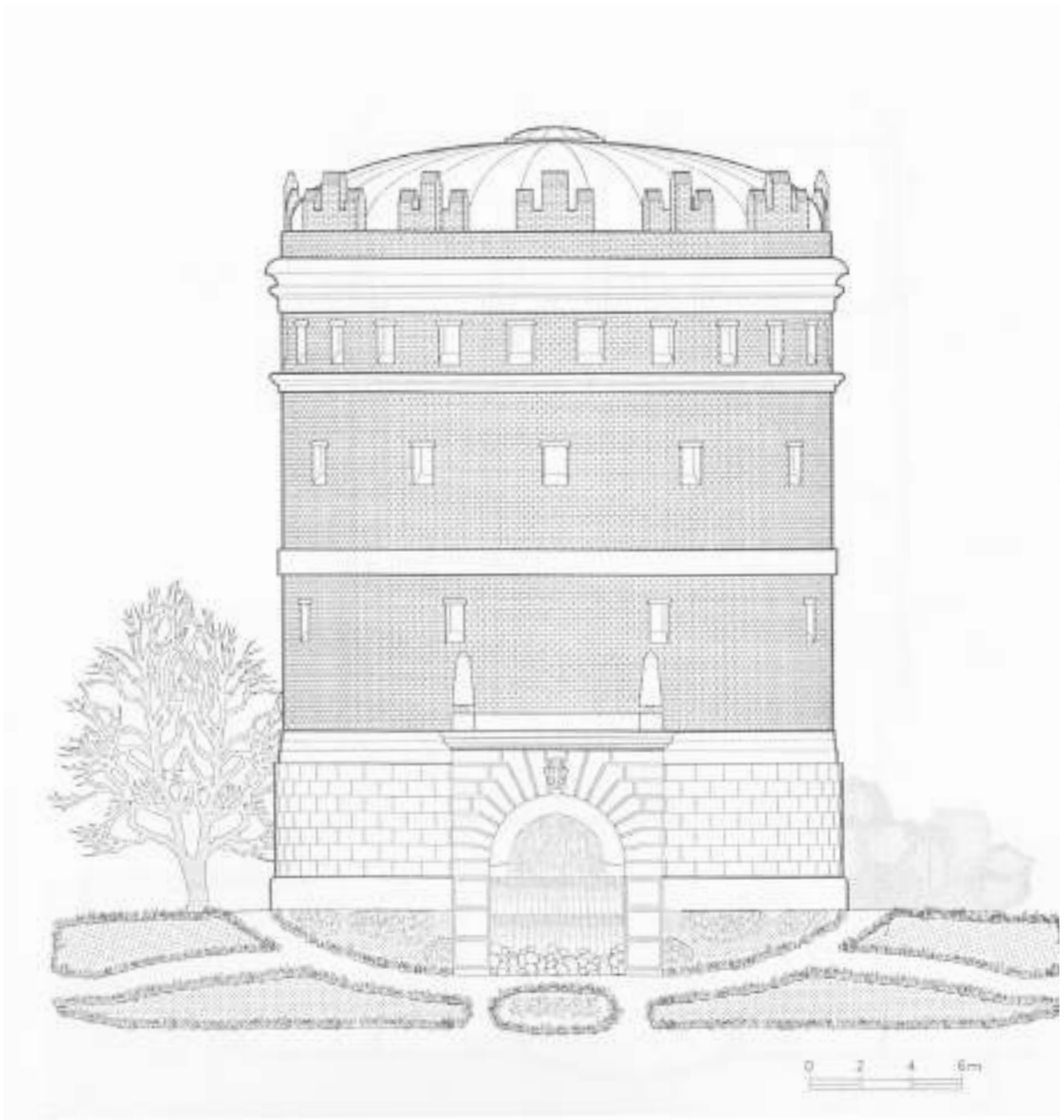


Fig 7_Serbatoio La Rotonda dell'acquedotto di Padova, prospetto di progetto.

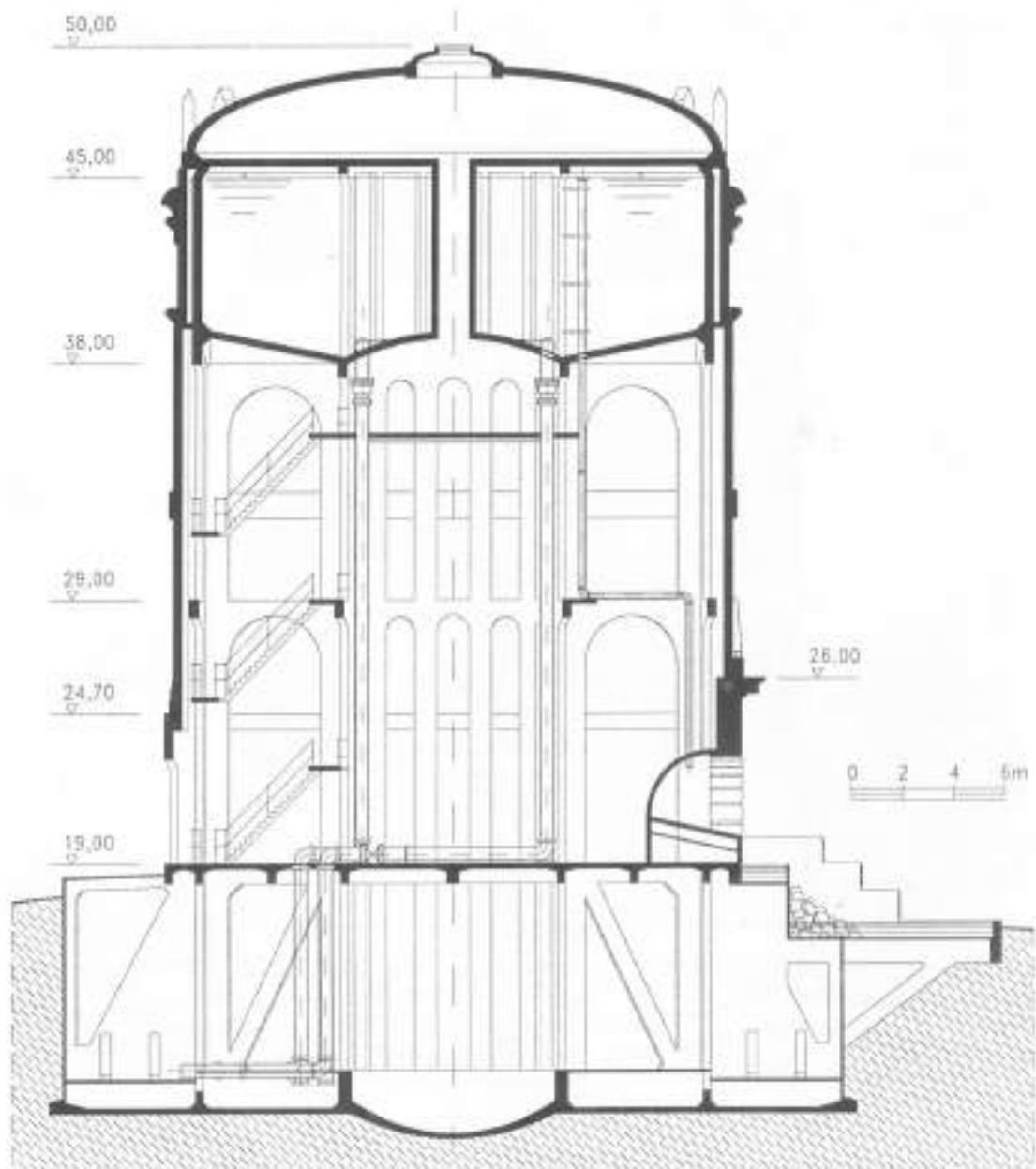


Fig 8_Serbatoio La Rotonda dell'acquedotto di Padova,sezione verticale.

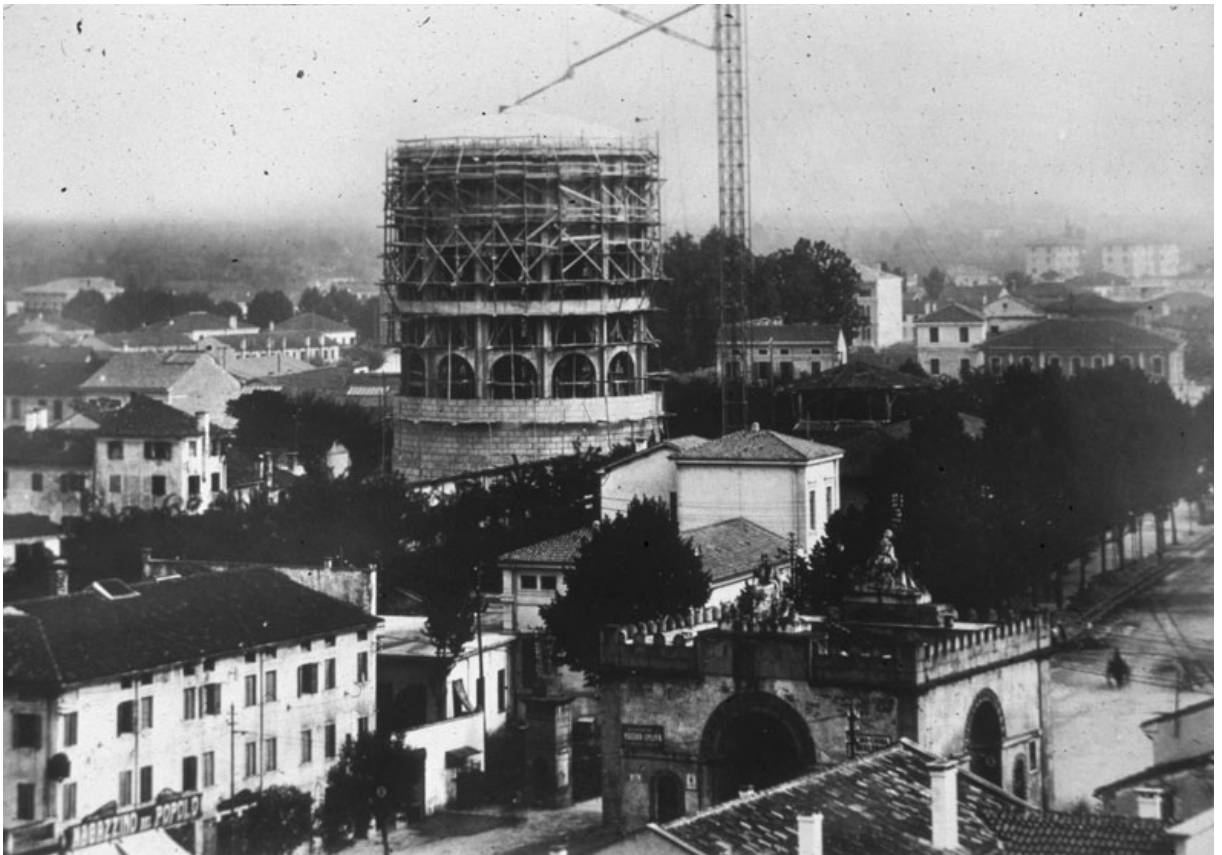


Fig 9_Serbatoio La Rotonda dell'acquedotto di Padova, fase di costruzione.



Fig 10_Serbatoio La Rotonda dell'acquedotto di Padova, foto degli interni.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.3:

1. *L'acquedotto di Padova - Un secolo di storia*, a cura di Azienda Municipale Acquedotto di Padova, Padova, Società cooperativa tipografica, 1982.
2. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
3. Frega G., Maiolo M., *I serbatoi per acquedotto*, Bari, Adriatica Editrice, 1995.
4. Frega G. C., *Lezioni di acquedotti e fognature*, Napoli, Liguori Editore, 1979.
5. *Le sorgenti per Padova - La costruzione del primo acquedotto moderno*, a cura di Marco Maffei, Padova, Papergraph, 2001.
6. Milano V., *Acquedotti - guida alla progettazione*, Milano, Hoepli, 1996.
7. Rigobello Autizi M.B., *Archeologia industriale a Padova - Alcuni percorsi tra terra e acque*, Padova, Grafiche Turato sas, 2004.

SITOGRAFIA CAPITOLO 1.3:

1. *facebook.it*, <https://www.facebook.com/groups/VECCHIA.PADOVA/posts/2408355492735821/> - ultima consultazione 4 novembre 2023
2. Preziusi L. (22 marzo 2022), "Giornata mondiale dell'acqua. La manutenzione della rete idrica costa ai padovani 20 milioni all'anno", *mattinopadova.gelocal.it*, <https://mattinopadova.gelocal.it/padova/cronaca/2022/03/22/news/giornata-mondiale-dell-acqua-la-manutenzione-della-rete-idrica-costa-ai-padovani-20-milioni-all-anno-1.41320092> - ultima consultazione 4 novembre 2023
3. *muradipadova.it*, <https://www.muradipadova.it/le-mura-rinascimentali/i-bastioni/bastione-della-gatta> - ultima consultazione 2 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.3:

Da bibliografia (2): figura 7, 8

Da bibliografia (5): figura 1, 2, 3, 5, 6

Da sitografia (1): figura 4

Da sitografia (2): figura 10

42 Da sitografia (3): figura 9



1.4

**TIPOLOGIE DI
SERBATOI PENSILI**

All'interno della rete di distribuzione dell'acqua potabile possiamo trovare i serbatoi che sono le opere di maggior rilievo di un acquedotto. Al serbatoio è assegnata la funzione di "volano" della distribuzione: assume il ruolo di vasca di accumulo di acqua nelle ore di minor consumo, per poi distribuire nelle ore di maggior consumo, quando la portata media non risulta sufficiente. In questo modo rendono costante l'afflusso di acqua nella rete andando a soddisfare le richieste variabili di acqua. Infatti durante la notte, l'afflusso di acqua è uguale a quello giornaliero ma è in eccesso dato che il consumo è minore, le acque così accumulate saranno poi distribuite durante il giorno, insieme al normale flusso di acqua, in modo tale da fronteggiare le richieste nelle ore

di punta. I serbatoi hanno una duplice funzione: di compenso e di riserva.

Il volume di liquido di compenso è necessario per soddisfare le richieste variabili che superano l'afflusso (portata in arrivo). Mentre il volume di riserva viene immagazzinato al fine di soddisfare la richiesta in casi di interruzioni dell'afflusso o in caso di maggiori richieste in rete.

I serbatoi possono avere diverse forme, grandezze, portate e possono essere classificati in diversi modi in base alla necessità. Di seguito vengono riportati alcuni esempi di classificazione: in base alla posizione rispetto alla sorgente, al materiale di cui sono costruiti, alla posizione rispetto al terreno.

POSIZIONE RISPETTO ALLA SORGENTE

In base alla posizione del serbatoio rispetto alla sorgente di acqua vengono nominati in diverso modo. La posizione ottimale per una più uniforme distribuzione dell'acqua risulta essere nel centro cittadino, ma a causa delle norme edilizie cittadine vengono posti fuori dal centro città.

Il *serbatoio di testata* è quello collocato all'inizio della rete di distribuzione, tra la condotta adduttrice e la condotta esterna e le condotte di valle funzionano con portata diversa nel tempo.

I *serbatoi intermedi o sussidiari* sono di pura riserva e collocati vicino alla rete dove troviamo lunghe condotte.

Il *serbatoio di estremità* è quello collocato al termine della rete.

MATERIALI

I materiali con cui vengono costruiti i serbatoi devono essere tali da garantire la massima sicurezza igienica, il contenimento delle perdite, adeguata



Fig 1_serbatoi di testata o di estremità.

coibentazione, durabilità e costi contenuti.

Il materiale maggiormente utilizzato è il conglomerato cementizio armato.

I calcestruzzi devono garantire una elevata impermeabilità e devono avere delle caratteristiche di inerti che non risentano l'aggressione dell'acqua contenuta nel serbatoio. Per garantire un adeguato isolamento termico vengono utilizzati dei materiali coibentanti nelle pareti. Talvolta questi strati di isolamento vengono ricoperti con della guaina impermeabile.

Un esempio storico di serbatoio sospeso costruito negli anni '50 che ha avuto numerose applicazioni è il serbatoio Intze, progettato dall'ingegnere tedesco



Fig 2_struttura di un serbatoio Intze.
Otto Adolf Ludwig Intze.

Il serbatoio di tipo Hintze della capacità di 500mc, sostenuto da sei pilastri, può essere progettato sia con accesso alla vasca dall'interno ma esistono anche delle opzioni con l'accesso dall'esterno. Il fondo del serbatoio è formato da un anello ad A, sostenuto da pilastri, che sostiene al proprio interno una cupola sferica di raggio R. Il proporzionamento del serbatoio prevede che il volume V che insiste sul tronco del cono sia pari al volume V che insiste sulla cupola.

48

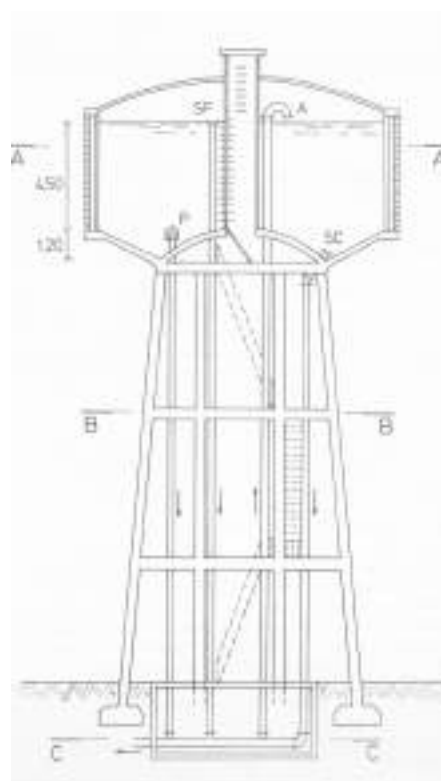


Fig 3_sezione verticale di un serbatoio Intze.

Questo tipo di serbatoio non ha più trovato applicazioni ormai da mezzo secolo in quanto risultava necessaria troppa mano d'opera sia per le casserature che per le armature. Alcuni serbatoi pensili di modeste dimensioni vengono realizzati in materiale metallico. Soprattutto nei casi in cui il cambiamento della temperatura, che può alterare le caratteristiche dell'acqua, non costituisca un problema per il suo utilizzo. Solitamente la struttura è in acciaio zincato con rivestimento interno in acciaio inox nel caso in cui

l'acqua sia potabile. Vengono facilmente realizzati in officina e poi trasportati e montati.

Sono diffusi principalmente nel settore industriale come serbatoi di compenso, nel caso in cui ci siano punte di grande consumo e non sia necessaria la presenza di acqua potabile.

Nonostante l'acciaio possieda delle ottime caratteristiche di resistenza agli sforzi, ha il problema di essere facilmente esposto a corrosione.

POSIZIONE RISPETTO AL TERRENO

Un altro modo per classificare i serbatoi è rispetto al terreno. Esistono tre tipi fondamentali:

- Serbatoio a terra
- Serbatoio sopraelevato o

pensile

- Serbatoio a terra con vasca pensile o torrino piezometrico o autoclave

In figura sono riportati dei disegni esplicativi dei diversi modelli.

Ogni tipo di serbatoio si può a sua volta suddividere in molti altri tipi differenti a seconda di caratteristiche di forma, materiale, struttura, ecc. L'obiettivo che li accomuna tutti è quello di garantire l'afflusso nella rete idrica di acqua nei casi in cui la richiesta superi la disponibilità di acqua nella rete.

SERBATOIO DI TERRA

Il serbatoio di terra poggia direttamente sul terreno con una fondazione a platea



Fig 4_collocazione di vari tipi di serbatoi rispetto al terreno.

e dato che il loro funzionamento sfrutta la gravità sono realizzati in zone a quota maggiore rispetto a quelle della rete idrica a valle.

La struttura può essere posta fuori terra, sottoterra o anche solo parzialmente interrata. Sono realizzati solitamente in calcestruzzo armato e risultano generalmente più economici di altre tipologie.

SERBATOIO PENSILE

Sono quel tipo di serbatoi dove la vasca è sopraelevata rispetto al piano della campagna. Questo tipo di serbatoi sono molto diffusi in pianura o nelle zone pianeggianti in quanto permettono di creare il carico necessario per la rete, garantendo la pressione nell'acquedotto e l'afflusso nei momenti di maggiore necessità. Sono costituiti da una vasca collocata a una certa altezza sostenuta da una struttura che permette di scaricare il proprio peso e quello dell'acqua attraverso un sistema di fondazioni nel terreno.

La struttura di sostegno è solitamente costituita da una serie di pilastri o da un unico elemento solitamente cilindrico e cavo internamente.

I primi serbatoi costruiti nel sistema idrico padovano sono quelli storici della Rotonda e di Ponte Molino, di cui abbiamo già parlato precedentemente, quelli di più recente costruzione sono il serbatoio Bottazzo costruito ed entrato in funzione nel 1953.

Mentre nel 1960 sono stati costruiti ed entrati in funzione i serbatoi Moroni, Gramsci e Palermo che presentano la stessa forma ma diverse quote di invaso. I serbatoi pensili possono essere costituiti da uno o da una serie di pilastri in numero variabile in base alle dimensioni dell'opera, o da una torre a sezione anulare che costituisce un appoggio alla vasca.

Il numero dei pilastri difficilmente supera il numero di 12 e in tal caso si preferisce far poggiare la vasca su due corone circolari concentriche poggianti su due serie di pilastri. I pilastri possono essere più o meno inclinati verso l'alto o verso

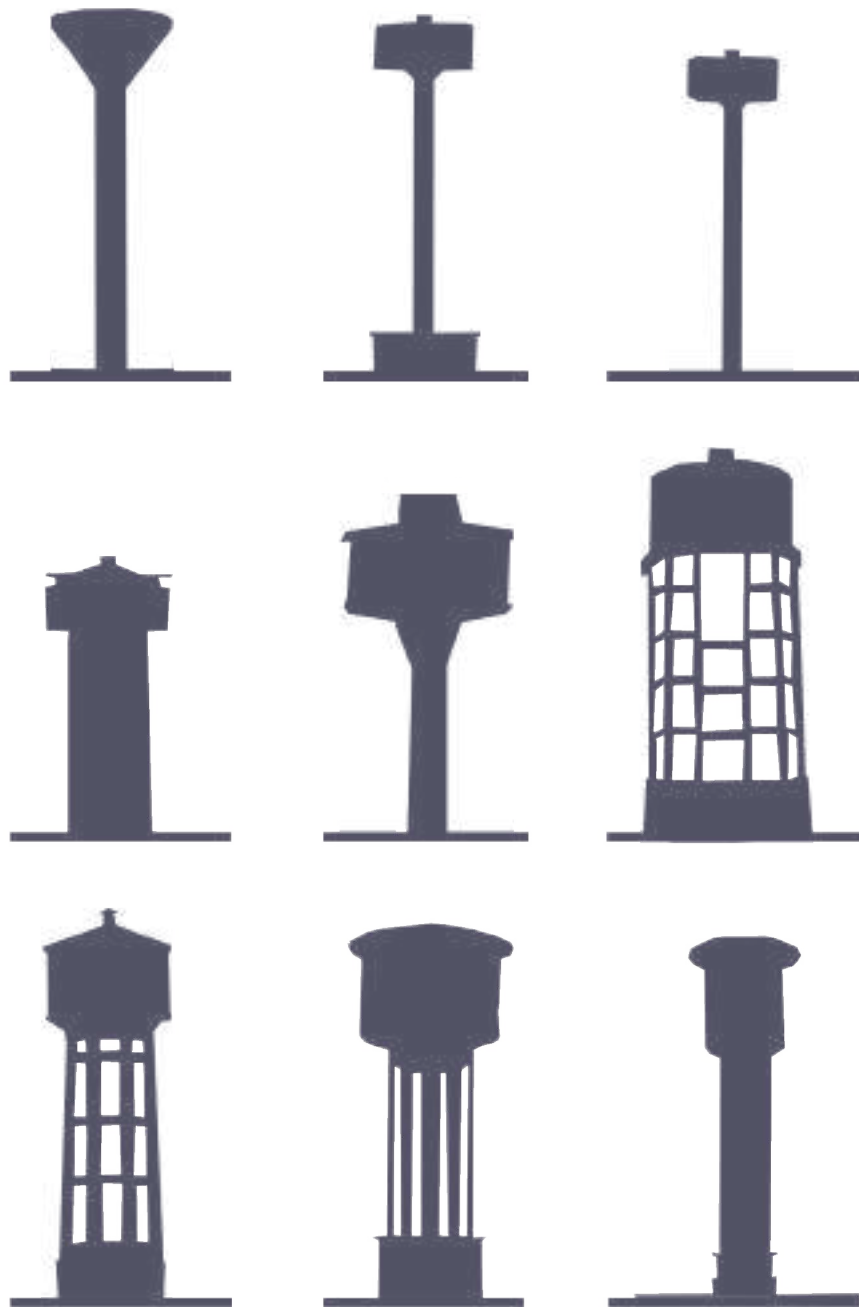
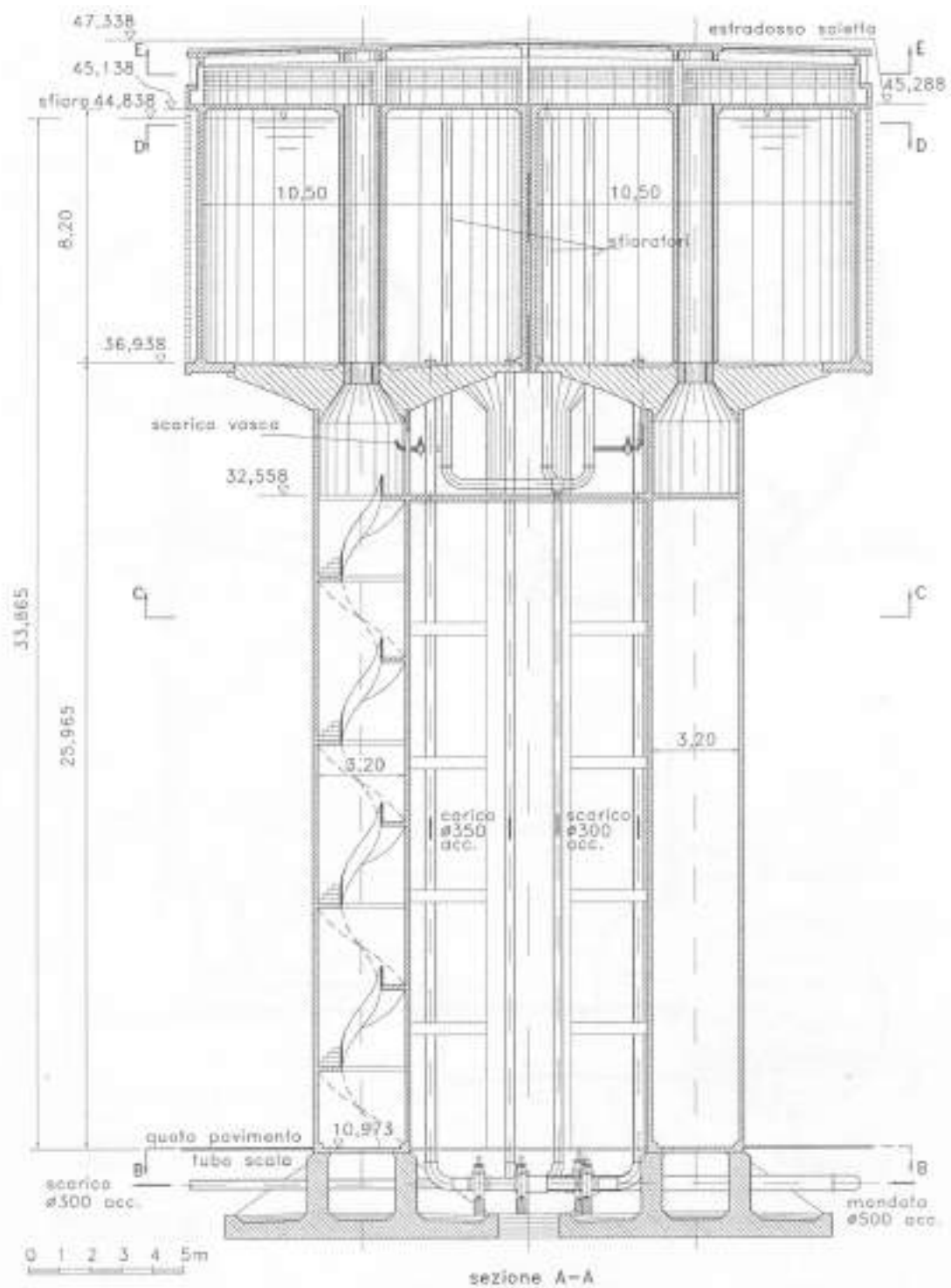


Fig 5_diverse tipologie di serbatoio pensile.



52

Fig 6_sezione verticale del serbatoio Bottazzo dell'acquedotto di Padova.

il basso e anche la sezione di questi pilastri permette di definire la plasticità dell'architettura.

SERBATOIO A TERRA CON VASCA PENSILE O TORRINO PIEZOMETRICO

Al fine di garantire una adeguata riserva di acqua alla giusta quota, le società di gestione di grandi acquedotti sono tenute ad avere costi elevati. Per questo motivo, per ridurre i costi, fanno ricorso alla costruzione di serbatoi ad elevata capacità posizionati a terra. L'acqua viene poi pompata a un serbatoio

pensile vicino per raggiungere la quota adeguata a essere poi distribuita nella rete. Il serbatoio pensile quindi in questo caso funge più da torrino piezometrico che da riserva in quanto è necessario solo per fornire il carico per l'immissione poi nella rete.

Un esempio di questo tipo di serbatoio è il serbatoio in località Stanga dell'acquedotto di Padova costruito tra il 1978-1979 ed entrato in funzione a fine costruzione.

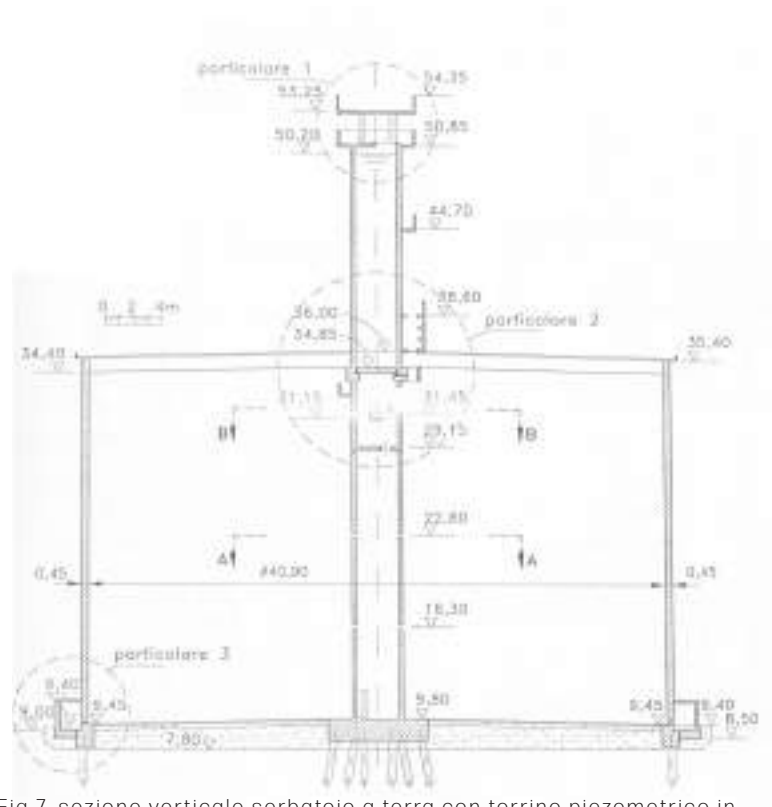


Fig 7_sezione verticale serbatoio a terra con torrino piezometrico in località Stanga dell'acquedotto di Padova.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.4:

1. *L'acquedotto di Padova - Un secolo di storia*, a cura di Azienda Municipale Acquedotto di Padova, Padova, Società cooperativa tipografica, 1982. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
2. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
3. Frega G., Maiolo M., *I serbatoi per acquedotto*, Bari, Adriatica Editrice, 1995.
4. Frega G. C., *Lezioni di acquedotti e fognature*, Napoli, Liguori Editore, 1979.
5. *Le sorgenti per Padova - La costruzione del primo acquedotto moderno*, a cura di Marco Maffei, Padova, Papergraph, 2001.
6. Milano V., *Acquedotti - guida alla progettazione*, Milano, Hoepli, 1996.
7. Rigobello Autizi M.B., *Archeologia industriale a Padova - Alcuni percorsi tra terra e acque*, Padova, Grafiche Turato sas, 2004.

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.4:

Rielaborazione personale: figura 5

Da bibliografia (2): figura 1, 2, 4, 6, 7

Da bibliografia (6): figura 3



1.5

**I SERBATOI PENSILI
A PADOVA**

Il sistema acquedottistico del comune di Padova è gestito dall'agenzia AcegasApsAmga, facente parte del Gruppo Hera a partire dal 2014.

La principale fonte di approvvigionamento è un sistema di falde nella pianura a nord della città di Vicenza. Dalla sorgente l'acqua viene trasportata a Padova attraverso 3 condotte: la canaletta, una condotta a pelo libero costruita nel 1888, una condotta in pressione di diametro di 900mm realizzata nel 1958 e una condotta in pressione di diametro di 1300mm risalente al 2001.

La linea di adduzione storica del 1890, che parte da Villaverla e raggiunge il territorio di Padova seguendo un percorso lungo la ferrovia Vicenza-Bassano, per poi proseguire lungo la

strada statale Vicenza-Padova. Una seconda linea di adduzione costruita nel 1958, convoglia l'acqua dai pozzi nel territorio vicentino e si snoda lungo la ferrovia Padova-Vicenza.

La terza linea di adduzione, più recente, parte dall'impianto di Saviabona.

L'origine dell'acquedotto storico patavino è in corrispondenza delle risorgive nell'oasi naturale di Villaverla. L'area si estende nel territorio del comune di Villaverla, in provincia di Vicenza, con una superficie di circa 260 000 mq.

Questa area appartiene alla "fascia delle risorgive", da cui hanno origine sia l'acquedotto di Padova, sia il fiume Bacchiglione. Lungo questa linea riaffiorano in superficie le acque che avevano riempito la falda sotterranea.

AcegasApsAmga

Fig 1_logo della società che gestisce l'acquedotto di Padova.

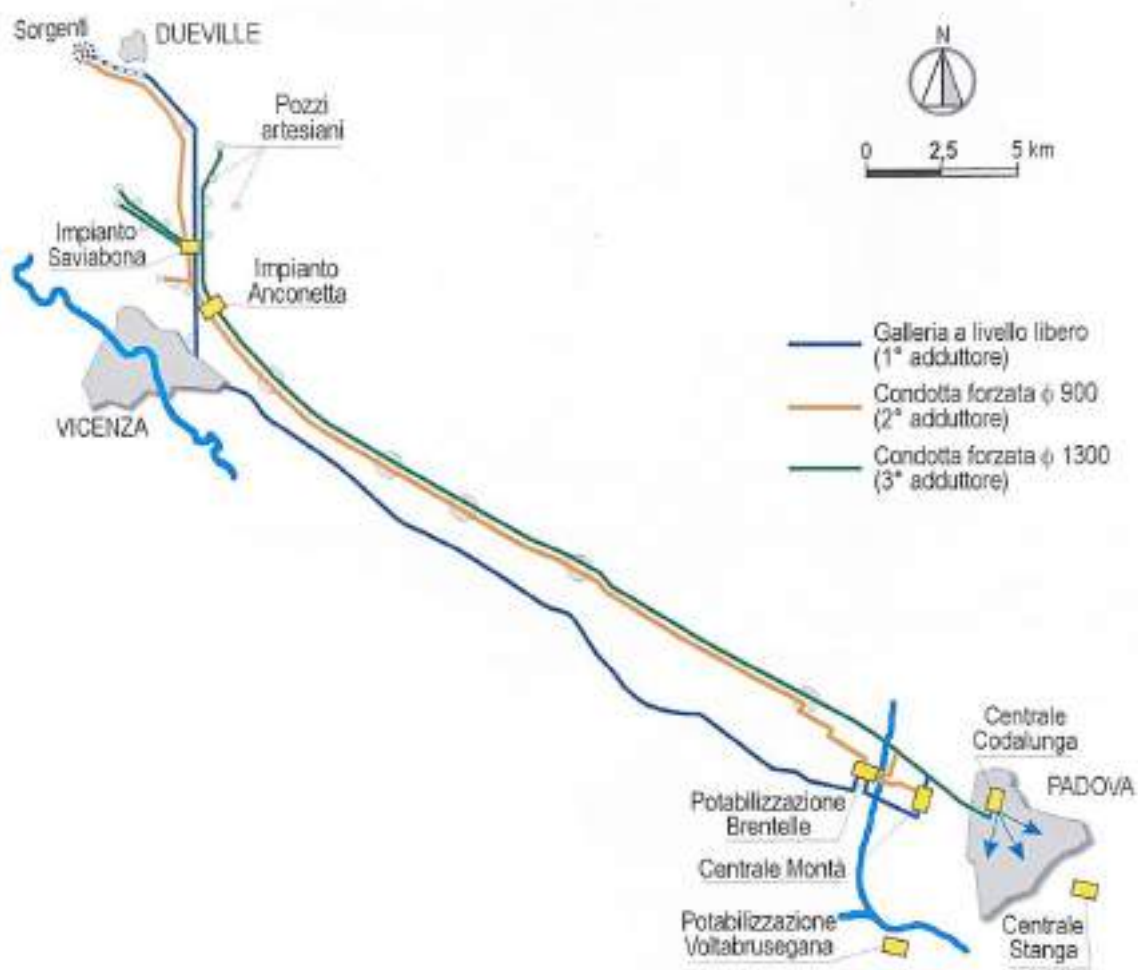
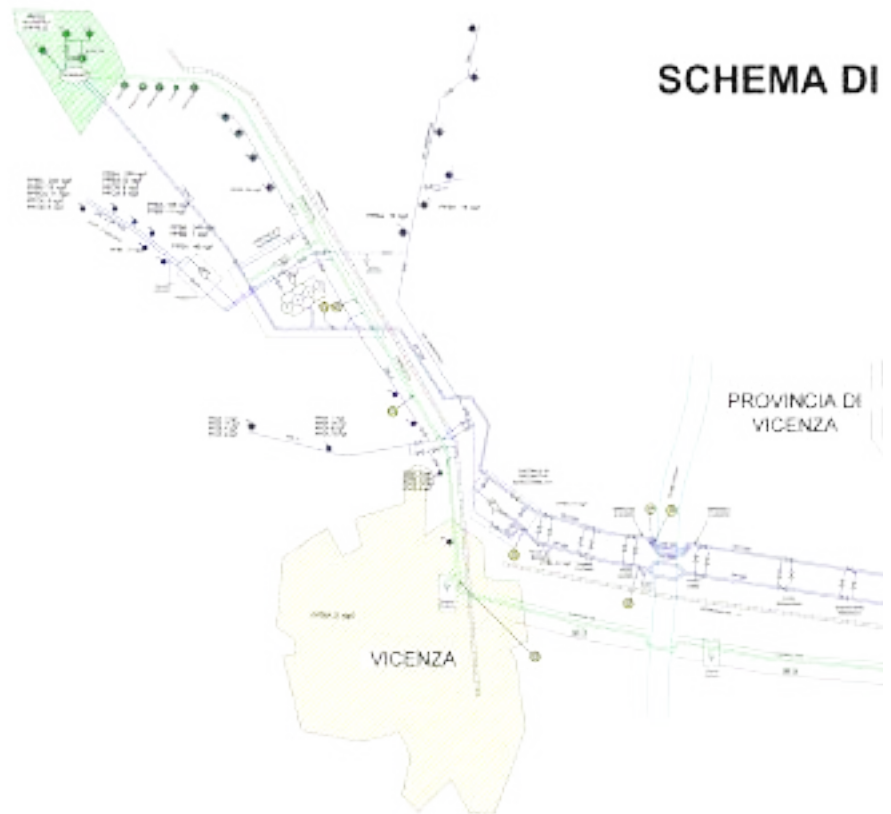


Fig 2_schema delle condotte dell'acquedotto padovano.

SCHEMA DI



LEGENDA

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● (Yellow) P.O. di interesse ● (Green) P.O. di interesse ● (Blue) P.O. di interesse ● (Red) P.O. di interesse ● (Black) P.O. di interesse ● (White) P.O. di interesse ● (Grey) P.O. di interesse ● (Light Blue) P.O. di interesse ● (Light Green) P.O. di interesse ● (Light Yellow) P.O. di interesse ● (Light Orange) P.O. di interesse ● (Light Purple) P.O. di interesse ● (Light Brown) P.O. di interesse ● (Light Pink) P.O. di interesse ● (Light Cyan) P.O. di interesse ● (Light Magenta) P.O. di interesse ● (Light Olive) P.O. di interesse ● (Light Teal) P.O. di interesse ● (Light Lavender) P.O. di interesse ● (Light Peach) P.O. di interesse ● (Light Mint) P.O. di interesse ● (Light Plum) P.O. di interesse ● (Light Slate) P.O. di interesse ● (Light Tan) P.O. di interesse ● (Light Gold) P.O. di interesse ● (Light Silver) P.O. di interesse ● (Light Bronze) P.O. di interesse ● (Light Copper) P.O. di interesse ● (Light Nickel) P.O. di interesse ● (Light Zinc) P.O. di interesse ● (Light Tin) P.O. di interesse ● (Light Lead) P.O. di interesse ● (Light Bismuth) P.O. di interesse ● (Light Antimony) P.O. di interesse ● (Light Arsenic) P.O. di interesse ● (Light Selenium) P.O. di interesse ● (Light Tellurium) P.O. di interesse ● (Light Polonium) P.O. di interesse ● (Light Astatine) P.O. di interesse ● (Light Francium) P.O. di interesse ● (Light Radium) P.O. di interesse ● (Light Actinium) P.O. di interesse ● (Light Thorium) P.O. di interesse ● (Light Protactinium) P.O. di interesse ● (Light Uranium) P.O. di interesse ● (Light Neptunium) P.O. di interesse ● (Light Plutonium) P.O. di interesse ● (Light Americium) P.O. di interesse ● (Light Curium) P.O. di interesse ● (Light Berkelium) P.O. di interesse ● (Light Californium) P.O. di interesse ● (Light Einsteinium) P.O. di interesse ● (Light Fermium) P.O. di interesse ● (Light Mendelevium) P.O. di interesse ● (Light Nobelium) P.O. di interesse ● (Light Lawrencium) P.O. di interesse ● (Light Rutherfordium) P.O. di interesse ● (Light Dubnium) P.O. di interesse ● (Light Seaborgium) P.O. di interesse ● (Light Bohrium) P.O. di interesse ● (Light Hassium) P.O. di interesse ● (Light Meitnerium) P.O. di interesse ● (Light Darmstadtium) P.O. di interesse ● (Light Roentgenium) P.O. di interesse ● (Light Copernicium) P.O. di interesse ● (Light Tennessine) P.O. di interesse ● (Light Oganesson) P.O. di interesse | <ul style="list-style-type: none"> — (Blue) Autostrada — (Green) Strada statale — (Yellow) Strada provinciale — (Red) Strada comunale — (Black) Strada privata — (Grey) Strada di cantiere — (Light Blue) Strada di cantiere — (Light Green) Strada di cantiere — (Light Yellow) Strada di cantiere — (Light Orange) Strada di cantiere — (Light Purple) Strada di cantiere — (Light Brown) Strada di cantiere — (Light Pink) Strada di cantiere — (Light Cyan) Strada di cantiere — (Light Magenta) Strada di cantiere — (Light Olive) Strada di cantiere — (Light Teal) Strada di cantiere — (Light Lavender) Strada di cantiere — (Light Peach) Strada di cantiere — (Light Mint) Strada di cantiere — (Light Plum) Strada di cantiere — (Light Slate) Strada di cantiere — (Light Tan) Strada di cantiere — (Light Gold) Strada di cantiere — (Light Silver) Strada di cantiere — (Light Bronze) Strada di cantiere — (Light Copper) Strada di cantiere — (Light Nickel) Strada di cantiere — (Light Zinc) Strada di cantiere — (Light Tin) Strada di cantiere — (Light Lead) Strada di cantiere — (Light Bismuth) Strada di cantiere — (Light Antimony) Strada di cantiere — (Light Arsenic) Strada di cantiere — (Light Selenium) Strada di cantiere — (Light Tellurium) Strada di cantiere — (Light Polonium) Strada di cantiere — (Light Astatine) Strada di cantiere — (Light Francium) Strada di cantiere — (Light Radium) Strada di cantiere — (Light Actinium) Strada di cantiere — (Light Thorium) Strada di cantiere — (Light Protactinium) Strada di cantiere — (Light Uranium) Strada di cantiere — (Light Neptunium) Strada di cantiere — (Light Plutonium) Strada di cantiere — (Light Americium) Strada di cantiere — (Light Curium) Strada di cantiere — (Light Berkelium) Strada di cantiere — (Light Californium) Strada di cantiere — (Light Einsteinium) Strada di cantiere — (Light Fermium) Strada di cantiere — (Light Mendelevium) Strada di cantiere — (Light Nobelium) Strada di cantiere — (Light Lawrencium) Strada di cantiere — (Light Rutherfordium) Strada di cantiere — (Light Dubnium) Strada di cantiere — (Light Seaborgium) Strada di cantiere — (Light Bohrium) Strada di cantiere — (Light Hassium) Strada di cantiere — (Light Meitnerium) Strada di cantiere — (Light Darmstadtium) Strada di cantiere — (Light Roentgenium) Strada di cantiere — (Light Copernicium) Strada di cantiere — (Light Tennessine) Strada di cantiere — (Light Oganesson) Strada di cantiere | <ul style="list-style-type: none"> — (Black) Ferrovia — (Grey) Ferrovia — (Light Blue) Ferrovia — (Light Green) Ferrovia — (Light Yellow) Ferrovia — (Light Orange) Ferrovia — (Light Purple) Ferrovia — (Light Brown) Ferrovia — (Light Pink) Ferrovia — (Light Cyan) Ferrovia — (Light Magenta) Ferrovia — (Light Olive) Ferrovia — (Light Teal) Ferrovia — (Light Lavender) Ferrovia — (Light Peach) Ferrovia — (Light Mint) Ferrovia — (Light Plum) Ferrovia — (Light Slate) Ferrovia — (Light Tan) Ferrovia — (Light Gold) Ferrovia — (Light Silver) Ferrovia — (Light Bronze) Ferrovia — (Light Copper) Ferrovia — (Light Nickel) Ferrovia — (Light Zinc) Ferrovia — (Light Tin) Ferrovia — (Light Lead) Ferrovia — (Light Bismuth) Ferrovia — (Light Antimony) Ferrovia — (Light Arsenic) Ferrovia — (Light Selenium) Ferrovia — (Light Tellurium) Ferrovia — (Light Polonium) Ferrovia — (Light Astatine) Ferrovia — (Light Francium) Ferrovia — (Light Radium) Ferrovia — (Light Actinium) Ferrovia — (Light Thorium) Ferrovia — (Light Protactinium) Ferrovia — (Light Uranium) Ferrovia — (Light Neptunium) Ferrovia — (Light Plutonium) Ferrovia — (Light Americium) Ferrovia — (Light Curium) Ferrovia — (Light Berkelium) Ferrovia — (Light Californium) Ferrovia — (Light Einsteinium) Ferrovia — (Light Fermium) Ferrovia — (Light Mendelevium) Ferrovia — (Light Nobelium) Ferrovia — (Light Lawrencium) Ferrovia — (Light Rutherfordium) Ferrovia — (Light Dubnium) Ferrovia — (Light Seaborgium) Ferrovia — (Light Bohrium) Ferrovia — (Light Hassium) Ferrovia — (Light Meitnerium) Ferrovia — (Light Darmstadtium) Ferrovia — (Light Roentgenium) Ferrovia — (Light Copernicium) Ferrovia — (Light Tennessine) Ferrovia — (Light Oganesson) Ferrovia |
|--|--|---|

FLUSSO DELL'ACQUEDOTTO DI PADOVA

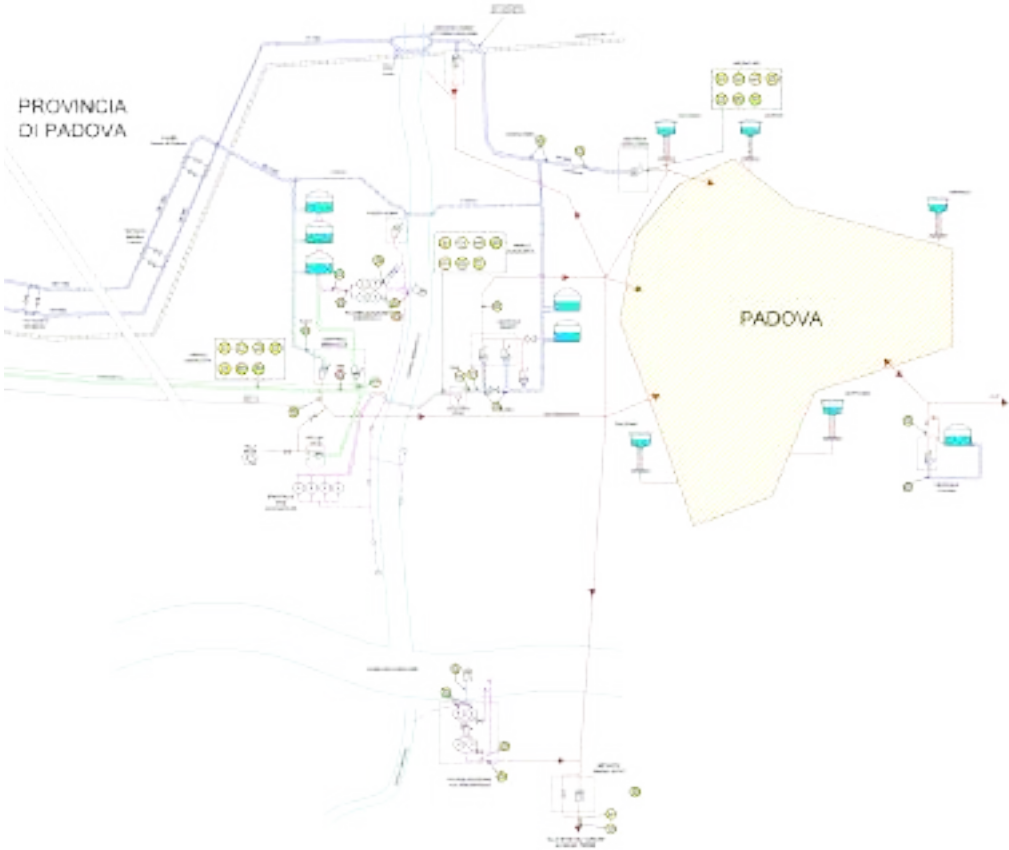


Fig 3_schema di flusso dell'Acquedotto di Padova.

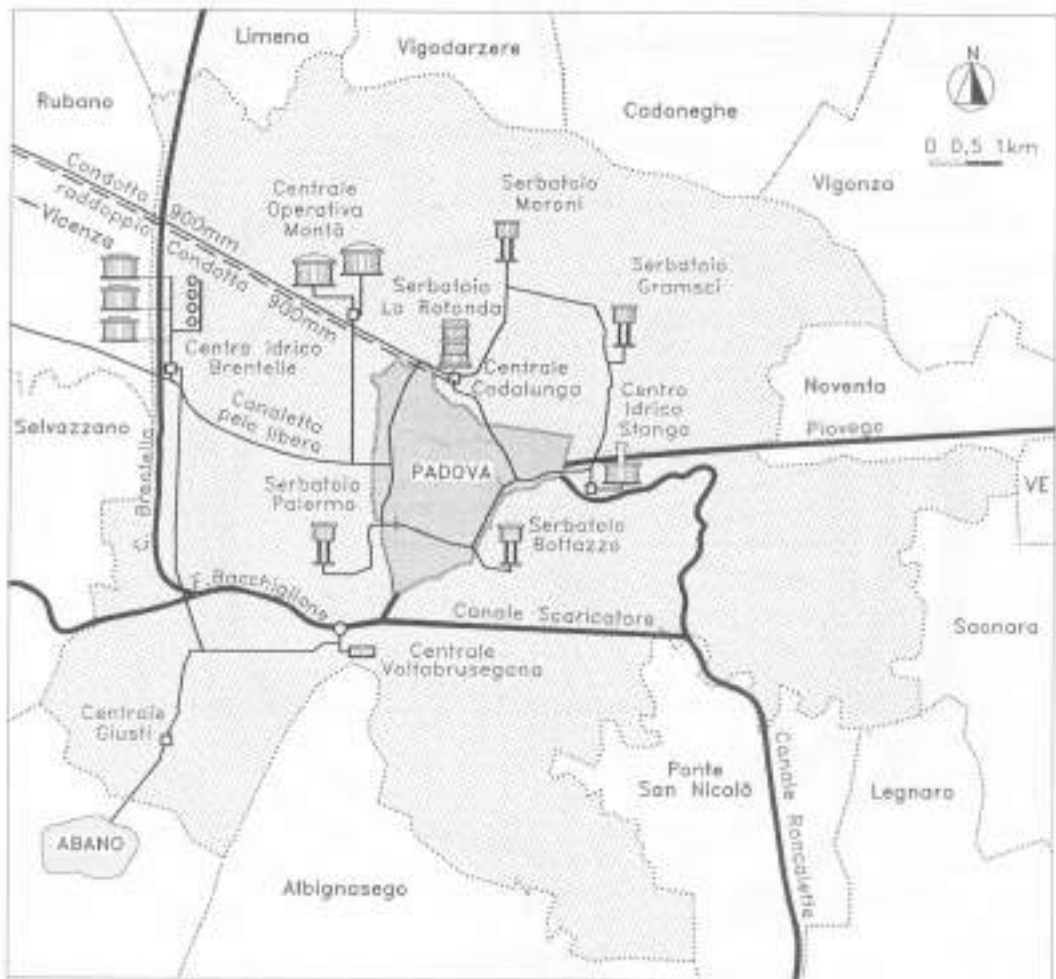


Fig 4_ adduzione da Vicenza a Padova e planimetria dell'acquedotto di Padova.

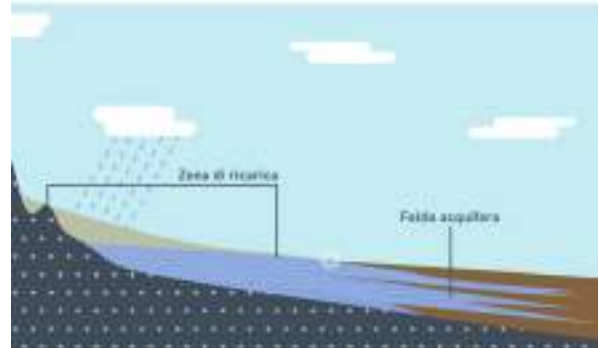


Fig 5_schema sulla nascita delle risorgive.

La falda sotterranea costituisce un grande serbatoio di acqua potabile costantemente alimentata dalle precipitazioni che cadono negli altipiani di Asiago e Lavarone. Anche l'acqua della pianura va ad alimentare questo serbatoio naturale, grazie alla presenza di un terreno molto permeabile. Il sottosuolo è caratterizzato da profondi strati di ghiaia in cui si ferma l'acqua, intercalati da strati minori di argilla, il tutto è posato su un fondo di roccia arenaria compatta.

Dal momento in cui l'acqua cade sotto forma di precipitazione nei monti vicentini, al momento in cui riaffiora nel territorio dell'oasi sotto forma di risorgiva, l'acqua potabile compie un percorso molto lento che dura circa 10

anni. Attraverso questo percorso che richiede molti anni l'acqua attraversa molti strati di ghiaia, depositandosi e purificandosi, fino a diventare potabile. Inoltre il contatto con la ghiaia le permette di arricchirsi di sostanze minerali acquisendo le proprietà dell'acqua oligominerale.

Solo una parte delle risorgive presenti nell'area servono ad alimentare l'acquedotto di Padova, in corrispondenza della quale venne costruito nel 1888 il fabbricato di presa dell'acqua dove tuttora sono ospitati 50 pozzi, per l'estrazione dell'acqua.

Il resto delle risorgive va ad alimentare il corso del fiume Bacchiglione, il cui corso inizia a un chilometro circa dall'oasi.



Fig 6 e 7_ il parco delle Risorgive del Bacchiglione.

Il **Centro Idrico di Brentelle** è stato costruito a partire dal 1971.

Questo luogo costituisce il punto di arrivo in città della “canaletta” a pelo libero, proveniente dall’oasi di Dueville.

Le sue funzioni principali sono:

- Accumulo in serbatoi, di parte del volume di acqua affluente dalla canaletta a pelo libero
- Immissione di portate variabili

in rete, in base alle richieste, possibile grazie a un sistema di pompaggio

- Integrazione idrica, grazie all’attingimento alle falde freatiche locali con conseguente trattamento di deferrizzazione, demanganizzazione e disinfezione.

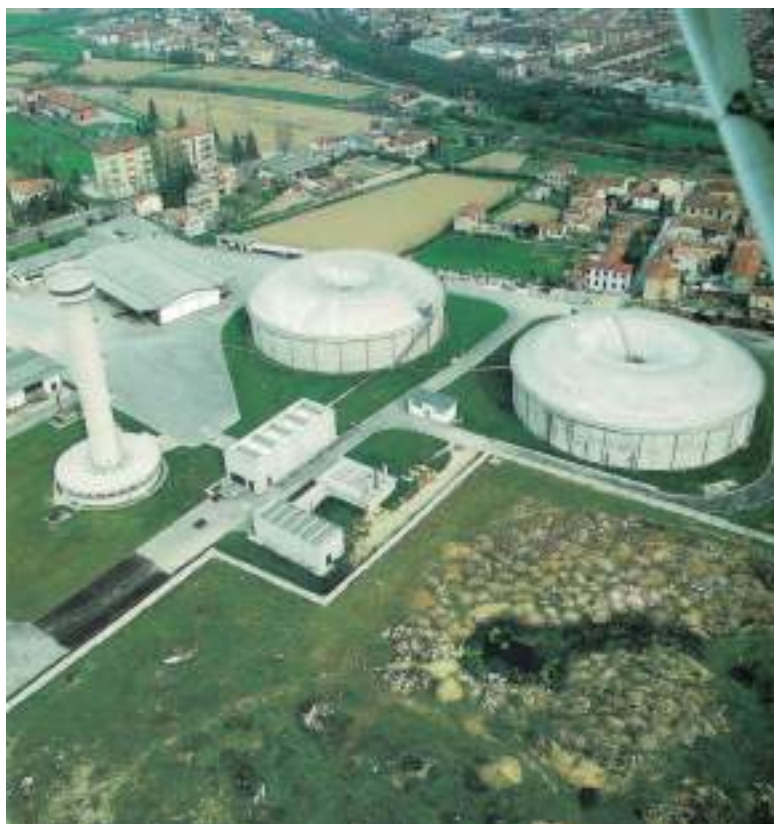
Fig 8_foto aerea del Centro Idrico le Brentelle.



Il sistema dell'acquedotto prosegue fino a Montà a Padova, dove l'acqua viene convogliata al gruppo di serbatoi presenti nel centro omonimo. La **Centrale Operativa di Montà** è l'anello più importante della catena, infatti, in questo spazio termina la corsa l'acqua che arriva da Dueville tramite la canaletta e la condotta forzata, il complesso è anche dotato anche di un impianto di depurazione a clorogas. Si riconosce la grande importanza della

centrale in quanto è l'unica ad essere alimentata da due adduttori.

La centrale di Montà assolve quindi tutte le funzioni proprie di un centro idrico di distribuzione. L'acqua potabile, infatti, dopo essere passata per il Centro Idrico di Brentelle è convogliata alle vasche di Montà con delle condotte in acciaio. Nei serbatoi di questa centrale viene deviata anche l'acqua proveniente dalla centrale di Anconetta.



66 Fig 9_foto aerea della Centrale di Montà.

La vecchia **Centrale di Via Codalunga** è stata completamente ristrutturata e automatizzata nel 1979 e adeguata alle tecnologie delle altre centrali.

Il **centro Idrico della Stanga**, progettato con delle caratteristiche simili a quelle del centro Idrico di Brentelle, è costituito da una centrale automatica di sollevamento e da un serbatoio di accumulo di 30 000 mc di volume.

La sua funzione è quella di regolare

e compensare il volume d'acqua, che viene immagazzinato nei periodi di minor consumo, soprattutto di notte, e restituito nei momenti di maggior richiesta.

La sua importanza sta nella gestione dell'acqua del settore est della città in cui è anche inserita la zona industriale.



Fig 10_ foto aerea del Centro Idrico della Stanga.

Il costante incremento del fabbisogno d'acqua spinge la società a compiere delle analisi sulla potenzialità della falda nel territorio vicentino, i risultati sono positivi e attraverso la realizzazione di nuovi pozzi viene concretizzata la nuova condotta dell'acquedotto. Tutte queste diramazioni dalla falda convergono nella **Centrale di Anconetta**, da cui parte la vera adduttrice del nuovo acquedotto costituita da una tubazione di un diametro di 900 millimetri in fibrocemento.

La centrale di sollevamento di Anconetta è stata realizzata nel 1968 a completamento delle opere del "Nuovo Acquedotto". La rete di recente costruzione prosegue affiancando la linea ferroviaria Venezia-Milano, per poi abbandonare questa linea in località Montà dove entra nel nucleo abitato e

raggiunge la Centrale di Codalunga.

La centrale di Anconetta era inizialmente solo adibita a stazione di misura, venne successivamente trasformato in una vera centrale, con l'installazione di una serie di pompe.

L'acquedotto di Padova dispone in totale di 13 serbatoi, di cui 5 sospesi che sono:

- Serbatoio La Rotonda
- Serbatoio Gramsci
- Serbatoio Moroni
- Serbatoio Bottazzo
- Serbatoio Palermo



Palermo

La Rotonda

Bottazzo

Moroni

Gramsci

Il serbatoio **La Rotonda** è già stato presentato nel paragrafo precedente (1.3 Serbatoi storici).

Il serbatoio **Gramsci** si trova nelle vicinanze della ferrovia in corrispondenza dell'omonimo cavalcavia sui binari. In sua vicinanza riconosciamo la presenza di una zona industriale le Acciaierie Venete S.p.a. e di alcune zone residenziali.

Il serbatoio **Moroni** si trova nel quartiere dell'Arcella, a nord del centro storico di Padova. Collocato nelle vicinanze dello stadio Colbacchini spicca in una zona residenziale con la sua altezza. La vasca dell'acqua sospesa è sorretta da una serie di pilastri con uno centrale che permette la risalita e l'ispezione.

Il serbatoio **Palermo**, come anche il serbatoio Bottazzo, si trova in una zona residenziale dove spicca con la sua altezza. La forma del serbatoio è la medesima del serbatoio Gramsci e Moroni. Nell'anno 2023 il serbatoio è stato soggetto a una serie di opere di manutenzione, tra cui la sostituzione delle vasche in acciaio inox e la dipintura della struttura esterna.



Fig 12_foto con drone del Serbatoio Gramsci.



Fig 13_foto con drone del Serbatoio Moroni e dello stadio Colbacchini.



Fig 14_foto con drone del Serbatoio Moroni.



Fig 15_interno del pilone centrale del serbatoio Moroni.



Fig 16_serbatoio
Moroni dal
parcheggio
adiacente.



Fig 17_foto con drone del Serbatoio Palermo.



Fig 18_foto con drone del Serbatoio Palermo.

Il **serbatoio Bottazzo** si trova inserito in una densa zona residenziale dove l'altezza degli edifici non supera i quattro piani.

Il presente serbatoio è stato sottoposto a un intervento di street art nel 2021, in occasione della manifestazione Super Walls-Biennale Street Art. Questo evento si pone l'obiettivo di celebrare l'arte di strada come strumento di valorizzazione del paesaggio urbano.

L'opera consiste nella realizzazione di un murales da parte del collettivo di artisti francesi La Cr merie. Il murales si estende in tutta la superficie del serbatoio andando a ricoprire un'area di 4000 mq. L'idea del gruppo nasce dalla

volont  di celebrare gli affreschi del Trecento, fortemente diffusi nel territorio patavino, declinandoli in chiave moderna come degli affreschi del terzo millennio. Un intervento per unire il passato e il presente, il passato della Urbs Picta e l'arte per tutti del terzo millennio.

La struttura del serbatoio   realizzata in muratura e possiamo riconoscere la presenza di tre vasche sorrette da tre colonne. Una scala a chiocciola in calcestruzzo, installata in una di queste colonne, permette la risalita a un primo piano intermedio con delle aperture. Da questo spazio parte un'altra scala a chiocciola che porta alla zona delle vasche.



Fig 19_foto con drone del Serbatoio Bottazzo e il centro storico di Padova.



Fig 20_foto con drone del Serbatoio Bottazzo.



Fig 21_interno
del serbatoio
Bottazzo.



Fig 22_scala
interna del
serbatoio
Bottazzo.



Fig 23_
scala di
accesso
alle
vasche del
serbatoio
Bottazzo.



Fig 24_scala di accesso alle vasche del serbatoio Bottazzo dal piano intermedio.

L'intero sistema di serbatoi pensili è caratterizzato da una variazione del flusso dell'acqua, il livello interno quindi cambia di giorno in giorno, di ora in ora. La quantità di acqua presente nei serbatoi è costantemente monitorata grazie a dei sistemi di galleggianti che trasmettono le informazioni raccolte a un programma, il quale traduce in grafici e immagini rappresentative l'andamento dell'invaso dei serbatoi.

Nell'immagine riportata qui sotto è

possibile vedere una istantanea del livello di invaso dei serbatoi il giorno 21 settembre 2023. Il serbatoio Palermo risulta vuoto e non in uso in quanto soggetto a opere di manutenzione.

Si può notare anche che il serbatoio più svuotato è il serbatoio Gramsci, infatti a causa dell'espansione edilizia nella zona a est della città di Padova la richiesta di acqua è in aumento, questo comporta un maggiore utilizzo dell'acqua nel serbatoio per soddisfare la richiesta che supera la disponibilità data dalla rete.

Fig 25_istantanea del sistema di rilevazione del flusso nei serbatoi.



BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.5:

1. *L'acquedotto di Padova - Un secolo di storia*, a cura di Azienda Municipale Acquedotto di Padova, Padova, Società cooperativa tipografica, 1982. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
2. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
3. Frega G., Maiolo M., *I serbatoi per acquedotto*, Bari, Adriatica Editrice, 1995.
4. Frega G. C., *Lezioni di acquedotti e fognature*, Napoli, Liguori Editore, 1979.
5. *Le sorgenti per Padova - La costruzione del primo acquedotto moderno*, a cura di Marco Maffei, Padova, Papergraph, 2001.
6. Milano V., *Acquedotti - guida alla progettazione*, Milano, Hoepli, 1996.
7. Rigobello Autizi M.B., *Archeologia industriale a Padova - Alcuni percorsi tra terra e acque*, Padova, Grafiche Turato sas, 2004.

SITOGRAFIA CAPITOLO 1.5:

1. *acegasapsamga.it*, <https://www.acegasapsamga.it/servizi-acqua> - ultima consultazione 4 novembre 2023
2. *risorgivedelbacchiglione.it*, <https://www.risorgivedelbacchiglione.it/il-parco/gallery/> - ultima consultazione 5 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.5:

Rielaborazioni personali: 11

Foto personali: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Forniti da società AcegasApsAmga: figura 3, 25

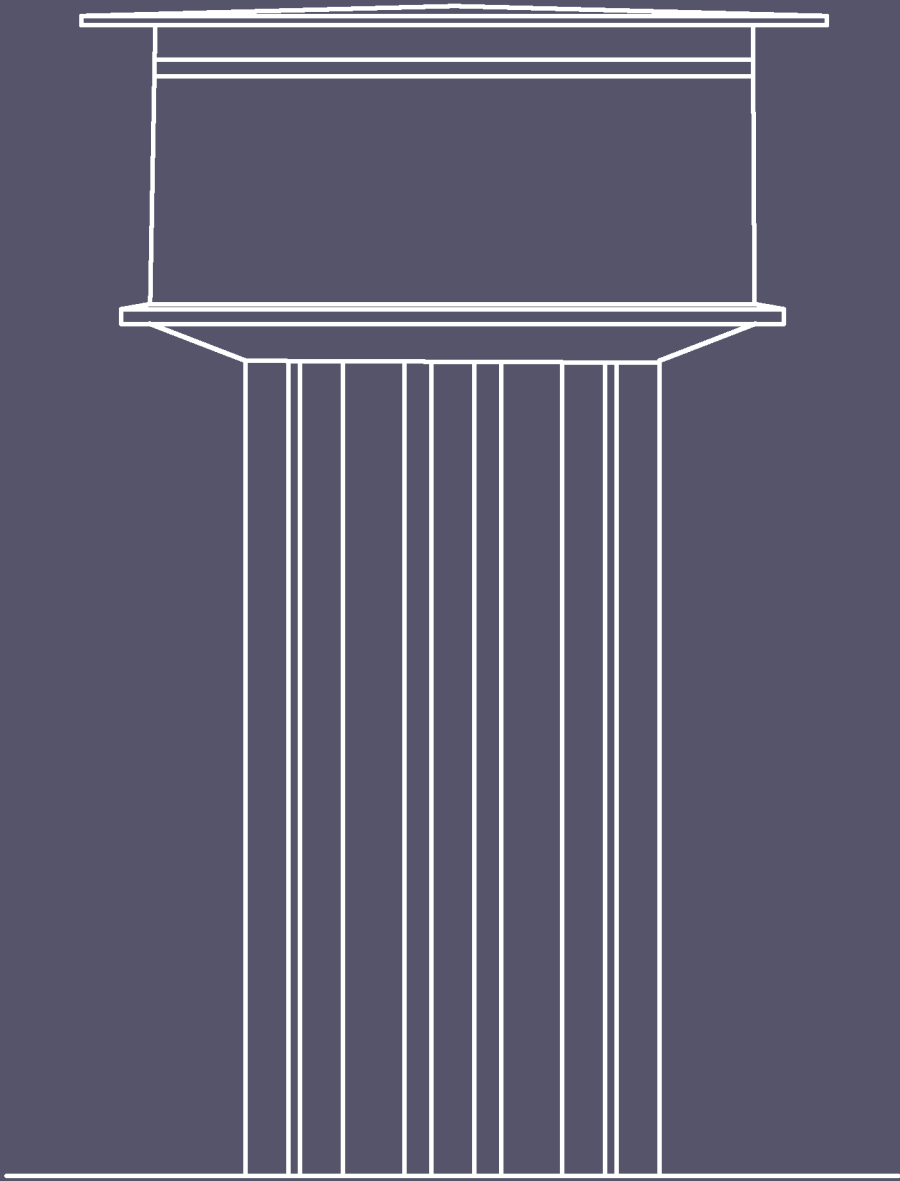
Da bibliografia (1): figura 5, 8, 9, 10

Da bibliografia (2): figura 4

Da bibliografia (5): figura 2

Da sitografia (1): figura 1

Da sitografia (2): figura 6, 7



IL SERBATOIO SOSPESO

1.6

GRAMSCI

Fig 1_localizzazione Serbatoio Gramsci rispetto al centro storico di Padova e alla Stazione Ferroviaria.

Fig 2_planimetria della zona circostante il serbatoio.



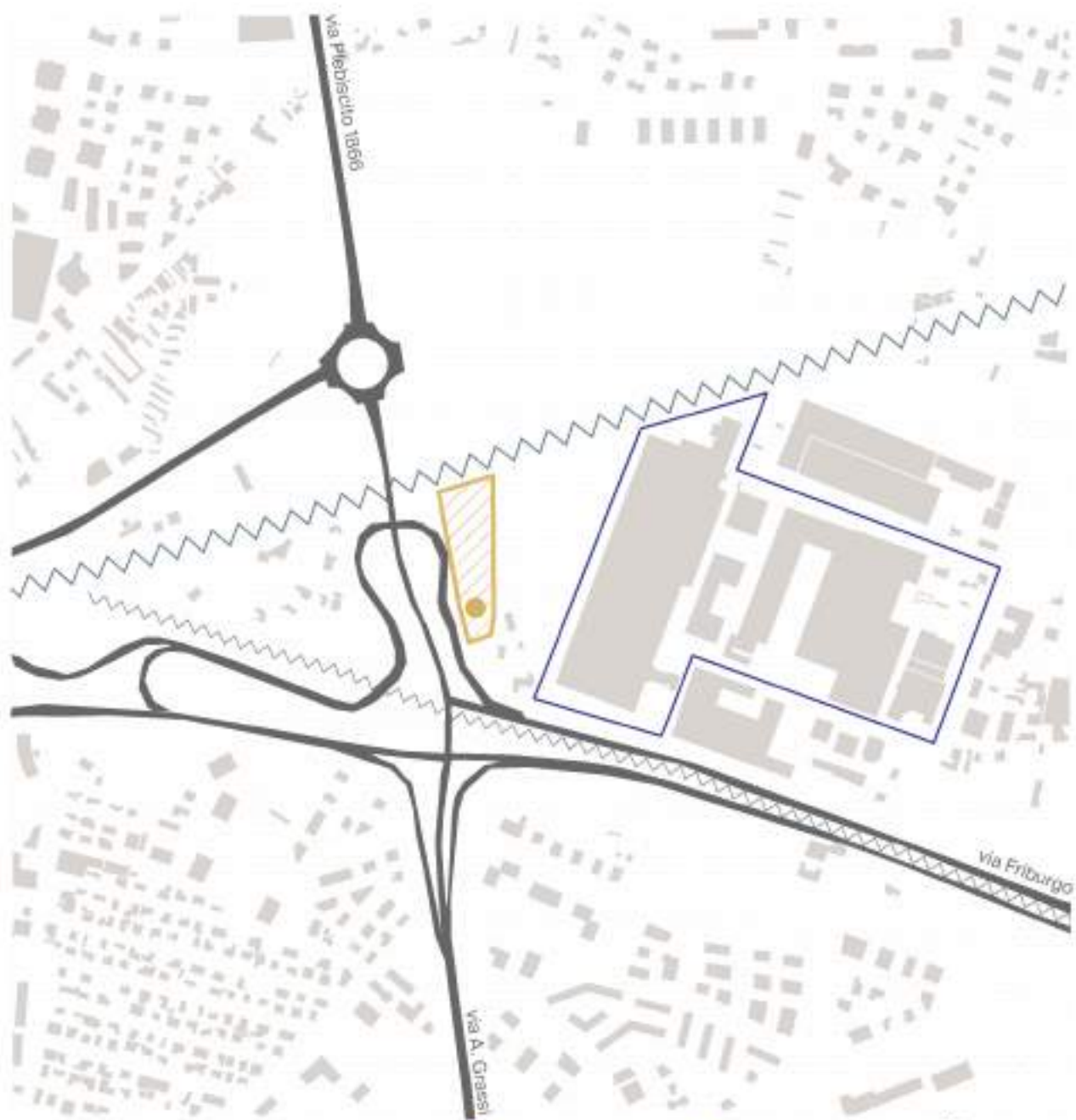
Il serbatoio sospeso Gramsci si trova collocato in un lotto nella zona a nord-est del comune di Padova a circa due chilometri a est della stazione ferroviaria di Padova, in prossimità di Via Gramsci e in adiacenza a Via Friburgo. In particolare, il lotto si trova delimitato a nord dalla ferrovia e a ovest dalla strada che conduce al cavalcavia Gramsci verso il quartiere dell'Arcella.

Nella zona a est troviamo un territorio molto industriale in cui sono presenti dei capannoni di proprietà delle Acciaierie Venete S.p.a., ma anche delle aree residenziali.

90 Il progetto risale al 1963 e, tramite un

appalto a concorso, la costruzione viene affidata all' Impresa S.A.L.C. di Zuccolo, che aveva già realizzato i serbatoi dell'Arcella (Serbatoio Moroni) e della Sacra Famiglia (Serbatoio Palermo). Il progetto impegnava l'impresa nella costruzione oltre che del serbatoio anche di un edificio adibito a magazzino e abitazione, le opere di recinzione e la strada di accesso al lotto.

La decisione sulla costruzione del nuovo serbatoio è stata presa dalla commissione dell'amministrazione della A.M.A.P. (Azienda Municipale Acquedotto Padova) con il fine di









 linea ferroviaria
  linea stradale
  edificato
  Acciaierie Venete S.p.a.
  Serbatoio Gramsci
  scala 1:500



Fig 3_II serbatoio
sospeso Gramsci.

Fig 4_foto storica della costruzione del serbatoio Gramsci.



incrementare la capacità idrica pensile per la funzione di compenso giornaliero. Con la costruzione di questo serbatoio il volume pensile globale passa a 10 000 mc, precedentemente di 8 000 mc divisi in quattro serbatoi: Rotonda, Bottazzo, Moroni e Palermo.

Costruito utilizzando due tipologie costruttive diverse: il calcestruzzo armato e la muratura, il serbatoio raggiunge un'altezza pari a circa 35,5 metri e fa parte della tipologia dei serbatoi pensili, ossia quelli in cui la parte delle vasche, che contiene l'acqua, si trova posta a una determinata altezza da terra ed è sostenuta da alcuni elementi verticali.

La parte della struttura è costituita da otto pilastri in calcestruzzo del diametro di circa 1,5 metri che insistono su una circonferenza del diametro di 13 metri. Al centro della circonferenza dei piloni ha origine la torre cilindrica circolare e cava

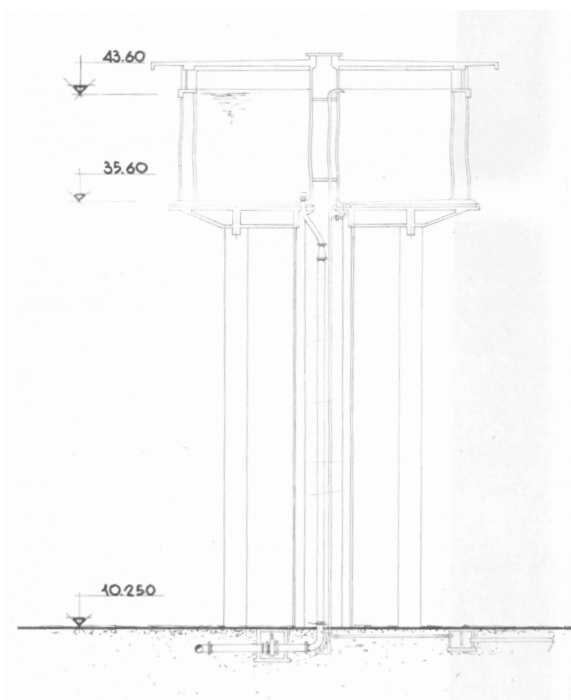
all'interno con delle pareti in muratura di spessore di 0,25 metri. La torre cilindrica non ha nessuna funzione strutturale e serve invece come elemento ospitante per la scala elicoidale che permette di arrivare alla quota di base del serbatoio. Per l'accesso alla zona delle vasche, per eventuali opere di manutenzione, pulizia delle vasche e ispezioni, è presente una scala alla marinara metallica.

La torre cilindrica e gli otto piloni sono collegati in sommità da travi portanti in calcestruzzo armato, sia radiali che anulari di controventamento e che vanno a costituire il sostegno per il fondo a forma troncoconica del serbatoio pensile circolare avente diametro pari a 21,46 metri.

La vasca interna, della capacità di 2000 mc, è caratterizzata dalla presenza di pareti in calcestruzzo armato ad

arco dello spessore di 0,09 metri, che permettono di scaricare la spinta nelle costolature verticali di sezione 1,25 x 0,30 metri e con il lato maggiore nella stessa direzione della spinta. Queste pareti verticali che reggono la spinta sono collegate tra di loro mediante delle travi di cerchiatura a tre intervalli di altezza diversi. Il sistema strutturale scelto permette la generazione di soli stati di compressione per tutte le membrature lambite dall'acqua.

La parte ospitante le vasche è rivestita da una muratura di tamponamento. Il lato interno verso la vasca è realizzato con pareti di calcestruzzo dello spessore di 0,08 metri e contenuta superiormente



94

con un solaio piano.

La copertura del serbatoio è realizzata con travi anulari e radiali in calcestruzzo armato, le quali sostengono una soletta in calcestruzzo armato del diametro di 24,30 metri e spessore variabile da un minimo nel punto più esterno di 0,23 metri e con una pendenza all'estradosso pari al 3%. La parte del serbatoio che ospita le vasche presenta una fascia superiore a lucernario in vetrocemento per l'illuminazione con fessure di aerazione.

L'intera struttura è sostenuta da delle fondazioni di tipo profondo, ossia pali prefabbricati in calcestruzzo armato disposti con un certo interasse e sopra posizionate delle travi superficiali sottostanti il fusto e pilastri di collegamento per quest'ultimi.

Di seguito vengono riportati i disegni storici del progetto del serbatoio e una serie di foto dello stato attuale.

Fig 5_sezione verticale del manufatto con schema impianto idrico.

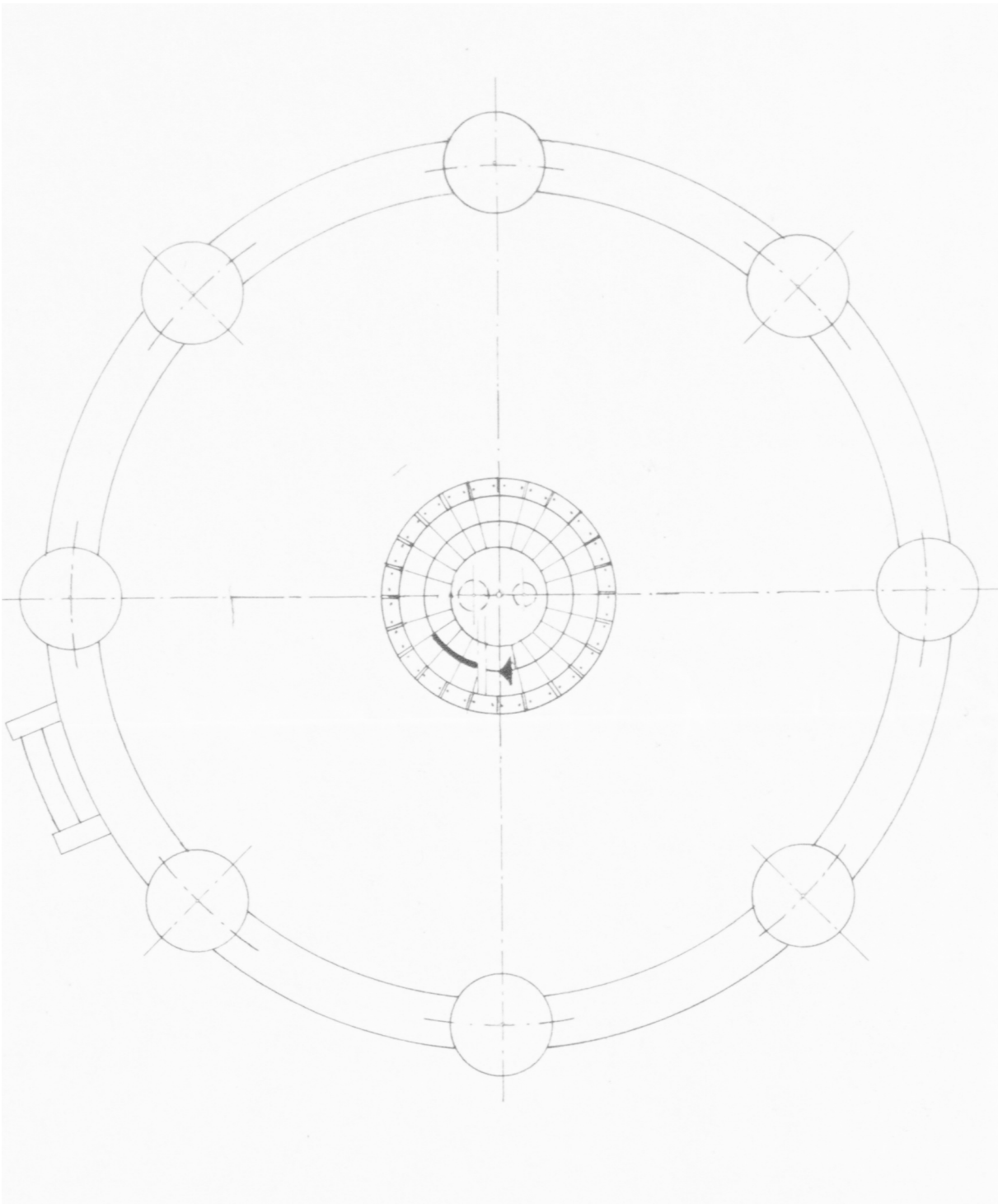


Fig 6_disegno della pianta di base del manufatto.

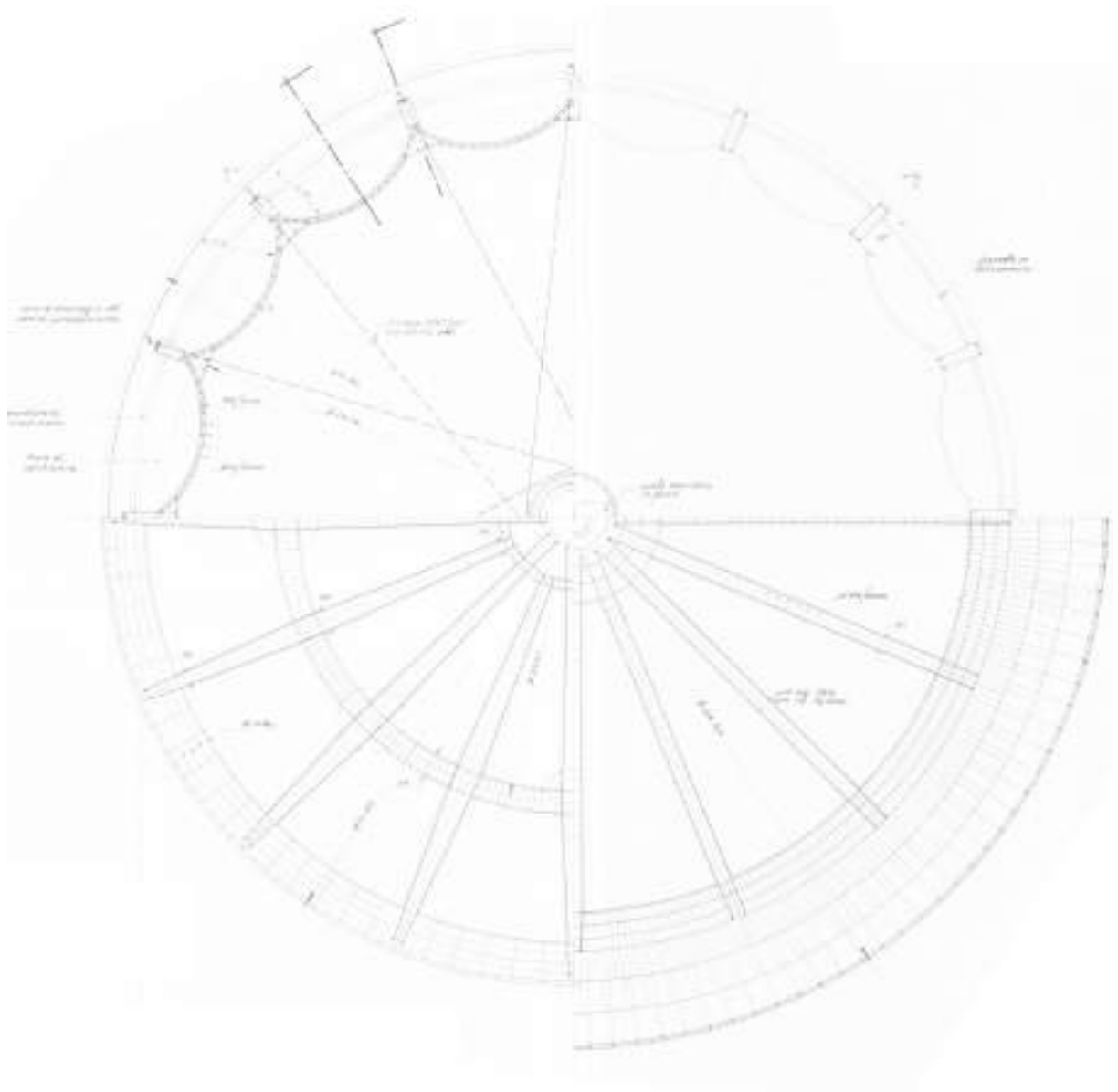


Fig 7_disegno di sezioni a quota crescente in senso orario a partire da in basso a destra: il fondo della vasca, la vasca, la parte vetrata in sommità e la copertura.

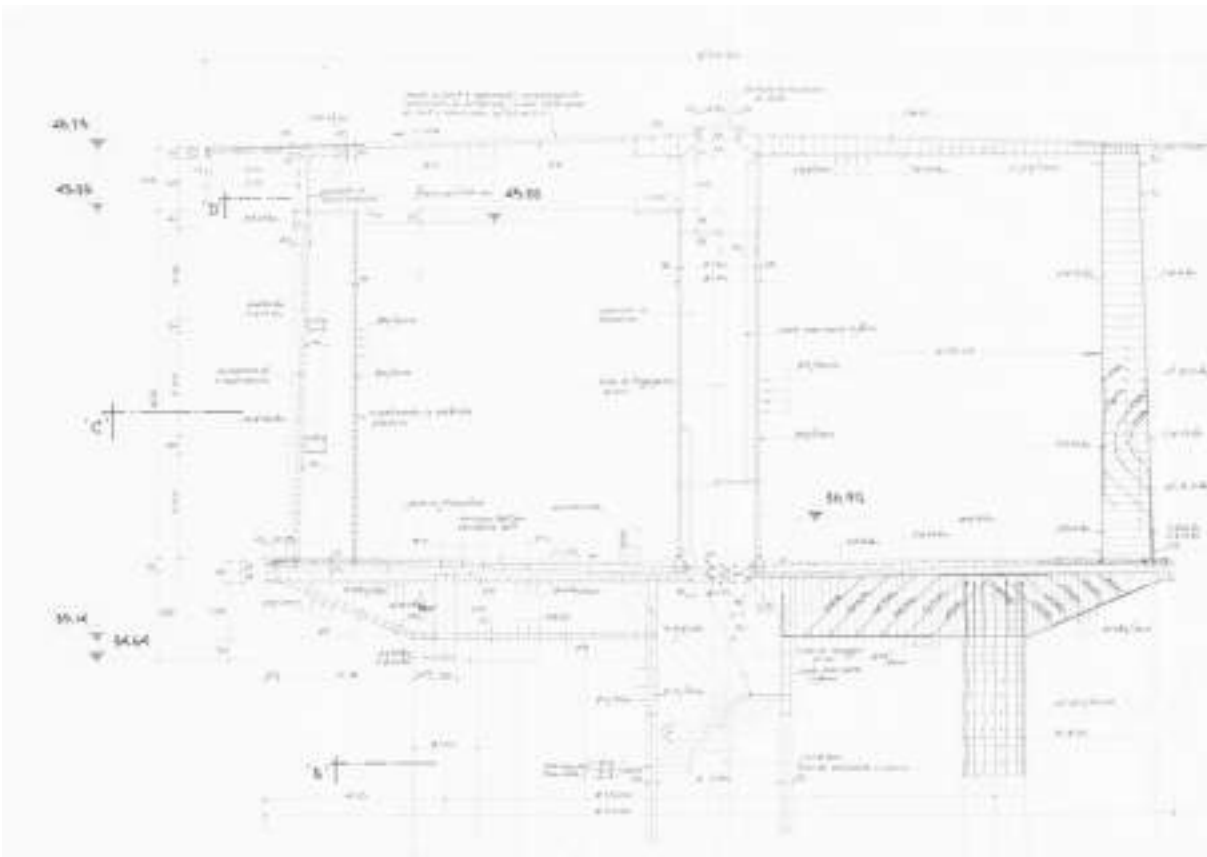


Fig 8_disegno della sezione della vasca del serbatoio sospeso.



Fig 9_foto con drone del serbatoio orientata verso sud.



Fig 10_foto con drone del serbatoio orientata verso nord.



Fig 11_foto con drone del serbatoio orientata verso est.



Fig 12_foto del serbatoio da Via Friburgo.





Fig 13_nella pagina a fianco, foto del serbatoio dal basso.

Fig 14_ foto dell'interno del serbatoio.



104

Fig 15_foto del serbatoio dall'interno del lotto.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 1.6:

1. *L'acquedotto di Padova - Un secolo di storia*, a cura di Azienda Municipale Acquedotto di Padova, Padova, Società cooperativa tipografica, 1982. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
2. Da Deppo L., Datei C., Fiorotto V., Salandin P., *Acquedotti*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 2000.
3. Frega G., Maiolo M., *I serbatoi per acquedotto*, Bari, Adriatica Editrice, 1995.
4. Frega G. C., *Lezioni di acquedotti e fognature*, Napoli, Liguori Editore, 1979.
5. *Le sorgenti per Padova - La costruzione del primo acquedotto moderno*, a cura di Marco Maffei, Padova, Papergraph, 2001.
6. Milano V., *Acquedotti - guida alla progettazione*, Milano, Hoepli, 1996.
7. Rigobello Autizi M.B., *Archeologia industriale a Padova - Alcuni percorsi tra terra e acque*, Padova, Grafiche Turato sas, 2004.

ICONOGRAFIA CAPITOLO 1.6:

Rielaborazione personale: figura 1,2

Foto personali: figura 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Fornita da società AcegasApsAmga: figura 5, 6, 7, 8

Da bibliografia (1): figura 4

2

ATLANTI DI PROGETTO

- 2.1 Atlante progetti in Italia
- 2.2 Atlante progetti in Europa
- 2.3 Atlante progetti nel Mondo

Dopo aver analizzato la funzione, la forma e la storia dei serbatoi sospesi, segue una ricerca sulle forme costruite di queste infrastrutture. L'identità del luogo e l'idea che vogliono veicolare sono elementi che influenzano la forma e la materia dell'infrastruttura.

Essendo architetture imponenti e di notevoli dimensioni la loro presenza è fortemente riconoscibile.

L'altezza, infatti, le inserisce come delle sculture nello skyline della città, ponendole in confronto con i campanili di chiese e basiliche e con i grattacieli.

Un atlante, non di carte geografiche ma di progetti architettonici, presenterà una serie di interventi realizzati su serbatoi sospesi. L'atlante è suddiviso in tre parti in base all'area geografica in cui sono collocati i serbatoi: a partire da quelli più vicini, in Italia, per passare poi in Europa e infine nel resto del mondo.

Di seguito sono riportati esempi considerevoli di interventi di riqualificazione in serbatoi ancora in funzione, ponendo l'attenzione sul tema climatico o sociale, ma anche su strutture non più in funzione, che vengono convertite cambiando la destinazione d'uso ma mantenendo la loro identità nel

territorio.

Non mancano esempi di serbatoi notevoli solo per la loro forma architettonica e strutturale.



2.1 ATLANTE ITALIANO



1.

Torre piezometrica dell'EUR

Quartiere EUR, Roma, Italia

1957

Aldo Capozza, Sergio Martinelli, Roberto Colosimo, Sergio Varisco



Questo serbatoio soprannominato anche "il fungo" è una struttura in cemento armato costruita durante lo sviluppo delle strutture architettoniche per i giochi olimpici che si sono svolti nella capitale nel 1960.

Il serbatoio alto 53m e con un diametro in sommità di 34m è ancora in funzione e rifornisce sia la rete antincendio sia quella di irrigazione. Nella parte sommitale è presente un belvedere vetrato.

2.

Serbatoio pensile dello stabilimento

FIAT Mirafiori

Torino, Italia

1961

Pier Luigi Nervi



Il serbatoio è stato costruito a servizio della fabbrica Fiat nello stabilimento di Mirafiori. La sua altezza, 63m, permette di renderlo facilmente riconoscibile da tutto il quartiere diventando un punto di riferimento per i dintorni. Si tratta di una struttura a fusto cilindrico in blocchi prefabbricati in ferrocemento e cemento armato, dotata di ascensore e terrazza panoramica. Nella parte superiore dell'opera è presente una maglia geometrica regolare generata dal sistema costruttivo adoperato e fornisce pregio e qualità alla semplice struttura del serbatoio.

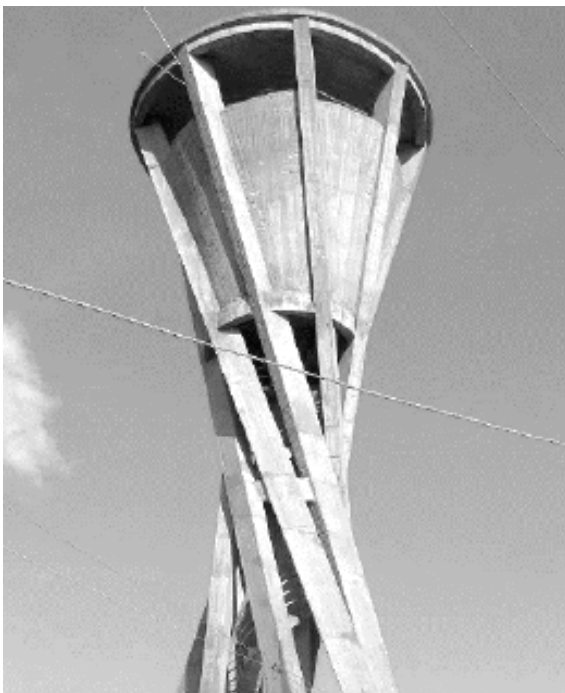


3.

Il serbatoio pensile di Castelvetro
Castelvetro, Sicilia, Italia

1982

Dattolo Ferreri



Il serbatoio costituisce il fulcro della rete di distribuzione dell'acqua potabile, in quanto va a sopperire la mancanza della pressione dovuta alla presenza delle vasche di accumulo interrate.

Il progetto risale al 1973 dell'Ingegnere Dattolo Ferreri e realizzato nel 1982. Struttura interamente in cemento armato con un pilastro centrale a sezione circolare vuota, lungo il quale corre la scala elicoidale che porta in cima al serbatoio. Otto pilastri inclinati proseguono anche nelle pareti della vasca fino in cima. La torsione dei pilastri intorno al baricentro della struttura conferiscono nell'insieme un effetto di snellezza.

4.

Le Torri dell'Acqua
Budrio, Bologna, Italia
2009
Andrea Oliva

L'iniziativa ha come obiettivo quello di promuovere il recupero creativo di complessi edilizi privati, collocati nei centri città e abbandonati. Il progetto vincitore è quello dell'architetto Oliva e consiste in un recupero dell'ex carico dell'Acqua, collocato nel centro del paese e in prossimità del centro storico. Le due torri rappresentano un esempio in cui viene valorizzato un monumento di archeologia industriale e si pongono l'obiettivo di evitare il degrado di una realtà storica e simbolica della comunità, destinandole a centro polifunzionale.

L'intervento ha dato vita a spazi di diversi volumi e adattabili a diverse esigenze, la leggerezza di questi ambienti sospesi simili a bolle si alterna a vasti terrazzi circolari o quadrati. I materiali usati sono il vetro, legno, ferro e cemento con qualche gioco d'acqua e una corretta illuminazione permettono di creare una atmosfera suggestiva.





5.

Torre dell'acqua

San Casciano in Val di Pesa, Toscana,
Italia

2010

Roberto Bruttini



L'intervento prevedeva il duplice scopo di risanare la struttura ed ottenere un contenitore per eventi culturali e di promozione turistica: una parziale riconversione senza snaturare l'originaria destinazione e la sua immagine urbana. Il progetto di recupero è stato impostato su scelte di carattere ingegneristico, dovendo verificare sismicamente la struttura, ricostruire il calcestruzzo deteriorato per effetto della carbonatazione, rinnovare l'impiantistica idraulica e ricollocare le emittenti telefoniche. All'apice del piezometro è stata collocata una terrazza panoramica a cui si accede tramite un ascensore esterno in acciaio e vetro.

6.

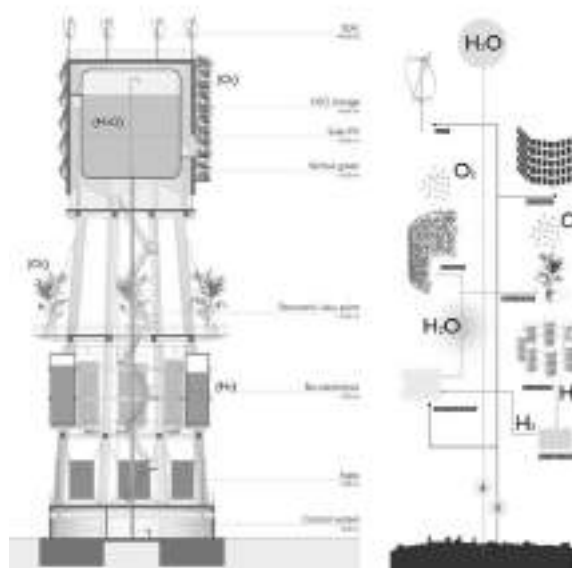
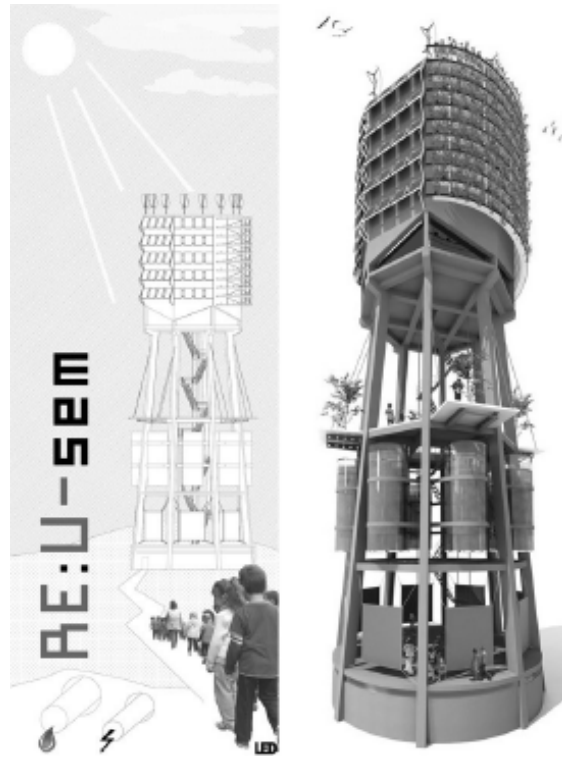
RE:U-SEM

Sant'Elpidio a Mare, Italia

2011 (Non realizzato)

Alessandro Liberati e Roberto Straccali

I serbatoi pensili sono delle infrastrutture meritevoli di conservazione e tutela, sono caratterizzati da facciate di notevoli dimensioni nelle quali è possibile agire con interventi volti ad aumentare le proprie funzioni. L'esempio intende definire i principi guida per la conservazione ed il recupero di tutte quelle strutture appartenenti all'archeologia industriale attraverso la ri-funzionalizzazione tecnologica e la ri-integrazione con il paesaggio circostante. Pertanto la proposta intende riconfigurare il serbatoio pensile in un totem energetico, in grado di svolgere sia la funzione attuale di stoccaggio idrico che la produzione di energia pulita. Questa energia sarà donata dal sole con 240 mq di fotovoltaico, dal vento grazie ad 8 generatori microeolici e dall'idrogeno prodotto da 8 silos contenenti alghe termofile immerse in 250.000 litri di acqua.





7.

Torre ABS

Pozzuolo del Friuli, Italia

2017

Archimeccanica



Progetto per la riqualificazione architettonica della torre piezometrica situata entro il comprensorio delle “Acciaierie Bertoli Safau S.p.a.”. Essa, infatti, esplicita una sintesi formale tra architettura e natura, con l’obiettivo di raggiungere un equilibrio dinamico tra geometria e meccanica. Alta 36 metri e con un diametro di 10 metri è composta da una struttura modulare in acciaio. Ogni modulo è dotato di una vasca aggettante a verde pensile. La componente vegetale è costituita da piante caratterizzate da un’elevata rusticità, crescita compatta, moderate esigenze idriche, molte sempre verdi, specie ornamentali, ma anche specie che ritroviamo abitualmente nelle campagne. “Torre Abs”, pur mantenendo la funzione originale, assume un nuovo valore simbolico come segno sul territorio e come servizio all’ecosistema (assorbimento 1 tonnellata\anno CO₂).

SITOGRAFIA CAPITOLO 2.1:

1. *archilovers.com*, <https://www.archilovers.com/projects/45076/re-u-sem.html> -ultima consultazione 5 novembre 2023
2. *archilovers.com*, <https://www.archilovers.com/projects/197242/torre-abs.html#info> -ultima consultazione 5 novembre 2023
3. *archilovers.com*, <https://www.archilovers.com/projects/69816/torre-dell-acqua.html> -ultima consultazione 5 novembre 2023
4. Salluzzo G. (8 marzo 2013), "Serbatoio pensile a Castelvetro : Architettura -Ingegneria - Paesaggio" *castelvetranonews.it*, <https://castelvetranonews.it/notizie/ambiente/castelvetrano/serbatoio-pensile-a-castelvetrano-architettura-ingegneria-paesaggio/> -ultima consultazione 5 novembre 2023
5. *comune.budrio.bo.it*, <https://www.comune.budrio.bo.it/it-it/vivere-il-comune/cosa-vedere/le-torri-dell-acqua-47346-1-3a13ffb6019768f1814bbae5a44dc826> -ultima consultazione 5 novembre 2023
6. *museotorino.it*, <https://www.museotorino.it/view/s/0edab9745ac4426796a1b54da131fe4f> -ultima consultazione 5 novembre 2023
7. *rerumromanarum.com*, <https://www.rerumromanarum.com/2017/05/il-fungo.html> -ultima consultazione 5 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 2.1:

- Da sitografia (1): figure caso 6
- Da sitografia (2): figure caso 7
- Da sitografia (3): figure caso 5
- Da sitografia (4): figure caso 3
- Da sitografia (5): figure caso 4
- Da sitografia (6): figure caso 2
- Da sitografia (7): figure caso 1



2.2 ATLANTE EUROPEO



1.

Water Tower

Brasschaat, Belgio

1996

Binst Architects



Le torri d'acqua fanno parte del patrimonio industriale. La forza simbolica di tale punto di riferimento nel paesaggio diventa così una sfida per trasformarla in una struttura di base per l'organizzazione di una casa unifamiliare. Lo spazio è stato ridotto alla sua bellezza e rivestito da una copertura di vetro semitrasparente come strato architettonico. L'insieme formato dal rivestimento vetrato e il serbatoio cilindrico di calcestruzzo rendono l'idea di una simbiosi industriale tra vecchio e nuovo.

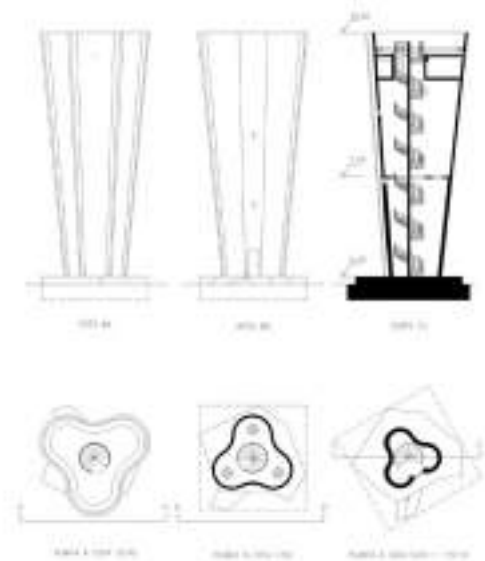
2.

Water Tank

Budens, Portugallo

2000

Pedro Bandeira + João Figueira e
Associados



La torre della stazione di trattamento dell'acqua, che funge anche da torre di osservazione, è un'audace infrastruttura. Questo unico elemento nell'arido paesaggio persegue l'utopia moderna attraverso un processo di dettaglio pragmatico e rigorosamente funzionale.

Il materiale è un cemento grezzo e il design ricorda il camino dell'*Unità d'abitation* di Le Corbusier, ma si trova a terra suggerendo l'idea che l'edificio è stato sepolto.





3.

Jaegersborg Water tower
Copenhagen, Danimarca
2006

Dorte Mandrup Arkitekter



Nel 2004, grazie a un bando, Dorte Mandrup Arkitekter hanno vinto la possibilità di convertire la torre dell'acqua di Jaegersborg in un edificio a uso misto. Ai piani superiori ogni unità abitativa, riservata agli studenti, presenta una componente aggiuntiva simile a un cristallo che porta la luce del giorno nell'appartamento e offre viste senza ostacoli sul paesaggio circostante.

Nei piani inferiori invece troviamo un centro giovanile e delle sale polifunzionali.

4.

Chateau d'eau
Steenokkerzeel, Belgio
2008
Bham Design Studio

In un piccolo terreno nel mezzo di un paesaggio della pianura belga, sorge una torre d'acqua alta 30m costruita tra il 1938 e il 1941 per il villaggio di Steenokkerzeel. La torre è stata in funzione fino all'inizio degli anni Novanta ed usato dai nazisti durante la Seconda guerra mondiale come torre di avvistamento. A partire dal 2004 sono stati fatti degli interventi per preservare la torre, in particolare l'esterno è stato completamente rinnovato al suo stato iniziale. Le colonne di cemento danneggiate sono state riparate, i giunti di mattoni sono stati rimossi e sostituiti e alcune finestre sono state ingrandite. La torre verrà abitata quotidianamente da una coppia e una o due volte al mese, parte dell'edificio viene affittata per eventi molto esclusivi come dei seminari. Internamente gli elementi caratteristici del serbatoio sono stati mantenuti integri.





5.

Species deposit

Madrid, Spain

2011

María Langarita and Víctor Navarro



L'elevata torre d'acqua è una struttura in cemento alta 25m e 14m di diametro, situata sul bordo meridionale del nuovo spazio di creazione contemporaneo.

La torre, che era originariamente circondata da piccoli padiglioni da giardino per i lavoratori del complesso, ora poggia su un lotto che funge da zona di parcheggio e spazio per lo stock e il supporto di attività artistiche.

L'analisi del luogo ha trasmesso la percezione del deposito come luogo anziché come oggetto e hanno dato origine all'idea di utilizzare la base in modo attivo.

Le piante e gli alberi che crescevano naturalmente o venivano piantati dai lavoratori continueranno a crescere e forniranno un luogo d'incontro intimo.

6.

Water Tower
Mons, Belgio
2013
V+

Le torri d'acqua sono infrastrutture che trascendono il loro scopo tecnico e aiutano a modellare il paesaggio. Le torri d'acqua costruite per le maggior parte nel XX secolo, sono ottenute da una semplice estrusione o rivoluzione di un profilo attorno a un'asse centrale. Questa ottica progettuale lascia intendere che il liquido contenuto nella torre ha una precedenza nei confronti del paesaggio. La costruzione di questa nuova torre ha l'obiettivo di mettere in discussione la figura delle torri preesistenti e che diventi anche un punto di riferimento per la zona industriale.

La torre è costituita da una vasca circolare di 20m di diametro e si erge su una piattaforma ad una altezza di 50m, la vasca risulta una componente indipendente basata sul supporto di una struttura portante a X e una a V in calcestruzzo.





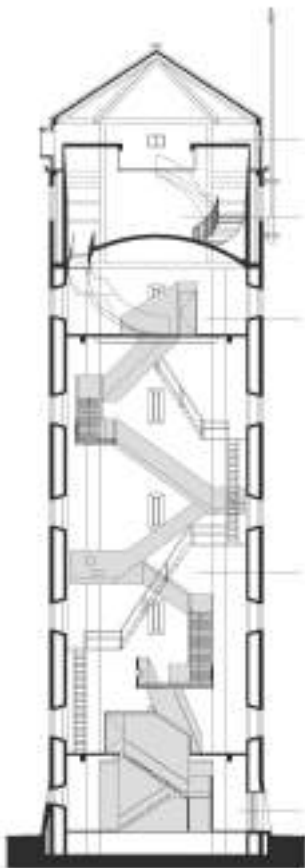
7.

Watch

Sint Jans klooster, Olanda

2014

Zecc Architecten



La torre dell'acqua è situata nel mezzo di una riserva naturale, le associazioni che proteggono l'area hanno adottato il progetto per trasformare la torre in una torre di guardia. Uno spettacolare percorso 'architettonico' ti porterà fino a un'altezza di 45m.

Le scale che conducono in sommità sono fatte in legno, aggiungendo un elemento caldo che contrasta con le pareti di cemento severo della torre. Inoltre, se prima le scale salivano lungo le pareti adesso viene introdotta una nuova rotta a zig-zag complementare alla vecchia esistente, rafforzando la percezione spaziale.

Nella parte superiore del serbatoio sono state aggiunte delle finestre per permettere una migliore panoramica del territorio circostante.

8.

Castle Acre Water Tower

Gran Bretagna

2016

Tonkin Liu



La struttura era considerata dall'architetto una reliquia dell'era industriale ferma nel paesaggio, un punto di riferimento in disuso. Il progetto mira a celebrare e continuare la vita della struttura, convertendola in una casa che beneficia della sua forma unica e delle viste panoramiche sui campi di orzo circostanti. Il restauro garantirà inoltre che i suoi valori esistenti vengano mantenuti restituendo vita al suo sistema strutturale ed esponendo la sua robustezza e materialità.

Il serbatoio stesso verrà riutilizzato come spazio abitativo e da pranzo, sospeso al di sotto due camere da letto e una sala da giardino al piano terra consentendo a tutta la struttura di integrarsi con la natura selvaggia circostante.



SITOGRAFIA CAPITOLO 2.2:

1. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/502020/watch-watertower-sint-jansklooster-zecc-architecten?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
2. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/772757/water-tank-pedro-bandeira-plus-joao-figueira-e-associados?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
3. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/76199/chateau-deau-bham-design-studio?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
4. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/197175/species-deposit-maria-langarita-and-victor-navarro?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
5. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/965338/castle-acre-water-tower-tonkin-liu?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
6. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/6748/jaegersborg-water-tower-dorte-mandrup-arkitekter?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
7. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/778636/chateau-deau-v-plus?ad_source=search&ad_medium=projects_tab -ultima consultazione 5 novembre 2023
8. *belgiumarchitects.com*, <https://www.belgium-architects.com/images/cts/05/91/29/5035366d3ba1483cab4e2d4e0d4c8727/5035366d3ba1483cab4e2d4e0d4c8727.6e7b65d0.jpg?1493337896> -ultima consultazione 5 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 2.2:

- Da sitografia (1): figure caso 7
- Da sitografia (2): figure caso 2
- Da sitografia (3): figure caso 4
- Da sitografia (4): figure caso 5
- Da sitografia (5): figure caso 8
- Da sitografia (6): figure caso 3
- Da sitografia (7): figure caso 6
- Da sitografia (8): figure caso 1



2.3 ATLANTE MONDIALE

1.

Tower of Winds

Yokohama, Giappone

1986

Toyo Ito & Associates

Il progetto si colloca come una scultura tecnologica ed è alloggiato sopra a dei serbatoi d'acqua che servono per le macchine per l'aria condizionata del vicino centro commerciale sotterraneo. Di giorno la torre, rivestita con pannelli di alluminio perforato, riflette la città attraverso le superfici che coprono il nucleo d'acciaio. Di notte la Torre dei Venti assume un ruolo più proattivo, traducendo suono e vento in luce attraverso due computer che rilevano i diversi livelli di vento e rumore e di conseguenza alimentano le lampade, gli anelli al neon e le luci alla base. La torre si trasforma costantemente, le sue piccole lampade cambiano colore in base ai suoni circostanti e i suoi anelli al neon si increspano secondo i venti della città. Toyo Ito crea una relazione infinita tra tecnologia, architettura, città e suoi abitanti sottolineando il profondo impatto della città sulla razza umana e il ruolo cruciale della tecnologia nell'architettura.



2.

Public Folly-Water Tower Renovation

Shenyang, Cina

2012

META - Project

Questa torre d'acqua si trova nel campus di una fabbrica militare in rovina, diventata simbolo unico della storia dell'industrializzazione in questa zona. Attualmente il quartiere in cui è inserita la torre è un quartiere residenziale, ma la torre è stata conservata nella sua integrità funzionando come promemoria della frammentata storia dell'industrializzazione.

A partire dal posizionamento di questa torre META - Project ha sviluppato un concetto di rinnovamento, dove la torre funziona come un dispositivo adattivo: all'esterno forma un intervento artistico nel paesaggio urbano e all'interno offre uno spazio per le attività pubbliche per le comunità circostanti. Ogni notte, mentre la torre dell'acqua pesante svanisce nell'oscurità, le scatole luminose diventeranno segnali distinti che fluttuano nell'aria.



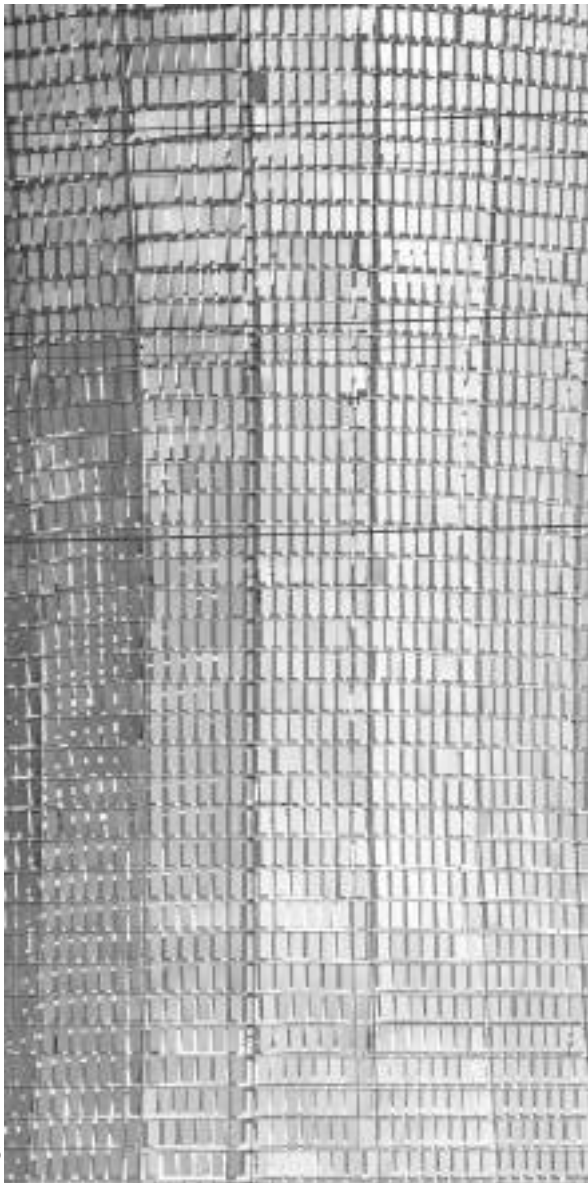
3.

Essbio Rancagua Water Tower

Rancagua, Chile

2012

Mathias Klotz



In seguito al terremoto devastante che ha colpito il Cile nel 2012, molte infrastrutture del paese hanno subito danni gravi, ad esempio alcune torri idriche sono crollate altre sono molto danneggiate. Il direttore della società che ha in gestione l'acquedotto della città ha espresso la volontà di risanare queste strutture e con l'occasione renderle un elemento riconoscibile della città. In particolare, nella torre idrica di Rancagua l'artista Mathias Klotz è intervenuto con la realizzazione di una seconda pelle alla struttura esistente. Il rivestimento reagisce con il vento andando a creare un effetto simile all'acqua.



4.

Water Tower Project

New York , America

2014

Artisti come John Baldessari, Jeff Koons,
Terry Richardson



Il *Water Tank Project* è nato con l'obiettivo di trasformare lo skyline di New York. I serbatoi d'acqua presenti sui tetti degli edifici, necessari per il rifornimento dell'acqua ai piani più alti, hanno cominciato a diventare colorati e a ospitare installazioni di artisti famosi. Oltre ad un'opera di rivalutazione è anche un richiamo all'attenzione della crisi idrica globale.

L'artista Tom Fruin per primo è intervenuto nel Dumbo Brooklyn installando dei pezzi di plexiglass colorati intorno a un serbatoio. Successivamente vengono realizzate altre opere di wrapping nei serbatoi.



SITOGRAFIA CAPITOLO 2.3:

1. *archdaily.com*, <https://www.archdaily.com/344664/ad-classics-tower-of-winds-toyo-ito> - ultima consultazione 5 novembre 2023
2. *archdaily.com*, https://www.archdaily.com/417034/public-folly-water-tower-renovation-meta-project?ad_source=search&ad_medium=projects_tab - ultima consultazione 5 novembre 2023
3. **Frearson A. (10 settembre 2013) "Water Tower in Rancagua by Mathias Klotz"**, *dezeen.com*, <https://www.dezeen.com/2013/09/10/water-tower-in-rancagua-by-mathias-klotz/> - ultima consultazione 5 novembre 2023
4. *thewatertankproject.org*, <http://www.thewatertankproject.org/> - ultima consultazione 5 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 2.3:

- Da sitografia (1): figure caso 1
Da sitografia (2): figure caso 2
Da sitografia (3): figure caso 3
Da sitografia (4): figure caso 4

La fotografia, l'arte e l'architettura sono la base del mio lavoro progettuale. In questa parte viene riportato il lavoro di ricerca tra i grandi maestri della storia nei tre ambiti.

Nella prima parte dedicata alla fotografia viene illustrato il lavoro di Bernd e Hilla Becher, due coniugi che hanno dedicato la loro vita a scattare immagini di elementi di archeologia industriale. L'intento era di celebrare queste strutture come monumenti del territorio cittadino, apprezzandoli come sculture da conservare e valorizzare nel loro volume.

Nei successivi due paragrafi viene trattato il tema dell'arte e dell'architettura cinetica. Entrambe sono strettamente collegate tra di loro ma coinvolgono opere diverse, la prima tratta il dinamismo in pittura e scultura, la seconda in edifici e costruzioni in cui la parte dinamica non va ad intaccare la componente strutturale.



Bernhard Becher e sua moglie Hilla Becher sono una coppia di fotografi tedeschi, che ha incentrato la loro carriera sulla realizzazione di scatti fotografici ad elementi appartenenti al mondo industriale.

Bernhard Becher, chiamato Bernd, studiò pittura dal 1953 al 1956 all'accademia delle Belle Arti di Stoccarda e poi si dedicò alla tipografia presso l'Accademia di Düsseldorf. La sua famiglia aveva lavorato nell'industria nell'area della Ruhr, quindi decise di dedicarsi alla realizzazione di illustrazioni riguardanti l'ambiente lavorativo della famiglia. Nel 1957 fotografò una miniera che stava per essere smantellata con l'intenzione di usare le foto come materiale base di lavoro.

Hilla Wobeser si dedicò alla fotografia fin da piccola grazie all'influenza della madre e degli zii che sono fotografi professionisti. Nel 1951 iniziò a frequentare lo studio di Walter Eichgrun, un noto fotografo, e diventò sua apprendista. Nello stesso periodo seguiva le lezioni della scuola di fotografia Lette-Verein a Berlino, dove erano iscritte solamente donne. Tra i vari incarichi per il fotografo troviamo una serie di scatti di una struttura ferroviaria in riparazione. A partire da quel momento Hilla si appassionò alla fotografia di strutture ferroviarie e dei trasporti. Nel 1957 si trasferì ad Amburgo iscrivendosi all'Accademia di Düsseldorf.

L'accademia di Düsseldorf è stata fondata nel 1773, scuola in cui si studia pittura, architettura e scultura, costituisce



Fig. 1_Bernd e Hilla Becher



Fig. 2_ Bernd e Hilla Becher, Paesaggio industriale, Siegen,1963

l'accademia di Belle Arti della città. Proprio all'Accademia di Düsseldorf, i due studenti si incontrarono per la prima volta nel 1957 durante i loro studi. Le conoscenze sulla fotografia di Hilla permisero di rendere più contemporaneo il lavoro di catalogazione del marito Bernd, il quale usava la tecnica della pittura per rappresentare gli elementi del paesaggio industriale. Il fine rimase lo stesso, ma venne modernizzata la tecnica, da quella pittorica a quella fotografica, più in linea con i tempi e una capacità di riprodurre il mondo reale.

I coniugi iniziarono a fotografare insieme a partire dal 1959 documentando la scomparsa dell'industrializzazione a livello architettonico e realizzarono un reportage fotografico nella regione della Ruhr, in particolare a Siegen, dove era presente un impianto siderurgico in via di abbandono. La loro prima mostra avvenne nel 1963 alla galleria Ruth Nohl di Siegen, paese di origine di Bernd.

Bernd e Hilla Becher sono riusciti a dare una definizione contemporanea di paesaggio attraverso lo strumento della fotografia. I loro soggetti principali sono i complessi industriali che vengono fotografati come se fossero delle

cattedrali del mondo odierno. Il concetto di paesaggio di questi fotografi non è il centro città inquadrato singolarmente, o un elemento della natura singolo, ma mostrano l'interazione fra industria, città e natura.

Nella foto riportata nella pagina a fianco è inquadrata una piccola cittadina posta sulla sommità di un colle, tra i tetti delle case si ergono in altezza due torri di raffreddamento circondate da cinque ciminiere, che ricordano i volumi di cupole e campanili.

La grande diffusione di impianti industriali nei territori cittadini aveva modificato l'aspetto di questi conglomerati urbani e con gli anni si è rafforzato questo modello urbanistico, in cui prevaleva la commistione degli spazi riservati al tempo libero, alla vita sociale con quelli della produzione e del lavoro.

Il lavoro di ricerca dei due coniugi si estendeva oltre il territorio tedesco e prevedeva dei viaggi in diverse nazioni europee con il fine di fotografare elementi industriali come: cavalcavia, stabilimenti produttivi, gasometri, torri idriche. Una condizione imprescindibile per gli scatti era l'assenza di giochi di ombre e di luce, per questo motivo i Becher realizzavano le fotografie solo in

giornate uggiose, senza la luce diretta del sole evitando quindi contrasti troppo definiti negli scatti.

Il fine della loro campagna fotografica era quello di imprimere su carta la plasticità e la composizione di forme della struttura, non la sua funzione. In questo modo emergeva il lato oggettivo, trasformando le opere in sculture vere e proprie, in cui veniva messa in luce la forma esterna rispetto alla struttura interna.

Un'altra caratteristica principale della loro fotografia era l'esclusione dagli scatti di figure umane o di elementi riconducibili ad essi.

Gli scatti erano in bianco e nero, senza giochi di luci e ombre, sfocature e riflessi, di prospettive oblique e dettagli che distraessero lo sguardo fuori dall'edificio.

La scelta di scattare in bianco e nero era riconducibile al principio secondo il quale la tridimensionalità era messa maggiormente in luce con l'assenza di colore.

Il loro interesse principale era mettere in evidenza le relazioni fra gli elementi industriali e lo spazio che questi occupavano e come tale rapporto dava vita a un nuovo tipo di paesaggio. Le

opere industriali venivano considerate come delle vere e proprie sculture, da elogiare nella loro forma esterna senza mettere in evidenza la componente strutturale.

Il loro lavoro ha subito le influenze di altri fotografi come Walker Evans e August Sander.

Il primo artista, famoso per gli scatti frontali agli edifici lungo le strade degli Stati Uniti, era maggiormente interessato alla parte sociale, alla vita quotidiana e ai luoghi in cui si svolgeva. Il secondo fotografo invece scattava le foto ai cittadini tedeschi e dalle immagini si riconosceva il lavoro svolto e la condizione sociale, grazie agli abiti indossati e gli arnesi presenti nella scena.

L'approccio di questi due fotografi viene superato dai coniugi Becher in quanto non erano interessati alle singole fotografie ma anzi si dedicavano al confronto di edifici che hanno la stessa destinazione d'uso e struttura simile.



Fig. 3_Walker Evans



Fig. 4_August Sander, Pasticcere, 1928

Al fine di facilitare questo confronto, molto spesso le opere esposte erano composte da più immagini in serie e la ricerca della composizione poteva richiedere molto tempo, anche anni di lavoro.

Gli scatti non erano sviluppati in grandi formati, solitamente 18x24 cm, affiancati gli uni con gli altri in una griglia.

I criteri che determinavano queste

sequenze erano due:

-Sviluppi: fotografie dello stesso soggetto da diverse angolazioni, per osservarne tutti i punti di vista. In questo caso l'approccio vuole rendere l'idea che non esiste un punto di vista ideale da cui osservare l'edificio.

-Tipologia: raggruppamento per similitudine per creare un confronto.



154 Fig. 5_Bernd e Hilla Becher, Complesso Industriale, esempio di sviluppo



Fig. 6_Bernd e Hilla Becher, Winding Towers, 1966-97, esempio di tipologia



Fig. 7_Bernd e Hilla Becher, Serbatoi di gas, 1965-2009, esempio di tipologia

Nel 1990 ai coniugi Becher viene assegnato il Leon d'oro per la scultura alla XLIV Biennale Internazionale d'Arte di Venezia, gli viene consegnato il premio della scultura perché quello della fotografia non esiste e perché le opere principali dei loro scatti sono delle grandi sculture architettoniche.

Anche il titolo della loro prima raccolta, pubblicata nel 1970, richiama questo concetto infatti si intitola: *Anonyme Skulpturen: Eine Typologie technischer Bauten*, che comprendeva fotografie scattate nell'arco di 10 anni.

In seguito alla pubblicazione di questa prima raccolta i coniugi Becher diedero il via a una nuova fotografia contemporanea della quale furono protagonisti gli allievi dell'accademia d'Arte di Dusseldorf. Alcuni allievi furono Andreas Gursky, Thomas Struth, Candida Hofer, Petra Wunderlich, Thomas Ruff. Questi studenti crearono un gruppo detto "Scuola di Düsseldorf", nonostante fossero molto diversi tra di loro come stile seguivano delle linee guida trasmesse dai coniugi Becher, nonché loro insegnanti. Gli elementi comuni sono le linee dritte, la prospettiva centrale e i formati di grandi dimensioni.



Fig. 8_copertina di Bernhard e Hilla Becher, *Anonyme Skulpturen*.



Fig. 9_Andreas Gursky, Parigi, Montparnasse del 1993



Fig. 10_Thomas Struth, Ovest 21st Street, Chelsea, New York, 1978

I coniugi nel corso della loro carriera hanno realizzato molte raccolte, formate da centinaia di immagini. Nelle pagine seguenti sono riportate esempi di griglia in cui vengono elogiate e monumentalizzate le strutture per immagazzinare l'acqua, ciascuna progettata e costruita con diverse forme ma la funzione resta la stessa.

Typology of Water Towers, del 1972, è una suite di nove fotografie in bianco nero. Le torri dell'acqua fanno parte della stessa composizione sulla base della forma, ma osservando bene le fotografie vengono messe in evidenza delle differenze alcune evidenti, alcune più sottili.

“Vedevano il loro lavoro come un modo di vedere la scultura nella vita quotidiana”, parole di Jeff Rosenheim, curatore di una retrospettiva Becher al San Francisco Museum of Modern Art. “In un certo senso, hanno scoperto che queste erano forme di architettura anonima create

dall'industria per risolvere una funzione, ma che possedevano una bellezza naturale e rigorosa”

Tra gli scatti realizzati dai coniugi alle torri dell'acqua è possibile anche riconoscere il serbatoio Palermo di Padova, riportato nell'immagine a lato (fig 11). Nella pagina successiva è inserito uno scatto del serbatoio Moroni di Padova.

Il loro principio era quello di preservare nella storia la presenza e la forma di queste sculture inserite nell'ambiente cittadino. Per questo motivo possiamo definire l'approccio dei coniugi Becher conservativo della memoria e della plasticità delle torri idriche. Seguendo questo filo di pensiero, l'approccio progettuale che segue non presenta radicali cambi di geometrie, forma, dimensioni, ma propone un'idea senza snaturare la presenza nel territorio dei serbatoi sospesi.





Fig. 12_Bernd e Hilla Becher, *Typology of Water Towers*



Fig. 13_Bernd e Hilla Becher, *Typology of Water Towers*

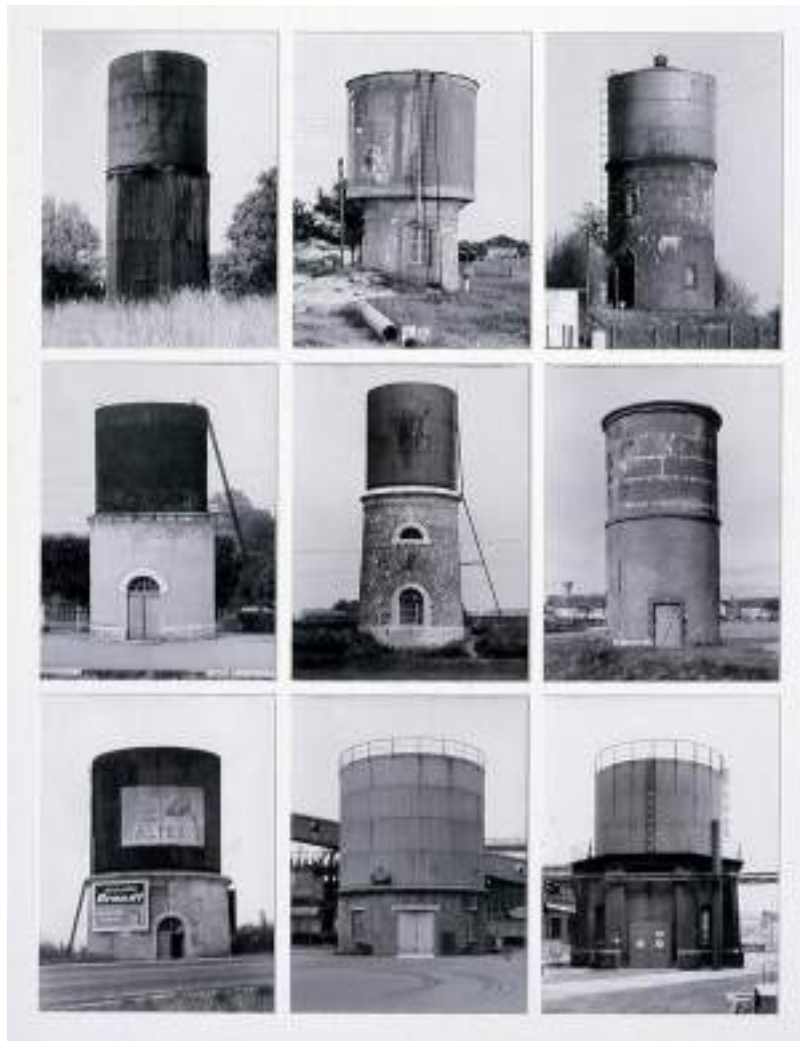


Fig. 14_Bernd e Hilla Becher, *Typology of Water Towers*

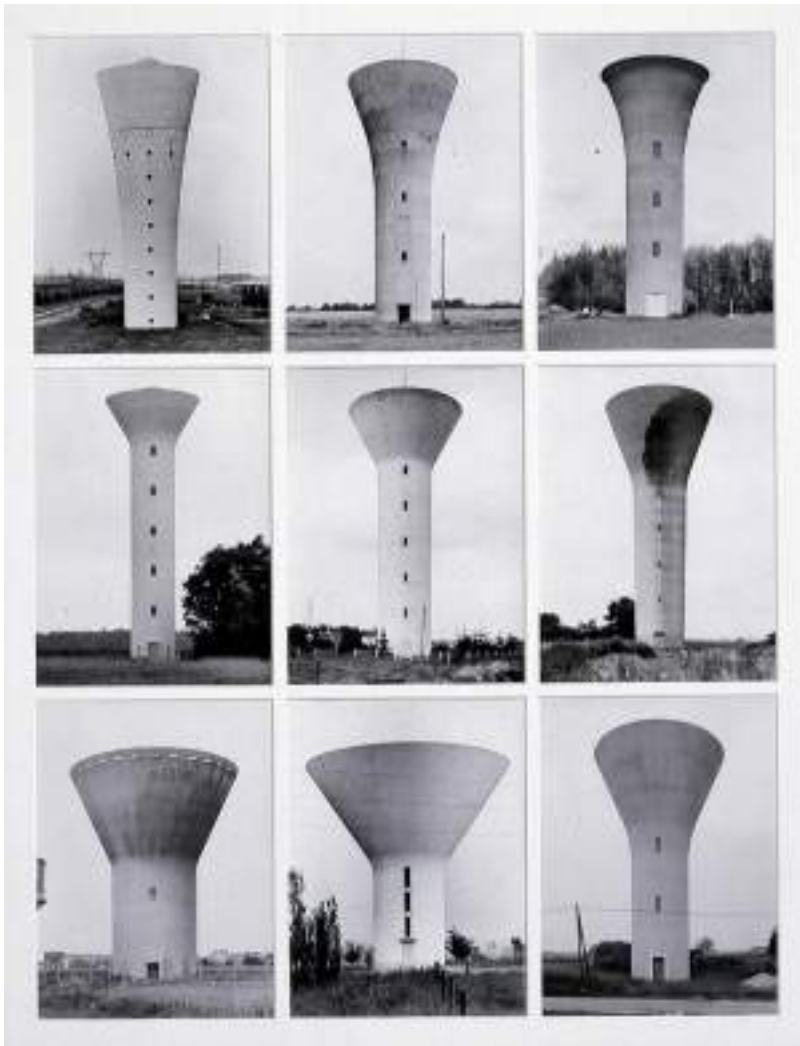


Fig. 15_Bernd e Hilla Becher, *Typology of Water Towers*



Fig. 16_Bernd e Hilla Becher, *Typology of Water Towers*

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 3.1:

1. Lange S., *Bernd and Hilla Becher, Life and Work*, Germania, Klaus E. Goltz, 2007
2. Gronert S., *La Scuola di Düsseldorf, Fotografia contemporanea tedesca*, Milano, Johan & Levi editore, 2009
3. Rosenheim J. L., *Bernd & Hilla Becher*, Verona, Trifoglio srl, 2023

SITOGRAFIA CAPITOLO 3.1 :

1. Farago J. (6 novembre 2015), "Andreas Gursky: Più grande è, meglio è?", *bbc.com*, <https://www.bbc.com/culture/article/20151106-andreas-gursky-the-bigger-the-better> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
2. De Leonardis, S. (12 settembre 2019) "Tra fotografia di paesaggio e sculture: il caso di Bernd e Hilla Becher", *collezione da Tiffany.com*, <https://collezionedatiffany.com/tra-fotografia-di-paesaggio-e-sculture-il-caso-di-bernd-e-hilla-becher/> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
3. *maestriddellafotografia.it*, <https://www.maestriddellafotografia.it/fotografi/august-sander/> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
4. Ficca, L. (10 ottobre 2013) "Bernd e Hilla Becher: la tecnica a servizio dell'arte", *marcocrupi.it* <https://marcocrupi.it/2013/10/bernd-e-hilla-becher.html> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
5. *metmuseum.org*, <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/284784> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
6. *istanti digitali.com*, <https://www.istantidigitali.com/walker-evans/> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
7. *katarte.it*, <https://www.katarte.it/bernd-e-hilla-becher-padova-1986-2/> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
8. *thebroad.org*, <https://www.thebroad.org/art/bernd-and-hilla-becher/water-towers> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
9. *tate.org.uk*, <https://www.tate.org.uk/art/artworks/bernd-becher-and-hilla-becher-water-towers-p81238> - ultima consultazione 24 ottobre 2023
10. Blake Stimson, 'Il comportamento fotografico di Bernd e Hilla Becher', in *Tate Papers* n.1, <https://www.tate.org.uk/research/tate-papers/01/photographic-comportment-of-bernd-and-hilla-becher>, -ultima consultazione 24 ottobre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 3.1:

- Da sitografia (1): figura 9
Da sitografia (2): figura 1, 2, 8
Da sitografia (3): figura 4
Da sitografia (5): figura 10
Da sitografia (6): figura 3
Da sitografia (7): figura 11
Da sitografia (9): figura 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16
Da bibliografia (1): figura 12

L'Arte Cinetica ha origine nel periodo del dopo guerra in territorio europeo, ma successivamente riesce a diffondersi negli Stati Uniti con il nome di Op Art (Optical Art).

L'elemento più importante delle opere prodotte in questo periodo è il movimento, reale se ottenuto con dei meccanismi, o virtuale, illusorio, ottico se ottenuto con effetti di luce, disorientando l'osservatore e facendogli cambiare il punto di vista. L'effetto di disorientamento è ottenuto tramite colori, forme geometriche, pattern visivi e contrasti che creano effetti ottici rendendo l'idea del movimento. Fondamentali per la realizzazione di meccanismi cinetici in arte sono la dimensione temporale e il coinvolgimento

psicologico dello spettatore.

L'obiettivo principale dell'arte cinetica è quello di rendere attivo il rapporto tra l'opera e lo spettatore, superando il concetto dell'arte come espressione. Il coinvolgimento non è solo sul piano formale, emozionale e sentimentale, ma anche psicologico e percettivo. L'opera esce dalla cornice del quadro e va a definire un nuovo legame tra arte e tecnologia, ma anche tra arte e pubblico.

Nel periodo precedente all'arte cinetica nella pittura i dipinti erano limitati all'interno di un contenitore piano, in scultura l'attenzione era posta nel mostrare i volumi, intorno ai quali lo spettatore poteva girare al fine di apprezzare meglio le singole componenti.

Tutto era legato all'immobilità dell'opera d'arte e al movimento dello spettatore che poteva scegliere liberamente il proprio punto di vista.

Per secoli la distanza tra l'osservatore e l'opera era determinata da effetti prospettici e artifici utilizzati dai pittori. Una caratteristica dell'Arte Cinetica è proprio quella di liberare le opere dalla cornice e consentendo di avere una quarta dimensione che è quella spazio - temporale, determinando quindi delle variabili estetiche, espressive e compositive.

Bruno Munari è l'esponente di maggiore spicco del movimento dell'Arte Cinetica, ma possiamo riconoscere anche dei tentativi negli anni precedenti alle opere dell'artista.

Andando indietro nel tempo possiamo arrivare al 1913 con Marcel Duchamp e la sua opera intitolata *Ruota di Bicicletta*, il primo ready made della storia che si distingue per la sua dinamicità.

Con l'aiuto di Man Ray, Duchamp realizza anche le *Rotative Plaques*, sperimentando ancora con il concetto di movimento.

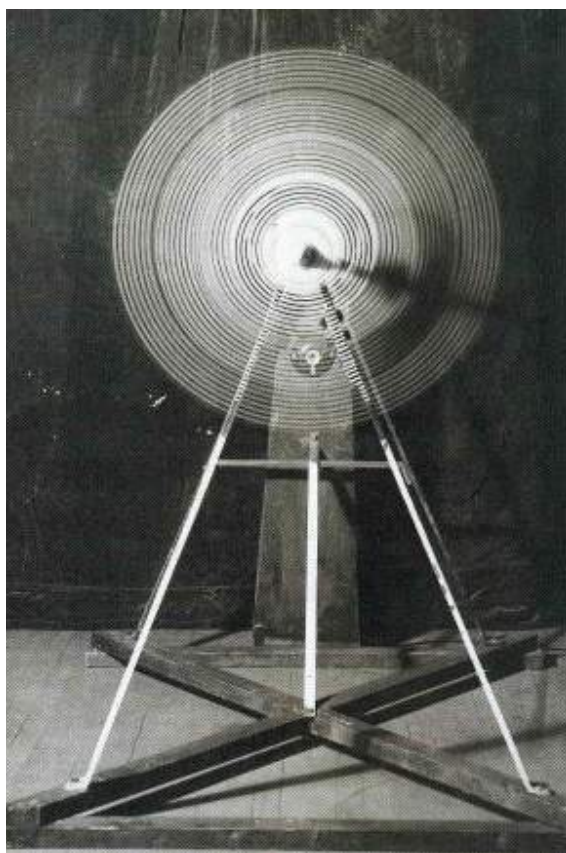


Fig 1_ *Ruota di Bicicletta* Marcel Duchamp (3° versione), 1913.

Fig 2_ Marcel Duchamp, *Rotative plaques*, 1920.

László Moholy-Nagy, noto artista del Bauhaus, nella sua opera del 1930 ha cercato di frammentare la luce prodotta dalle lampadine presenti della scultura cinetica *Light-Space-Modulator*, in cui la componente cinetica è data dal meccanismo che fa muovere l'elemento.

Bruno Munari è considerato il precursore di questo movimento grazie alle sue opere intitolate *Macchine Inutili* realizzate negli anni Trenta. Queste macchine non sono efficienti e non producono nulla, ma permettono l'interazione tra

lo spettatore e il tempo che passa. Le macchine vengono appese al soffitto e sono formate da materiali molto leggeri, senza vincoli di movimento nello spazio e tra di loro, il movimento è casuale e sollecitato dalla più debole folata di aria. Questa opera non ha solo la funzione di portare la pittura fuori dai quadri e farla muovere nello spazio ma ha anche il ruolo di creare uno spazio dove ripararsi dalle macchine della vita quotidiana e trovare conforto nel movimento che crea disegni sempre diversi formati dagli elementi della macchina.



L'influenza del Futurismo è molto presente nelle opere di Munari, poiché si ha una particolare attenzione nei confronti di forme, colori, movimento e luce. Nelle sue opere vengono utilizzati materiali alternativi e leggeri come plastica o metallo verniciato.

Nel 1952 viene redatto da parte di Bruno Munari il Manifesto del Macchinismo. In questo elaborato le macchine vengono messe in confronto con gli esseri viventi, ormai resi schiavi delle macchine e

considerando gli artisti l'unica salvezza per il genere umano. L'invito dell'autore ai colleghi è quello di abbandonare la tela, i colori, lo scalpello e a realizzare arte con le macchine.

In seguito alla pubblicazione del Manifesto, Munari realizza *Proiezione di diapositive a luce polarizzata*, in cui protagonista è la stimolazione visiva dello spettatore, sperimentando gli effetti di luce e colore.

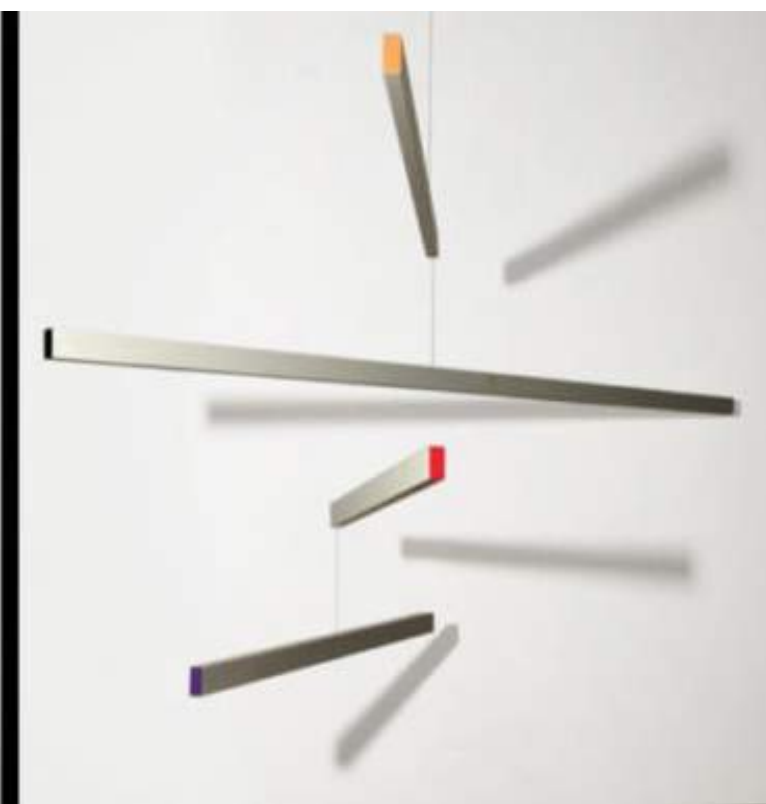


Fig 3_ Bruno Munari. Macchine Inutili
Lo sguardo è posto il più possibile vicino alle macchine e alla loro evoluzione, lo spettatore ha la sensazione di trovarsi all'interno dello spazio riservato all'installazione.

Il momento fondamentale per lo sviluppo dell'arte cinetica è la mostra *Le Mouvement* alla Galleria Denise René nel 1955. In questa esposizione si definisce il cinematismo come movimento. Le opere esposte sono dei maggiori esponenti come: Alexander Calder, Marcel Duchamp, Victor Vasarely, Pol Bury, Yaacov Agam, Jesus Rafael Soto,

Jean Tinguely.

In questa mostra epocale vengono messe in luce sia risultati prodotti dagli studi sull'illusione ottica, sia quelli legati al movimento effettivo delle componenti dell'opera che poteva essere determinato in modo "naturale" secondo le ricerche di Calder, o in modo "meccanico" secondo i principi di Tinguely o Schöffer.

Fig 4_Una vista della mostra Le Mouvement che si tenne a Parigi nel 1955 presso la Galerie Denise Rene.





Fig 5_Alexander Calder. I Mobiles, sospesi dal soffitto, conquistano lo spazio aereo

Fig 6_Alexander Calder con i suoi Mobiles da terra



I “mobiles” di Calder e le “macchine inutili” di Munari rispondono al concetto per cui l’arte va liberata nello spazio e lasciata libera nella dimensione del tempo.

Munari considerò anche il coinvolgimento emotivo dello spettatore colto da effetti di sorpresa dati dalla liberazione delle forme. Il movimento, come detto precedentemente, poteva essere provocato da elementi meccanici che producono movimenti ciclici

programmati. In altri casi il movimento veniva lasciato libero e non prevedibile, generando delle forme che non potevano essere definite prima.

Negli anni successivi si tengono una serie di mostre fondamentali per lo sviluppo e l’affermazione del cinematismo come corrente artistica, il protagonista principale è Bruno Munari.

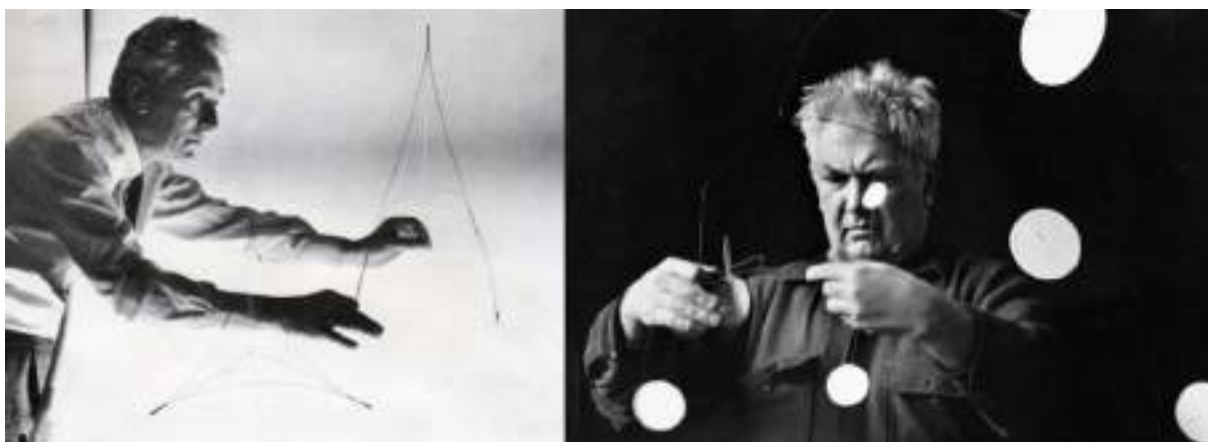


Fig. 7_Bruno Munari e Alexander Calder alle prese con le loro macchine cinetiche.



Fig. 8_In alto: Munari si nasconde dietro un esemplare di Macchina Inutile del 1956, la sua prima produzione seriale.

Sotto: Macchina Inutile in quattro diverse configurazioni spaziali e condizioni di luce.

Nel 1960 al Kunstgewerbemuseum di Zurigo si tiene la mostra *Kinetische Kunst*, dove espone le sue opere anche Enzo Mari. A partire da questo momento ha origine l'Arte Cinetica.

L'anno dopo ad Amsterdam allo Stedelijk Museum ha luogo la mostra *Moving Movement*, che si terrà anche al Moderna Museet di Stoccolma e al Louisiana Museum di Copenhagen sotto il titolo di *Movement in Art*.

In Europa si erano formati due gruppi principali: il Gruppo T, nato a Milano e formato da Giovanni Anceschi, Davide Boriani, Gianni Colombo, Gabriele Devecchi e Grazia Varisco ed il Gruppo N con Alberto Biasi, Toni Costa, Ennio Chiggio, Edoardo Landi e Manfredo Massironi nato a Padova.

In questo periodo Bruno Munari conia il termine *Arte Programmata*, per indicare un'opera basata su calcoli, ripetizioni, sequenze di colori e forme con il fine di programmare l'effetto che l'opera avrà sulla percezione e la psicologia dello spettatore.

Le mostre giocano un ruolo fondamentale nella definizione di questo movimento artistico. Un esempio di una mostra fondamentale è quella del 1962 che si

svolge per conto dell'azienda Olivetti nei negozi di Milano, Venezia e Roma, ma successivamente venne installata anche in altre gallerie.

Nel 1965 ha luogo una delle mostre più importanti per l'arte cinetica che si è tenuta a New York al MoMA con il titolo di *The Responsive Eye*.

In seguito a questa mostra ha inizio la discesa di questa corrente, con lo scioglimento dei gruppi di artisti e la mancanza di interessi nei confronti delle opere.



Fig. 9_Una vista della mostra The Responsive Eye al MoMa di New York nel 1965.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 3.2:

1. Meloni L., Davide Boriani, *Arte cinetica, programmata, interattiva*, Manfredi Edizioni, 2018
2. Meneguzzo M., Morteo E., Saibene A., *Programmare l'arte, Olivetti e le neoavanguardie cinetiche*, Milano, Johan & Levi Editore, 2012
3. Popper F., *L'arte cinetica*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 1970

SITOGRAFIA CAPITOLO 3.2 :

1. Forina M.C. (24 ottobre 2021) "Arte cinetica e programmata: le opere di Bruno Munari", *artuu.it*, <https://www.artuu.it/arte-cinetica-e-programmata-le-opere-di-bruno-munari/> - ultima consultazione 25 ottobre 2023
2. Dario (5 agosto 2022) "La Ruota di Bicicletta di Duchamp: Ruote Che Non Funzionano e Sgabelli Bucati", *arteworld.it*, <https://www.arteworld.it/ruota-di-bicicletta-duchamp/> - ultima consultazione 26 ottobre 2023
3. Maggi N. (23 febbraio 2016) "Breve storia dell'Arte Cinetica, Programmata e Optical", *collezionedatiffnay.com.*, <https://collezionedatiffnay.com/storia-arte-cinetica-programmata-optical-1955-1970/> - ultima consultazione 25 ottobre 2023
4. Sondrio F. (31 ottobre 2017) "Arte cinetica. Le opere in movimento di Calder e Munari", *artevitae.it*, <https://artevitae.it/arte-cinetica-di-franco-sondrio/> - ultima consultazione 25 ottobre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 3.2:

Da sitografia (1): figura 4, 9

Da sitografia (2): figura 1

Da sitografia (3): figura 2

178 Da sitografia (4): figura 3, 5, 6, 7, 8,

L'architettura contemporanea non è più vista come il classico sistema statico, ma diventa un complesso dinamico che si adatta all'ambiente e alle necessità degli ospiti come un sistema vivo. L'architettura diventa "forma in movimento".

Il campo dell'architettura che si occupa dell'analisi, dello studio e della progettazione di queste strutture è definita Architettura Cinetica. Anche se il duo architettura- movimento appare come utopico, l'evoluzione tecnologia ha permesso a questo approccio di evolversi.

Risulta quindi necessario trovare una definizione al termine di architettura cinetica, stabilita come la progettazione di strutture con componenti che

presentano dei movimenti variamente vincolati a seconda della funzione svolta e che sfruttano la meccanica come mezzo per la traslazione del manufatto. Il movimento non va minimamente ad intaccare l'integrità strutturale.

Le architetture cinetiche sono in genere legate a un elevato grado di flessibilità, sia d'uso nel caso in cui si consideri il rapporto uomo/architettura, sia temporale se si analizza la dimensione dell'interazione tra l'architettura e l'ambiente.

Al fine di percepire il completo dinamismo di parti di architetture è necessario essere presenti fisicamente nella struttura e compiere un'esperienza visiva del completo movimento, la visione di un disegno tecnico o di una serie di

fotogrammi non risulta allo stesso modo efficace.

L'architettura cinetica, infatti, pone le sue origini nell'arte cinetica, ossia quel tipo di arte, di cui ho parlato nel capitolo precedente (3.2), il cui fine è quello di coinvolgere l'osservatore nell'opera e permettere la percezione di una nuova dimensione che è quella temporale.

Il movimento può essere introdotto nei sistemi architettonici coinvolgendoli interamente o interessando solo delle componenti. Un altro fine dell'introduzione del movimento è legato alla finalità che può essere puramente di miglioramento estetico, ma anche per rispondere a determinate condizioni ambientali o per funzioni che una



Fig 1_ esempio di *velarium* nel Colosseo

struttura statica non riesce a soddisfare. Gli edifici che prendono forma dalle idee della cinetica cambiano aspetto, in relazione a esigenze funzionali ed estetiche con apparati meccanici ed elettronici che consentono il movimento di alcune parti dell'edificio senza andare a compromettere la stabilità della struttura.

Le applicazioni meccaniche nel campo dell'industria delle costruzioni, in diverse scale del progetto architettonico, sono riscontrabili un po' in tutte le epoche storiche.

Anche in epoca romana si utilizza il movimento di alcune parti di edifici per risolvere esigenze funzionali. Ad esempio, le coperture retrattili per la protezione dal sole o dalle intemperie negli anfiteatri o nelle arene, detti *velarium*, erano regolate dai principi dell'ingegneria navale che permettono il movimento delle vele attraverso un sistema di funi.

Tra le primissime forme di architettura cinetica troviamo il ponte levatoio risalente al Medioevo, esso rappresenta la prima opera ingegneristica mobile, grazie all'interazione tra la forza umana e la gravità. Permetteva il superamento del canale che circondava la roccaforte



e veniva usato come meccanismo di difesa dagli invasori, infatti, una volta risollevato il ponte, il fossato diventava invalicabile.

Successivamente, anche con la diffusione del movimento Futurista e della mentalità macchinistica che lo accompagna, l'evoluzione tecnologica del mondo navale e automobilistico entra nella produzione architettonica.

Un esempio di questa commistione è Villa Girasole.

Villa Girasole è stata progettata dall'ingegnere Angelo Invernizzi tra il 1929 e il 1935 a Marcellise, in provincia di Verona. L'edificio ha la possibilità di ruotare su sé stesso, attraverso un meccanismo rotante, per sfruttare



l'illuminazione naturale degli ambienti ma anche per esporsi talvolta a valle e talvolta dalla parte della collina in modo da permettere ai venti migliori di permeare all'interno dell'abitazione.

Il progetto è reso possibile grazie all'influenza dell'ingegneria, in particolare quella navale, nell'architettura. I pregi del progetto non sono solo legati all'eccellente lavoro ingegneristico fatto per permettere alla casa di ruotare ma anche alla possibilità di ridurre in questo modo il consumo energetico e sfruttando le proprietà benefiche dell'elioterapia nei cosiddetti "bagni di sole".

L'edificio è formato da un basamento di forma circolare, parzialmente interrato nella collina, su cui poggia un corpo



rotante di due piani a forma di "L". Il punto di intersezione dei due corpi rettangolari è un elemento cilindrico, ospitante le scale e il vano ascensore, che funge da asse di rotazione e perno. La rotazione era affidata a carrelli con ruote ferroviarie che percorrevano un anello formato da tre rotaie in acciaio poggianti nel solaio di base.

Il modello di Villa Girasole è stato ripreso da Richard Foster nel 1964 per la sua abitazione nel Connecticut detta La Casa Rotonda. Una parete perimetrale completamente vetrata permette una visuale e una esposizione alla luce naturale di 360°. Si distingue dall'abitazione dell'ingegnere Invernizzi per l'evoluzione tecnologica nel

Fig 2_nella pagina a fianco, esterno di Villa Girasole.
Fig 3_nella pagina a fianco, dettaglio della rotaia di Villa Girasole.

Fig 4_i tre binari che consentono la rotazione di Villa Girasole.

Fig 5_La casa rotonda di Richard Foster.



fronte della ingegneria meccanica ed elettronica, che permette di avere un profilo aerodinamico e i sistemi quasi invisibili per la rotazione, in cui viene usato lo stesso meccanismo delle navi da guerra.

Altri edifici che riprendono questo concetto della rotazione sono: il Domespace di Patrick Marsili del 1989 e l'Heliotrop House di Rolf Disch. Il primo edificio si trova in Francia ed è una casa circolare in legno, che ha la possibilità di

essere ruotata fino a 320°, in base alla posizione del sole, sia manualmente, da una persona, sia meccanicamente, con un sistema di controllo computerizzato e telecomandato.

Il secondo edificio si trova in Germania ed è una casa completamente autosostenibile. La casa, infatti, ruota in base alla posizione del sole e i pannelli solari con essa, permettendo una maggiore produzione di energia solare. Anche la dimensione delle aperture è proporzionale alla quantità di luce che

Fig 6_il Domespace di Patrick Marsili
Fig 7_la Heliotrop House di Rolf Disch

Fig 8_nella pagina a fianco, dettaglio dall'interno delle vetrate dell' Institute du Monde Arabe di Jean Nouvel



si vuole far entrare nell'abitazione e di conseguenza regolando il calore interno, ad aperture più grandi corrisponde una temperatura interna maggiore.

In entrambi i casi possiamo riconoscere una particolare attenzione al tema dell'uso di materiali naturali e con una progettazione finalizzata al risparmio energetico.

Tra il 1965 e il 1975 i progetti sono incentrati nella costruzione di coperture trasformabili in particolare nel settore

ricreativo e sportivo. L'obiettivo principale era quello di testare e ideare materiali sempre più leggeri e trovare delle soluzioni meccaniche più veloci.

Negli anni '80 grazie all'implementazione degli strumenti di calcolo, c'è una collaborazione tra architetti e ingegneri per la realizzazione di strutture cinetiche.

In particolare, il concetto di dinamismo diventa intrinsecamente correlato a quello dell'adattabilità climatica e dopo una serie di sperimentazioni su edifici





Fig 9_esterno della facciata dell' Institute du Monde Arabe di Jean Nouvel

Fig 10_nella pagina a fianco, vista della copertura dall'interno dell'Allianz Arena Stadium di Herzog &De Meuron.
Fig 11_nella pagina a fianco, vista esterna dell'Allianz Arena Stadium di Herzog &De Meuron.

interamente cinetici, nel senso che cambiavano nel complesso la forma, l'attenzione viene focalizzata sulle applicazioni nell'involucro edilizio.

Il progetto di un involucro sensibile, adattabile alle necessità degli utenti e alle condizioni climatiche esterne, sembra essere il nuovo obiettivo dell'architettura cinetica. In questo modo riescono a soddisfare le esigenze di recupero energetico e permettono di sfruttare le recenti innovazioni in campo tecnologico sia nelle componenti meccaniche sia nei sensori.

Un' applicazione di questo tipo è identificabile nell' Institute du Monde Arabe di Jean Nouvel del 1988.

188 Il lato sud della facciata è composto da

240 pannelli vetrati e nell'intercapedine si trova un sistema di diaframmi metallici che permettono di ridurre la luce solare. I sensori che regolano l'apertura e la chiusura di questi meccanismi vengono chiamati optoelettronici e permettono di avere sempre una condizione di luce attenuata all'interno dell'edificio. Questo meccanismo non altera la forma della struttura ma ha un ruolo funzionale ed estetico. Infatti la regolazione dei meccanismi è anche in funzione alla destinazione d'uso dello spazio interno.

Il tema dell'involucro viene studiato anche per il progetto del 2002 dell'Allianz Arena Stadium a Monaco, a cura di Herzog & De Meuron, nel quale



una maglia metallica sostiene un telo bianco. Il meccanismo cinetico viene installato sia con la finalità di mitigare l'irraggiamento solare sia per controllare la pressione del vento.

Negli anni '90 si costruiscono le prime strutture dove il movimento è parte funzionale al progetto.

Nel corso dei secoli l'evoluzione tecnologica e le sperimentazioni dell'industria elettronica, nonché all'introduzione dell'informatica in vari settori hanno permesso di progettare meccanismi mobili che sono sempre più integrati nella struttura architettonica. Le prime sperimentazioni erano focalizzate nella movimentazione di parti dell'edificio, concentrandosi nella parte strutturale del fabbricato, ma è con il diffondersi di sensori, dispositivi elettronici e sistemi di rilevazioni dei dati rilevati, che gli apparati meccanici si sono spostati verso l'esterno dell'edificio in particolare nell'involucro.

Ci sono architetti di spicco che sono legati a questa idea di architettura come Santiago Calatrava, Jean Nouvel, Herzog & De Meuron, Kas Oosterhuis. Inoltre ci sono due istituti di ricerca che hanno come oggetto di riflessione e di elaborazione di idee sull'architettura cinetica e sono l'ILEK di Stoccarda (D),

diretto da Werner So-bek, e il Kinetic Design Group presso il M.I.T. di Boston (USA), diretto da Michael Fox.

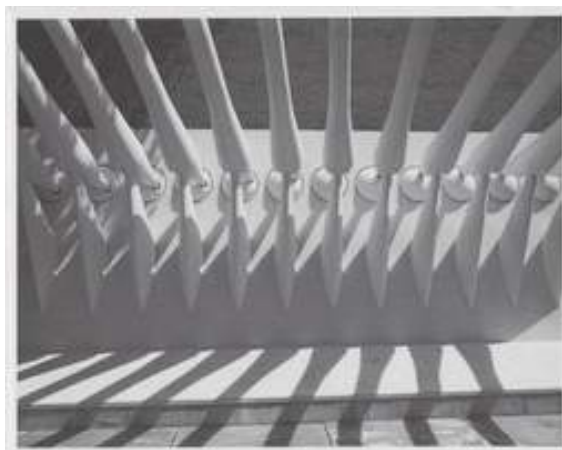
Analizzando l'architettura di Santiago Calatrava un primo esempio di architettura cinetica risale al 1985 ed è la Fabbrica Ernsting a Coesfeld in Germania. Il gioco cinematico è riportato nella facciata attraverso un sistema di sottili profili di acciaio che simulano una gamba che viene flessa e permettono l'accesso dei mezzi di trasporto alla zona



Fig 12 e 13_dettaglio del portone di ingresso della Fabbrica Ernsting di Santiago Calatrava.

Fig 14 e 15_Installazione Icarus di Santiago

190 Calatrava per il MOMA di New York.



interna. Gli elementi sono incernierati alla base, su un elemento che può essere sollevabile meccanicamente, e in sommità nell'architrave, con uno snodo a metà altezza.

Altra opera di Santiago Calatrava molto significativa è Icarus, risalente al 1992 e costruita per la retrospettiva al Museum of Modern Art di New York. Si tratta di una scultura sperimentale

che sonda le relazioni tra struttura e movimento, il moto permette alle forme di cambiare, adattandosi all'uso e all'ambiente. In questo caso l'aspetto funzionale viene a meno e si trasforma in un gesto simbolico, enfatizzando il concetto che le forme statiche possono essere ricondotte a forme della natura attraverso una macchina che permette alle componenti di cambiare forma.

Altro intervento di Calatrava in cui è presente l'approccio cinetico è il

padiglione Quadracci, realizzato da nel 2001 come ampliamento al Milwaukee Art Museum situato nell'omonima città del Wisconsin. L'edificio esternamente presenta una serie di nervature metalliche che si possono aprire diventando un sistema di brise soleil per l'edificio. I sensori applicati nelle nervature monitorano l'intensità e la direzione dei venti, nel caso in cui siano a una velocità troppo elevata il sistema si chiude automaticamente.

Fig 16_Padiglione Quadracci al Milwaukee Art Museum, di Santiago Calatrava.



In una abitazione progettata da Rem Koolhaas nel 1994 a Bordeaux, Maison Floriac, l'ascensore non costituisce più un mero meccanismo per spostarsi da un piano all'altro senza l'utilizzo delle scale. La casa prevede una piattaforma con un sistema di sollevamento che permette al proprietario in sedia a rotelle di muoversi nei piani dell'abitazione andando a configurare diversi spazi architettonici tra i piani e negando agli ospiti l'accesso agli spazi più privati. In questo caso la grande pedana è l'elemento centrale della composizione architettonica che trasforma gli ambienti da statici a dinamici.

L'abitazione è anche protagonista del

documentario architettonico intitolato *Koolhaas Houselife* diretto dai registi Ila Bêka & Louise Lemoine. Lo sguardo dei registi è focalizzato alla ricerca delle attenzioni tra utente e casa nella sua componente mobile della pedana.



Fig 17_copertina del film *Koolhaas Houselife* diretto dai registi Ila Bêka & Louise Lemoine.

Fig 18_dettaglio della piattaforma di risalita della Maison Floriac di Rem Koolhaas.

Solo successivamente agli inizi del XX secolo gli architetti iniziarono a ragionare sulle possibilità che il momento consentiva. Lo sviluppo tecnologico ha giocato un ruolo fondamentale nell'evoluzione di questa architettura, introducendo nella vita quotidiana una serie di meccanismi automatizzati che sono ormai usuali come le porta automatiche che si azionano con la presenza, le facciate interattive o le coperture mobili. L'architettura moderna è piena di movimento, ascensori che salgono e che scendono, finestre e porte che si aprono e si chiudono, sistemi di oscuramento che si regolano sulla base dell'intensità luminosa; quindi,

risulta lecito chiedersi qual è il confine per definire una struttura moderna architettura cinetica.

La risposta può essere data analizzando due concetti: il primo che è un aspetto funzionale, a seconda della risposta che fornisce il movimento, il secondo è un aspetto estetico, in base al modo in cui interagisce il movimento con il contesto.

Un esempio di architettura cinetica in cui l'aspetto funzionale ed estetico sono combinanti è il padiglione Theme Pavillion dell'Expo 2012 One ocean, costruito in occasione dell'Expo di Yeosu "The living ocean and cost" in Korea. Il progetto è dello studio Soma. La



Fig 19_esterno
del Theme
Pavillion
dell'Expo 2012
One Ocean.

struttura è posizionata a ridosso della costa e sembra sia stato modellato dalle onde del mare. La facciata principale è costituita da una serie di lamelle che si aprono e si chiudono al fine di modificare la quantità di luce diretta nello spazio interno. Il meccanismo che rende possibile questo è formato da alcuni elementi cinetici sensibili che si basano sulle condizioni atmosferiche e termoigrometriche dell'esterno. In questo modo l'elemento dinamico permette di creare una facciata scenica e allo stesso tempo di regolare la temperatura interna assolvendo anche il ruolo funzionale.

Negli ultimi decenni l'architettura come forma viva non è più collegata al movimento di intere parti di edificio, come nei casi presentati precedentemente, ma il moto è riservato solamente ad alcune componenti posizionate soprattutto nella facciata. Gli elementi cinetici andranno a costituire un rivestimento con funzioni prettamente estetiche e funzionali ma non strutturali. Inoltre, negli ultimi anni è presente un'attitudine da parte degli architetti cinetici ad abbandonare i sistemi meccanici ed elettrici che permettevano il movimento delle componenti degli edifici, al fine di



Fig 20 e 21_configurazione con i pannelli aperti e chiusi del Theme Pavillion dell'Expo 2012 One Ocean.

Fig 22_animaris di Theo Jansen.

sfruttare gli elementi presenti in natura come il vento, l'acqua e la luce del sole.

La sperimentazione cinematografica si diffonde anche in campo artistico, un esempio sono le opere di Theo Jansen che fin dal 1990 ha dedicato anni di lavoro a progettare delle sculture capaci di camminare o effettuare movimenti sfruttando l'energia eolica andando a eliminare completamente la componente meccanica. L'autore definisce queste

sculture "animaris", il cui scheletro è formato da materiali leggeri come plastica e legno.

Di seguito sono riportati degli esempi di architettura cinetica progettati con l'intenzione di dare forma agli elementi della natura, che attraverso la loro presenza permettono il movimento di alcune componenti della facciata.

In occasione dell'Expo Mondiale di Shanghai del 2010, gli architetti lettoni



Mailitis AIIM, sono stati selezionati per progettare il padiglione del loro stato. La facciata del padiglione è costituita da 100.000 lastre di plastica colorate e trasparenti di dimensione 15x15 cm, che permettono di riflettere la luce del sole e di muoversi grazie al vento generando un effetto dinamico e cinetico. I colori scelti per le piastre di plastica sono un richiamo ai colori della natura in particolare alle foreste, al mare, alla terra, al cielo e al vento.

Fig 23_ nella pagina precedente, dettaglio dei pannelli del padiglione della Lituania per l'Expo 2010.

Fig 24_ nella pagina precedente, esterno del padiglione della Lituania per l'Expo 2010.

Fig 25_ esterno del padiglione della Lituania per l'Expo 2010.

Fig 26_ esterno del padiglione della Lituania per l'Expo 2010.



Un altro padiglione che accentua la relazione tra uomo e natura è la Shiver House, progettata nel 2015 dallo Studio Neon ed è la reinvenzione del rifugio finlandese in chiave cinetica, che si muove e si adatta alle forze presenti in natura creando un legame con esse. La copertura è realizzata con elementi in legno che in base alle diverse condizioni metereologiche, di vento, pioggia o neve, cambiano l'angolo di rotazione e assumono una configurazione diversa.

Fig 27_Shiver House dello studio Neon





Fig 28_vista dall'alto del padiglione finlandese.

Fig 29_dettaglio dei singoli pannelli che costituiscono la copertura del padiglione e generano il movimento.



Un esempio di artista che lavora in questa direzione è Ned Kahn, le cui opere d'arte sono una commistione tra scienza e arte. Il suo lavoro, infatti, si basa sui fenomeni fisici della natura e del suo movimento, introducendoli in architettura al fine che l'opera interagisca con l'ambiente circostante e con gli spettatori.

Le opere esaltano i fenomeni naturali come Nebbia, Acqua, Fuoco/Luce, Vento e Sabbia, questa distinzione permette anche di catalogare il lavoro dell'artista sulla base del principio da lui utilizzato

per creare l'installazione.

Un esempio di utilizzo dell'elemento dell'acqua è l'installazione intitolata Spoonfall. Una parete formata da una griglia metallica in cui sono affissi 200 cucchiaini da caffè collocata nella hall dell'Hotel H2 a Healdsburg in California. I cucchiaini sono fatti oscillare dall'acqua accumulata in un sistema di raccolta delle piogge in copertura. La caduta genera sia un effetto cinetico del movimento dei cucchiaini, sia un effetto sonoro rilassante.

Fig 30_dettaglio dei cucchiaini che compongono la parete Spoonfall di Ned Kahn.

Fig 31_la parete Spoonfall, progettata da Ned Kahn per la hall di un hotel in California.



Ned Kahn è un artista che ha sperimentato molto nella sua arte con il vento, possiamo prendere come esempio l'installazione intitolata Turbolent Line. Una facciata di 5000 mq che copre il parcheggio multipiano dell'aeroporto di Brisbane in Australia. I pannelli che costituiscono la facciata sono in alluminio anodizzato e perforato, incernierati in modo tale da consentire il movimento grazie alla

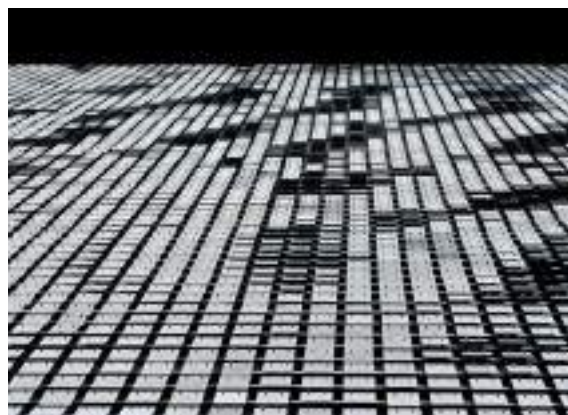


Fig 32_ dettaglio della parete cinetica.

Fig 33_ parete cinetica nell'aeroporto di Brisbane di Ned Kahn.



presenza del vento.

Un altro esempio sempre dello stesso artista e che sfrutta lo stesso principio è Technorama Facade. Technorama è un grande centro di scienze in Svizzera, l'artista in collaborazione con lo staff e i suoi architetti ha ideato questa facciata che è costituita da migliaia di pannelli in alluminio che si muovono grazie alle correnti d'aria e rivelano le turbolenze del vento nella facciata.



Fig 34_ dettaglio della parete cinetica.

Fig 35_ p arete cinetica del centro di scienze in Svizzera a cura di Ned Kahn.



Un altro artista che sfrutta il flusso del vento per far muovere le componenti della facciata è Charles Sower. Un esempio è la Wave Wall del LIGO (Laser Interferometer Gravitational- Wave Observatory) a Livingston, LA. Il muro è costituito da dei pendoli in alluminio attivati con il vento, ciascuno è accoppiato magneticamente con i suoi vicini in modo tale che l'intero muro si muova come un grande tessuto che assuma la forma di un'onda. Nel caso in cui il vento aumenti di intensità il movimento coerente del muro diventa più caotico perché viene perso il legame magnetico.



Fig 36_dettaglio dei pannelli che compongono la parete cinetica.

Fig 37_facciata di Wave Wall di notte.



202 Fig 38_nella pagina a fianco, Wave Wall in movimento.



Mathias Klotz è un architetto cileno nato a Viña del Mar nel 1965. Nel 2012 il Cile ha subito un terremoto tra i più grandi della storia con una intensità vicino al 9 nella scala Richter. A causa del terremoto ha avuto origine uno tsunami che ha raso al suolo 700 chilometri di costa. Oltre alla perdita in termini di vite umane ci sono stati numerosi danni anche nelle infrastrutture del paese che hanno subito gravi danni, ad esempio le grandi torri idriche fondamentali per il corretto funzionamento dell'acquedotto sono crollate o fortemente danneggiate. Gli interventi di manutenzione non potevano alterare la geometria o la struttura di queste costruzioni, quindi l'intervento era limitato alla superficie. Inoltre l'opera doveva mantenere un basso costo con una manutenzione minima o nulla. Solitamente le torri tradizionali vengono ridipinte ogni cinque anni, l'intervento superficiale non sarebbe dovuto costare più di tre interventi di manutenzione; quindi, l'intervento si ripagherebbe in 15 anni. La società idrica Essbio, che ha in gestione le torri dell'acqua, ha chiesto all'artista di progettare un rivestimento per la torre idrica che si trova a Rancagua, nel Cile centrale, al fine di renderla un punto di riferimento riconoscibile nello

skyline della città.

L'idea, quindi, prevede la realizzazione di una seconda pelle, la quale viene alterata e mossa dal vento in modo da assomigliare all'aspetto della superficie dell'acqua al cambiare del vento. La parete è costituita da dei pannelli in acciaio fissati solo da una estremità e lasciati liberi di ruotare in questo asse.

Fig 39_dettaglio del rivestimento del serbatoio di Rancagua, di Mathias Klotz.

Fig 40_nella pagina a fianco, il serbatoio con il rivestimento confrontato a un serbatoio senza rivestimento.

Fig 41_nella pagina a fianco, il serbatoio della società idrica Essbio con rivestimento.





In conclusione, l'obiettivo dell'architettura cinetica è quello di instaurare un legame stretto con l'osservatore al fine di coinvolgerlo nello spazio dell'esposizione ed evocare delle emozioni forti sia di stupore sia di riparo e rilassamento. Un altro obiettivo è quello di rendere visibili componenti della natura, come il vento, che non sono percepibili con il senso della vista e che attraverso queste installazioni diventano visibili creando dei giochi di luce e ombra e di movimento nelle facciate.



Fig 42_ QR code al video al serbatoio di Rancagua di Mathias Klotz.

BIBLIOGRAFIA CAPITOLO 3.3:

1. Musacchio A., *Architetture Cinetiche - Apparati meccanici ed elettronici nel progetto di architettura*, Politecnica, Maggioli Editore, 2009

SITOGRAFIA CAPITOLO 3.3 :

1. *archdaily.com*, <https://www.archdaily.com/236979/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012-soma> - ultima consultazione 3 novembre 2023
2. *archdaily.com*, <https://www.archdaily.com/104724/ad-classics-maison-bordeaux-oma> - ultima consultazione 3 novembre 2023
3. *archilovers.com*, <https://www.archilovers.com/projects/62339/allianz-arena.html> - ultima consultazione 30 ottobre 2023
4. *archilovers.com*, <https://www.archilovers.com/projects/44203/heliotrop.html> - ultima consultazione 3 novembre 2023
5. *architecturestudio.fr*, <https://architecturestudio.fr/projets/pastb1-institut-du-monde-arabe/> - ultima consultazione 30 ottobre 2023
6. Latini F. (17 luglio 2015) "Gli edifici dinamici di Ned Kahn: tra arte, scienza e architettura", *architetturaecosostenibile.it*, <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/edifici-dinamici-ned-kahn-431> - ultima consultazione 27 ottobre 2023
7. Pasquini M. (21 ottobre 2020), "Architettura cinetica in Finlandia. Un padiglione per una relazione tra uomo e natura", *arkitectureonweb.com*, <https://www.arkitectureonweb.com/it/web/designonweb/-/architettura-cinetica-in-finlandia.-un-padiglione-per-una-relazione-tra-uomo-e-natura> - ultima consultazione 3 novembre 2023
8. *bekalemoine.com*, https://www.bekalemoine.com/Koolhaas_houselife.php - ultima consultazione 3

novembre 2023

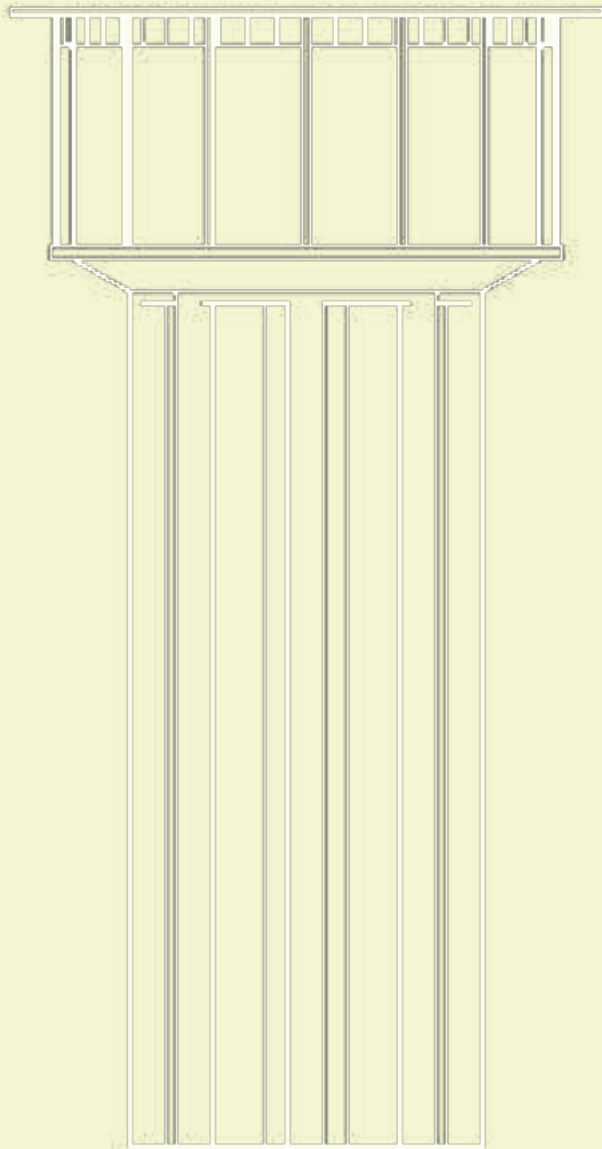
9. *calatrava.com*, <https://calatrava.com/projects/ernstings-warehouse-coesfeld.html> - ultima consultazione 3 novembre 2023
10. *charlessower.com*, <https://www.charlessowers.com/new-page-2> - ultima consultazione 3 novembre 2023
11. Frearson A. (10 settembre 2013), "Torre dell'acqua a Rancagua di Mathias Klotz", *dezeen.com*, <https://www.dezeen.com/2013/09/10/water-tower-in-rancagua-by-mathias-klotz/> - ultima consultazione 3 novembre 2023
12. Sheets H. (5 gennaio 2022), "Icona Architetonica: La casa rotonda di Richard Foster", *elldedecor.com*, <https://www.elldedecor.com/es/arquitectura/a39824977/richard-foster-round-house/> - ultima consultazione 30 ottobre 2023
13. Hidden Architecture (17 febbraio 2020), "Villa Girasole", *hiddenarchitecture.net*, <https://hiddenarchitecture.net/villa-girasole/> - ultima consultazione 30 ottobre 2023
14. *mathiasklotz.com*, <https://mathiasklotz.com/estanque-essbio-rancagua/> - ultima consultazione 3 novembre 2023
15. *larryspeck.com*, <https://larryspeck.com/photography/expo-2010-shanghai-china-latvia-pavilion/> - ultima consultazione 3 novembre 2023
16. Reginetti G. (2 febbraio 2010) "Le case ecologiche Abitazioni sorprendenti tra natura e sperimentazione. Un libro ci racconta i nuovi orizzonti della bioarchitettura", *living.corriere.it*, <https://living.corriere.it/architettura/case-ecologiche-20333652644/> - ultima consultazione 3 novembre 2023
17. Rovito R. (24 gennaio 2022), "Let's Celebrate 20 Years of the Calatrava", *milwaukee.com*, <https://www.milwaukee.com/lets-celebrate-20-years-of-the-calatrava/> - ultima consultazione 3 novembre 2023
18. *moma.org*, <https://www.moma.org/calendar/exhibitions/391> - ultima consultazione 3 novembre 2023
19. *nedkahn.com*, <https://nedkahn.com/portfolio/technorama-facade> - ultima consultazione 27 ottobre 2023
20. *nedkahn.com*, <https://nedkahn.com/portfolio/turbulent-line> - ultima consultazione 27 ottobre 2023
21. Mothes K. (4 ottobre 2023) "Un branco di animali da spiaggia alimentato dal vento si fonde in un sistema di difesa dalle tempeste nell'ultimo "Strandbeest" di Theo Jansen", *thisiscolossal.com*, <https://www.thisiscolossal.com/2023/10/theo-jansen-animaris-rex/> - ultima consultazione 30 ottobre 2023
22. Redazione (24 settembre 2021), "Lo sapevate? Il Colosseo era coperto da un gigantesco tendone che pesava 24 tonnellate ed era azionato da 1000 esperti marinai", *vistanet.it*, <https://www.vistanet.it/roma/2021/09/24/lo-sapevate-il-colosseo-era-coperto-da-un-gigantesco-tendone-che-pesava-24-tonnellate-ed-era-azionato-da-1000-esperti-marinai/> - ultima consultazione 3 novembre 2023

ICONOGRAFIA CAPITOLO 3.3:

Da sitografia (1): figura 19, 20, 21
Da sitografia (2): figura 18
Da sitografia (3): figura 10, 11
Da sitografia (4): figura 7
Da sitografia (5): figura 8, 9
Da sitografia (6): figura 30
Da sitografia (7): figura 27, 28, 29
Da sitografia (8): figura 17
Da sitografia (8): figura 17
Da sitografia (9): figura 12, 13

Da sitografia (10): figura 36, 37, 38
Da sitografia (11): figura 39, 40, 41
Da sitografia (12): figura 5
Da sitografia (13): figura 2, 3, 4
Da sitografia (15): figura 23, 24, 25, 26
Da sitografia (16): figura 6
Da sitografia (17): figura 16
Da sitografia (18): figura 14, 15
Da sitografia (19): figura 34, 35
Da sitografia (20): figura 31, 32, 33
Da sitografia (21): figura 22
Da sitografia (22): figura 1
Rielaborazione personale: figura 42

Con il termine orizzonti urbani è inteso un panorama che non è esteso e illimitato, ma si riferisce a un tipo di orizzonte cittadino. Una tipologia di visuale densa di elementi che riempiono lo spazio e ne conferiscono carattere. Tra grattacieli, palazzi di molti piani o singole unità residenziali di uno o due livelli si inseriscono anche infrastrutture di dimensioni notevoli che catturano l'attenzione del cittadino. I manufatti sono a servizio delle società di distribuzione della rete elettrica o come in questo caso per la distribuzione dell'acqua potabile. I grandi serbatoi idrici si innestano nello skyline cittadino come delle sculture calate dal cielo e inserite nel panorama. Molto spesso nella progettazione delle torri d'acqua, viene considerato maggiormente il lato funzionale mettendo in secondo piano quello estetico, che invece permette di accettarli e apprezzarli tra le infrastrutture. Successivamente viene riportato il percorso svolto per comporre una idea progettuale di un rivestimento per una tipologia di serbatoio pensile presente nello skyline della città di Padova, trasformando una mera architettura infrastrutturale dell'acquedotto in un punto di riferimento per i cittadini e i turisti della città.



Nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n.3274/2003, aggiornata con Deliberazione del Consiglio Regionale Veneto n.67 del 3.12.2003 e in seguito modificata con la D.G.R n.244 del 9 marzo 2021, il comune di Padova viene dichiarato facente parte della zona sismica 3, zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. Il comune di Padova è passato dalla zona sismica 4 alla zona sismica 3. La zona quattro era la zona meno pericolosa dove i terremoti sono rari, mentre la zona tre è una zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.

AcegasApsAmga, la società che ha in gestione la distribuzione dell'acqua potabile a Padova e nei dintorni, ha

214 riconosciuto la necessità di intervenire

con delle opere di adeguamento sismico in tutti i manufatti di proprietà per la distribuzione dell'acqua potabile, in particolare nei serbatoi sospesi presenti in città.

Gli interventi di adeguamento, atti ad aumentare il livello di sicurezza strutturale, consistono in delle modifiche della struttura al fine di renderle più resistenti all'azione sismica, ossia al movimento del terreno.

I lavori per la messa in sicurezza sismica di queste infrastrutture, che possono essere più o meno invadenti, diventano una circostanza favorevole anche al miglioramento in termini estetici della struttura, in modo da rendere tutto l'intervento apprezzabile anche architettonicamente parlando.

In questa tesi viene trattato solo l'aspetto architettonico, che ha l'obiettivo di soddisfare tre principali richieste espresse dalla società.

La prima richiesta della società è quella di rendere attraverso questo intervento uniformi e similari le infrastrutture in modo tale da essere facilmente associabili tra di loro e al territorio in cui sono collocate.

La seconda finalità è quella di far diventare queste opere non solo delle mere opere ingegneristiche con un lato puramente funzionale ma anche con una plasticità che permetta di trasformarle in punto di riferimento nel territorio.

La terza è ricollegata a un lato estetico per rendere l'aspetto dei serbatoi più gradevole, in particolare andando a mascherare l'intervento antisismico solitamente non architettonicamente apprezzabile, creando un equilibrio tra l'aspetto funzionale e la bellezza architettonica.

All'interno del tessuto cittadino padovano, come già esplicito nei capitoli precedenti, sono presenti

numerose infrastrutture necessarie alla distribuzione dell'acqua potabile. È possibile riconoscere la presenza di centri idrici per la depurazione e il trattamento dell'acqua, impianti di sollevamento, centri che permettono l'immagazzinamento dell'acqua per situazioni di maggiore richiesta in grandi serbatoi a terra. Tra tutti queste strutture quelle che si ergono maggiormente in altezza e hanno maggior impatto nel tessuto cittadino sono i serbatoi sospesi. La città di Padova ne conta quattro e sono: il serbatoio Bottazzo, il serbatoio Moroni, il serbatoio Gramsci e il serbatoio Palermo.

Come è riportato nella mappa i serbatoi si trovano distribuiti nel tessuto cittadino in posizioni diverse. Il Bottazzo è collocato nella zona del centro cittadino verso sud,



il Moroni nella zona a nord, Il Gramsci nella zona a est e il Palermo nella zona a sud/ sud-ovest. La posizione permette di avere una uniforme pressione dell'acqua in tutta la rete cittadina, senza lasciare delle aree scoperte.

La scelta del serbatoio su cui intervenire per primo è stata dettata da una serie di fattori: la geometria, la visibilità data dalla posizione e dal flusso di persone nella zona.

Bottazzo



Il fattore che prima di tutti ha influenzato la scelta del serbatoio è stato la geometria. Confrontando la forma dei serbatoi l'uno con l'altro, emerge il fatto che il serbatoio Bottazzo è l'unico che differisce rispetto agli altri tre che presentano lo stesso impianto di serbatoio sospeso con un pilone centrale e otto pilastri minori distribuiti lungo una circonferenza. Il serbatoio Bottazzo invece presenta tre vasche,

Palermo



sorrette da un unico sistema in muratura che forma un corpo unico. Il serbatoio Bottazzo viene escluso dalla selezione, in quanto, essendo l'unico serbatoio che presenta una forma particolare e si dissocia rispetto alla maggioranza, necessita di una progettazione dedicata e non replicabile nelle altre strutture.

Un altro motivo che avvalorava questa scelta è il fatto che il serbatoio è

Gramsci



stato già soggetto a un intervento, in particolare di decorazione con graffiti in occasione della manifestazione Super Walls - Biennale di Street Art nell'anno 2021. Mentre nelle altre infrastrutture non sono mai state oggetto di interventi di miglioramento.

Il secondo fattore che permette di effettuare una scelta tra i tre serbatoi rimanenti, Moroni, Palermo e Gramsci,

Moroni



è la visibilità data dalla localizzazione del serbatoio e il conseguente afflusso di persone. Il serbatoio Palermo si trova inserito in una zona molto residenziale senza particolari elementi attrattori nelle vicinanze, che convogliano i cittadini nella zona, quindi, presenta una visibilità limitata e un flusso di persone limitato.

Il serbatoio Moroni si trova nel quartiere dell'Arcella in zona periferica rispetto al centro cittadino e quindi visibile principalmente dagli utenti dello stadio Colbacchini adiacente al serbatoio.

La scelta di iniziare la fase progettuale nella struttura del serbatoio Gramsci è stata presa in quanto risulta essere quello con l'esposizione più significativa. Infatti si trova nella zona di accesso alla città di Padova, visibile sia dalla linea ferroviaria che collega Padova a Venezia-Santa Lucia, sia da via A. Grassi che collega la zona della Stanga alla zona dell'Arcella a nord, e costituisce un'arteria d'entrata nella città. Il serbatoio, quindi, diventa un elemento fortemente riconoscibile per chi accede alla città con diversi mezzi di trasporto. Il serbatoio che presenta la geometria più interessante e con una posizione che consente di avere migliore



Serbatoio Palermo



Serbatoio Moroni



Serbatoio Gramsci

esposizione è il serbatoio Gramsci, che possiede le caratteristiche per diventare un elemento di riferimento per la città e un simbolo di benvenuto. Maggiore luce gli verrà conferita anche in seguito all'espansione nella zona adiacente nel quartiere San Lazzaro del nuovo ospedale universitario patavino aumentando il flusso di persone nella zona e conferendo maggiore popolarità all'infrastruttura.

Il primo modello progettuale viene applicato nella struttura del serbatoio Gramsci, ma dato che la sua geometria coincide con quella del serbatoio Palermo e Moroni, l'intervento sarà facilmente declinabile anche nelle altre infrastrutture.

La geometria del serbatoio viene descritta nel capitolo precedente intitolato Il serbatoio Gramsci (1.6), di seguito invece vengono riportati la pianta e il prospetto quotati della struttura e una serie di elaborati per percepire la tridimensionalità dell'elemento.

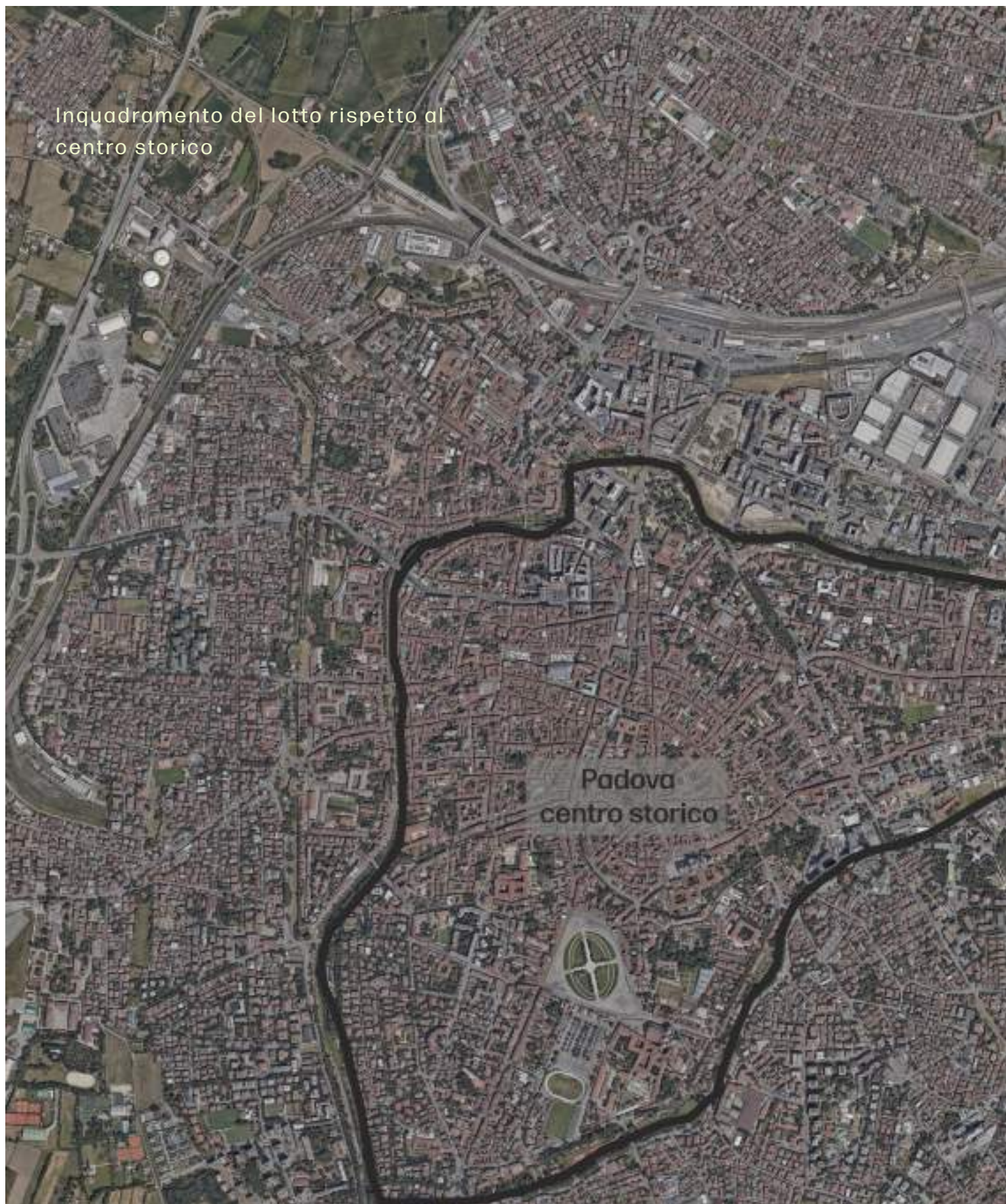
L'intervento che verrà realizzato nel serbatoio Gramsci fungerà da modello per gli interventi anche negli altri serbatoi della stessa forma andando a risolvere una serie di controversie che sono emerse nell'analisi.

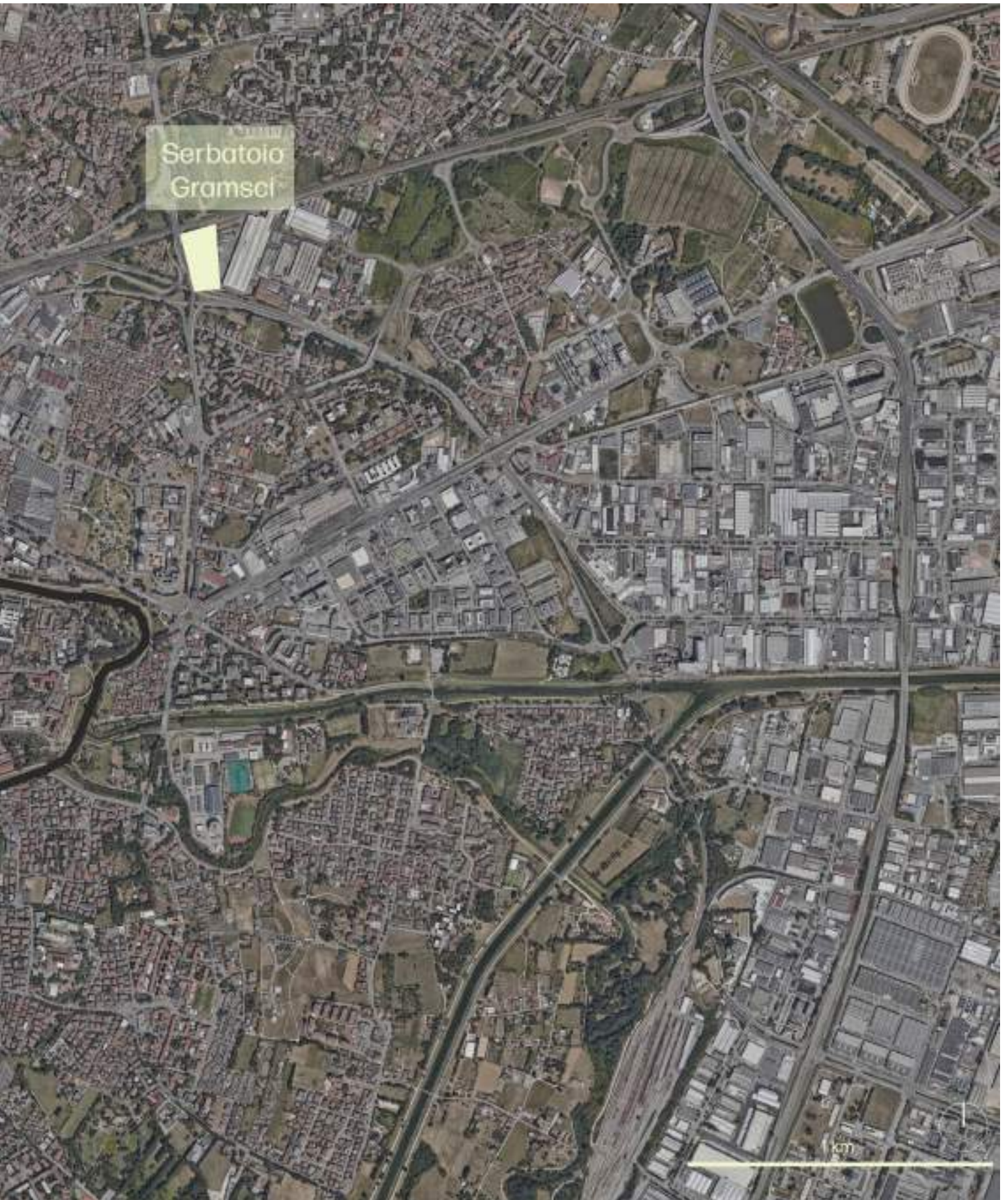
Nella complessità i serbatoi risultano diversi, disomogenei e anonimi. Manca un elemento che permetta di connetterli con un filo unificatore e di associarli alla società che li gestisce. Inoltre nonostante l'altezza e la stessa geometria non è facile riconoscere un serbatoio rispetto ad un altro e sono facilmente confondibili. Nonostante la loro altezza gli permetta di spiccare nello skyline caratterizzato da edifici di massimo tre piani non sono identificabili come un punto di riferimento nel tessuto urbano.

La progettazione di queste infrastrutture rispecchia maggiormente un'attenzione per la funzionalità rispetto alla componente estetica. Funzionalità che non viene messa in luce nell'architettura, infatti la maggior parte dei cittadini non è a conoscenza del ruolo che svolgono nella vita quotidiana

L'idea progettuale che verrà esposta successivamente vuole risolvere le controversie emerse, il progetto si basa su tre concetti chiave: il tema dell'involucro, il tema dell'orizzonte urbano e la volontà di rendere visibile l'invisibile.

Inquadramento del lotto rispetto al
centro storico





Serbatoio
Gramsci

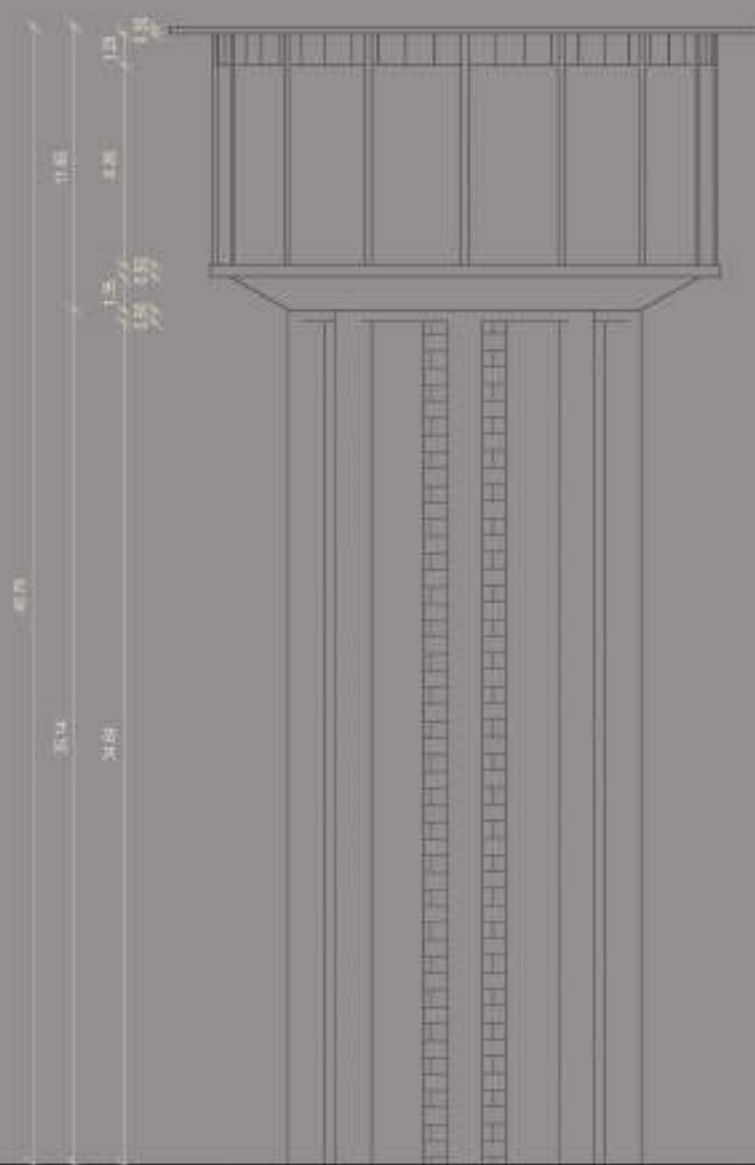
1 km

Confini del lotto

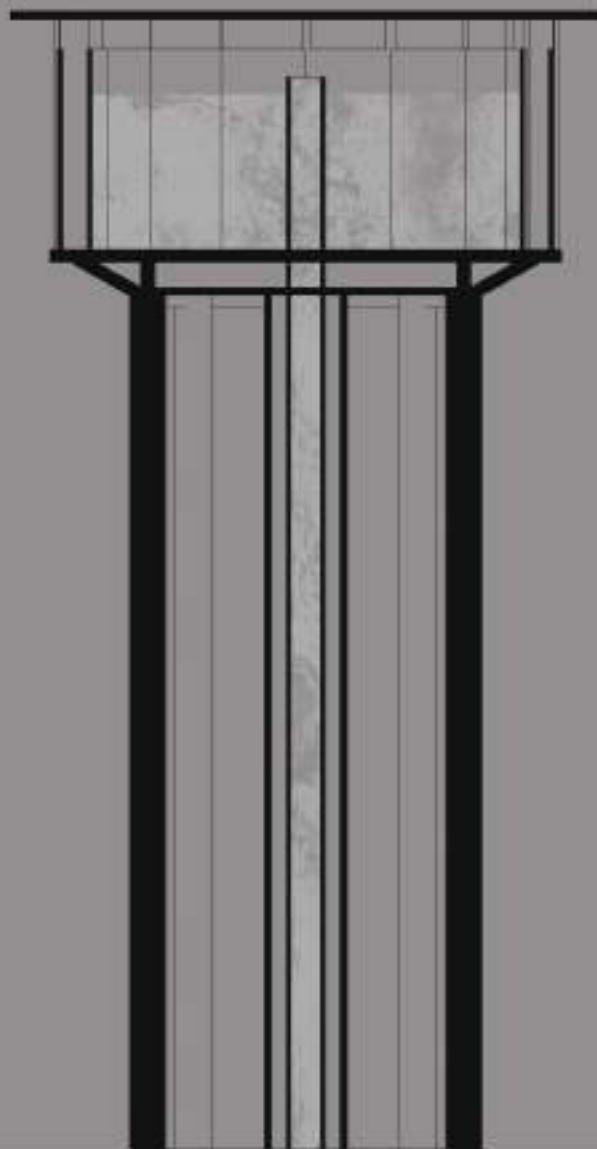




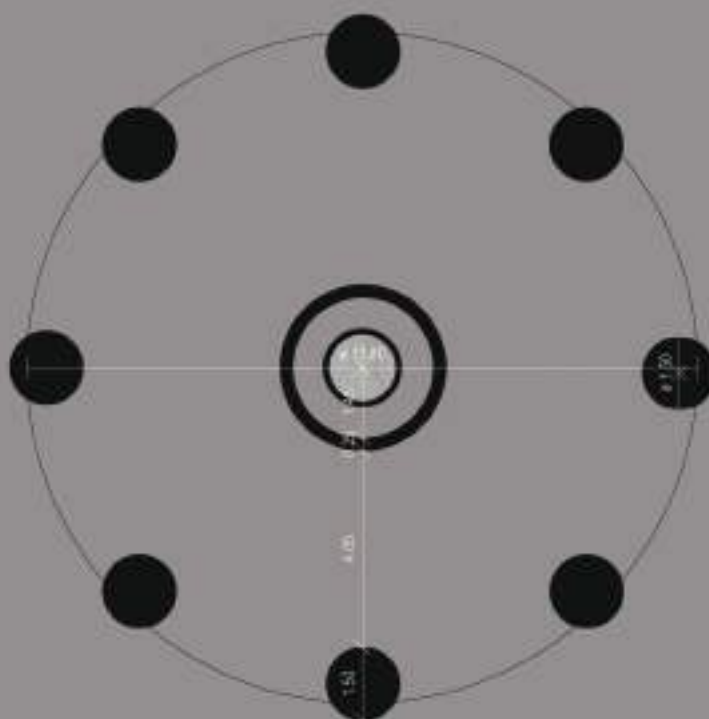
Prospetto
scala 1: 200



Sezione diametrale
scala 1: 200



Pianta a quota 1.5m
scala 1: 100



Pianta a quota 45.5m
scala 1: 100







Al fine di risolvere le controversie esposte nel paragrafo precedente, il progetto si basa su tre concetti chiave che sono: il tema dell'involucro, il tema dell'orizzonte urbano e la volontà di rendere visibile l'invisibile.

Nella pagina a fianco viene riportata una mappa concettuale che vuole esplicitare il ragionamento che è stato fatto per giungere agli obiettivi minimi che l'intervento architettonico deve soddisfare.



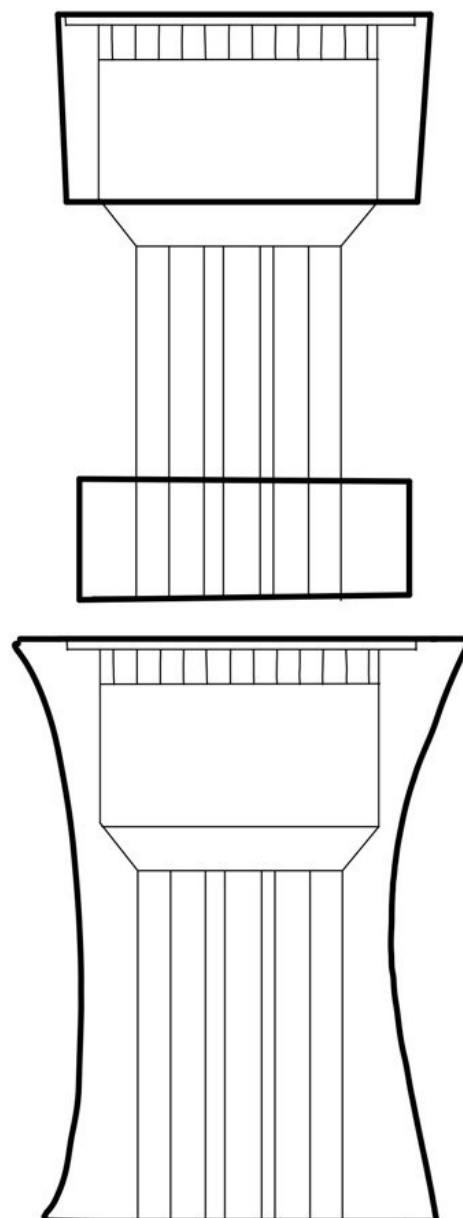
1_INVOLUCRO

I serbatoi sospesi sono delle strutture con una geometria molto influenzata alla funzione che devono assolvere, ossia accumulare l'acqua presente in rete in esubero per poi ridistribuirli nei momenti di maggiore richiesta. Un intervento di demolizione e ricostruzione non è stato preso in considerazione e nemmeno un radicale cambio di forma. Il progetto deve dialogare con la struttura nella sua interezza, senza intaccarla dal punto di vista strutturale e funzionale.

Il progetto meno invasivo è un rivestimento della struttura come un involucro di protezione della struttura al fine di proteggerla.

Nell'immagine vengono riportati alcuni schizzi sulle possibili forme di involucro e le diverse porzioni di serbatoio che

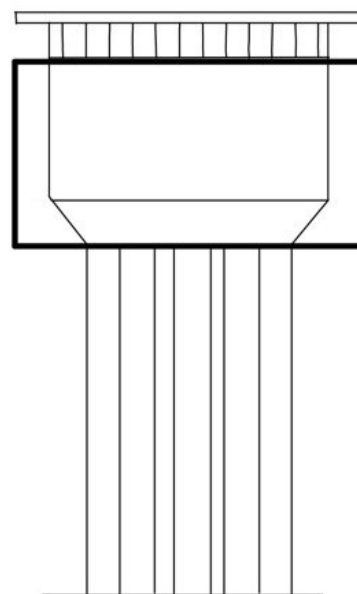
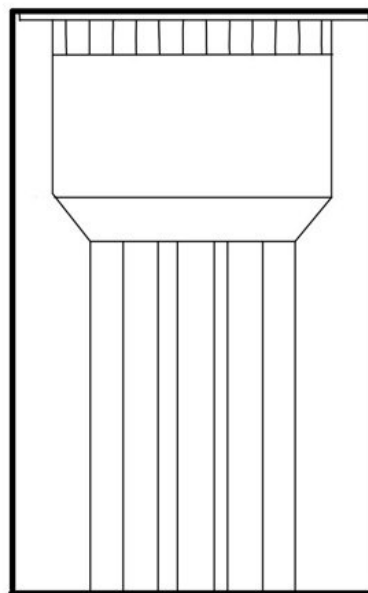
234 potevano essere rivestite.



In seguito allo studio delle opere dei fotografi Bernd e Hilla Becher, il progetto ha seguito una rotta più conservativa e con un intervento meno radicale. Infatti secondo la filosofia dei due fotografi, questo tipo di infrastrutture devono essere apprezzate nella loro forma e rendendo evidenti la struttura e il volume che le caratterizzano.

Le idee di rivestimenti che cambiassero la geometria dei serbatoi sono state scartate, la scelta ricade su un rivestimento limitato solamente nella parte del serbatoio in cui sono ospitate le vasche con l'acqua, come è possibile vedere nell'ultimo schema.

In questo modo la struttura del serbatoio Gramsci viene mantenuta invariata ed evidente.



Il rivestimento viene inteso come una seconda pelle che si appoggia alla struttura ma non la intacca e la turba in nessun punto. L'intercapedine che si crea tra le pareti del serbatoio e l'involucro può assolvere una doppia funzione.

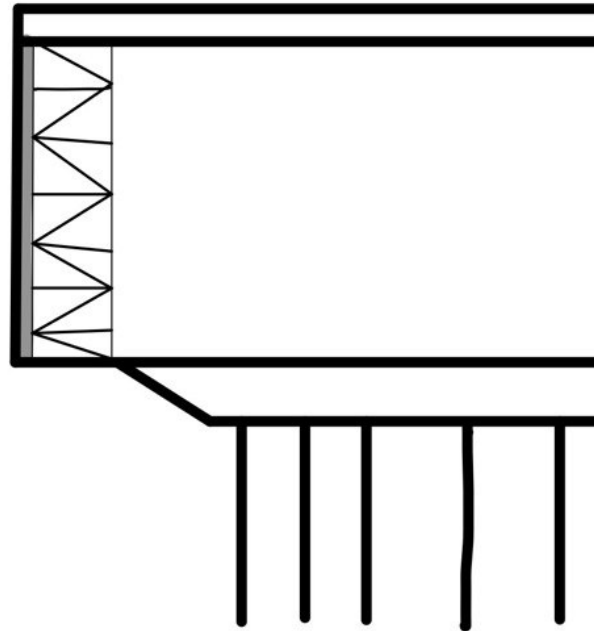
La prima può essere riconducibile agli interventi per l'adeguamento sismico, l'intervento strutturale quindi viene mascherato dall'involucro permettendo di avere un effetto esteticamente gradevole.

La seconda funzione dell'intercapedine è quella di creare una fascia di rispetto tra il muro del serbatoio e l'involucro permettendo di lasciare spazio per la manutenzione degli impianti strutturali e dell'involucro stesso.

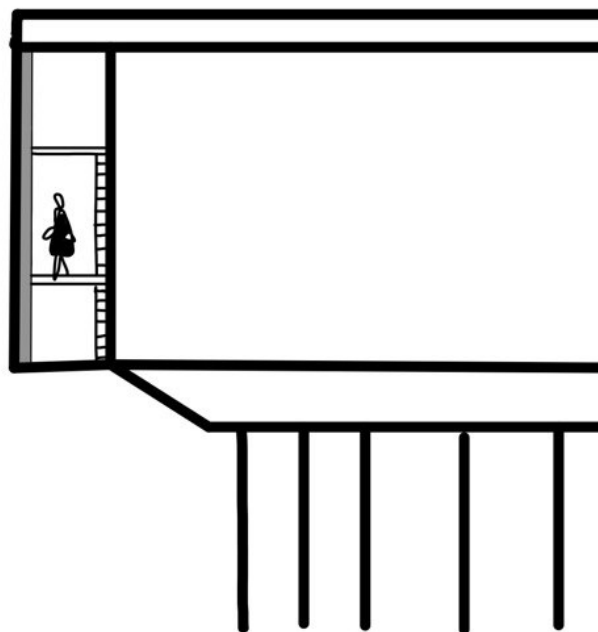
Il progetto guida che viene sviluppato per il serbatoio Gramsci poi verrà riproposto anche negli altri serbatoi della stessa forma, ma anche nei serbatoi di futura costruzione, consentendo di avere un intervento che sia uniforme nel territorio.

Ogni cinque anni i serbatoi sono soggetti a delle opere di ripittura delle pareti, l'introduzione della seconda pelle va a ridurre l'erosione dello strato esterno dei muri, allungando l'arco di tempo che trascorre tra un'opera di pittura e l'altra.

Questa distensione in termini di tempo ha anche un ruolo in termini di denaro, in quanto il numero di ripitture viene ridotto e di conseguenza viene risparmiato denaro.



Intercapedine che ospita strutture antisismiche.



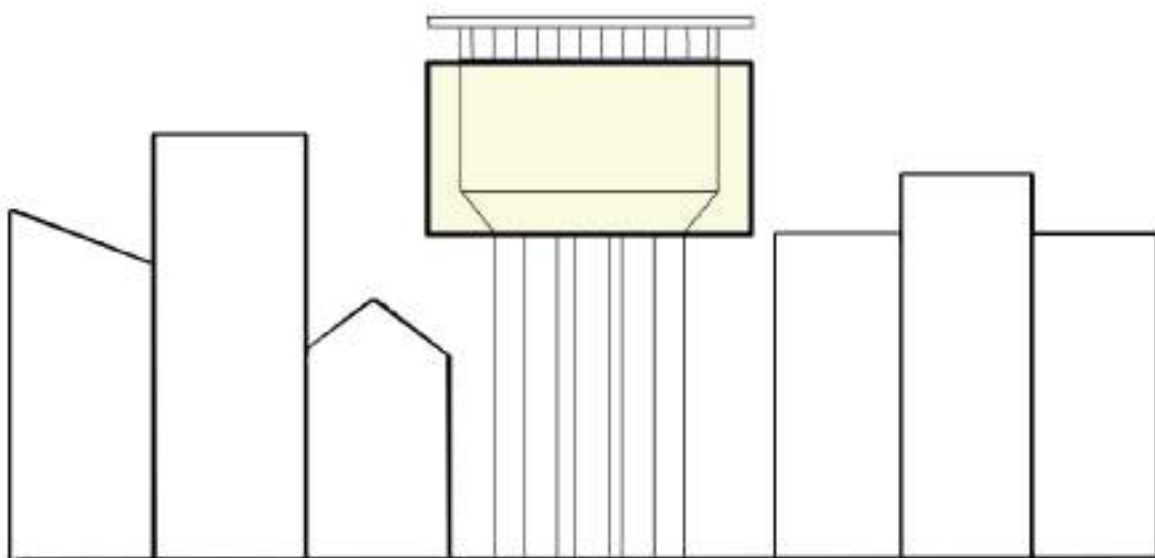
Intercapedine che permette la manutenzione.

2_ORIZZONTE URBANO

Con il termine di orizzonte urbano si intende un panorama cittadino in cui tra grattacieli, palazzi e campanili si innestano anche una serie di infrastrutture, tra cui i serbatoi sospesi. L'altezza di questi elementi permette di renderli molto visibili nello skyline cittadino, in particolare il serbatoio Gramsci, grazie alla sua posizione gode di una visibilità sia in accesso alla città dalla ferrovia sia attraverso le principali arterie stradali che connettono gli estremi

della città.

La visibilità data da questi elementi permette di conferire al serbatoio un ruolo di landmark, diventando un punto di riferimento per la città e per il quartiere. Un modo che permette di aumentare la visibilità di queste strutture è con un sistema di illuminazione che le illumina durante la notte, durante il giorno invece si ricorre a una serie di materiali che permettano di riflettere la luce.



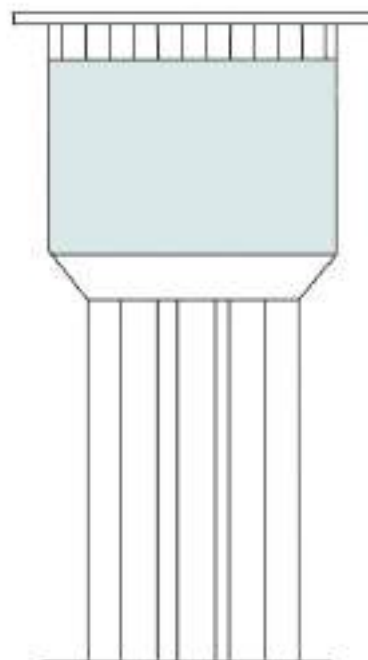
3_RENDERE VISIBILE L'INVISIBILE

L'ultimo concetto chiave è la volontà di rendere visibile l'invisibile. Ci sono due elementi naturali che possono essere manifestati in questo caso e sono l'acqua e il vento.

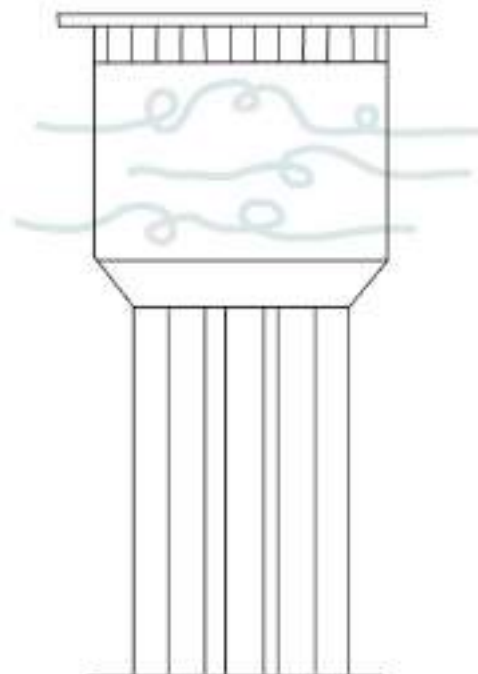
Il primo elemento invisibile è l'acqua, invisibile sia per la proprietà intrinseca che la contraddistingue sia per il fatto che la struttura opaca del serbatoio non ne rivela la presenza ma viene completamente ingabbiata in questo contenitore di calcestruzzo che la nasconde.

Un altro elemento trasparente preso in considerazione è il vento.

Il modo in cui questo fenomeno interagisce con il serbatoio è frutto di un sopralluogo in corrispondenza del serbatoio Palermo dove si stanno svolgendo dei lavori di manutenzione.



Presenza dell'acqua.



Presenza del vento.

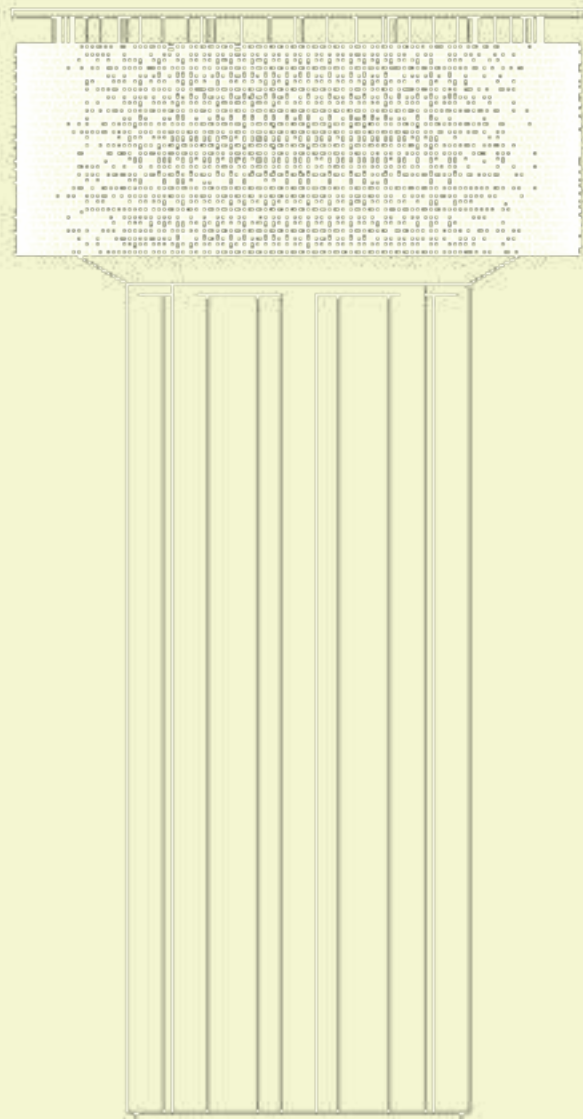
In quella giornata in particolare il serbatoio era ricoperto di un telo antipolvere da cantiere che ricopriva i ponteggi e nonostante la giornata non fosse molto ventosa i teli si muovevano grazie alle piccole correnti d'aria che ci sono a quella quota.

A quel punto è nata l'intuizione di utilizzare un rivestimento cinetico che permettesse di rendere visibili questi due elementi invisibili. Il rivestimento cinetico è formato da degli elementi che non sono incastrati e fissati ma sono lasciati liberi di ruotare intorno a un punto creando un effetto di movimento che ricorda la superficie dell'acqua increspata dalle onde.

Molto spesso la funzione dei serbatoi sospesi non è molto chiara agli occhi della popolazione; quindi, l'idea è quella di far percepire il contenuto del serbatoio ossia l'acqua, sostanza incolore e inodore, e l'unico modo di rappresentarla è attraverso il movimento generato da componenti meccaniche o dal vento. Come in un lago, in un fiume o nel mare calmo si ha la percezione dell'acqua solo grazie alle increspature che si generano in superficie causate dal vento. Il movimento rende questa parte dell'infrastruttura cinetica.

Or code per il video completo.





Il progetto consiste in un involucro che riveste la parte sommitale del serbatoio, la parte interessata non è la zona strutturale ma è la zona in cui sono collocate le vasche contenenti l'acqua potabile.

L'involucro funge da seconda pelle alle pareti in calcestruzzo andando a proteggerlo dagli agenti atmosferici. Il rivestimento appare come un drappo di stoffa che avvolge il serbatoio e abbandonato al movimento generato dagli elementi che dominano l'atmosfera a quella quota, che sono il vento e l'acqua nelle giornate piovose.

Proprio il vento permette il movimento delle componenti dell'involucro in policarbonato colorato generando un effetto che ricorda la superficie dell'acqua che si increspa al vento. In questo modo si rendono visibili due elementi invisibili che sono il vento a quella quota e l'acqua contenuta nelle pareti opache in calcestruzzo.

In base all'intensità del vento si generano diverse configurazioni grazie alla

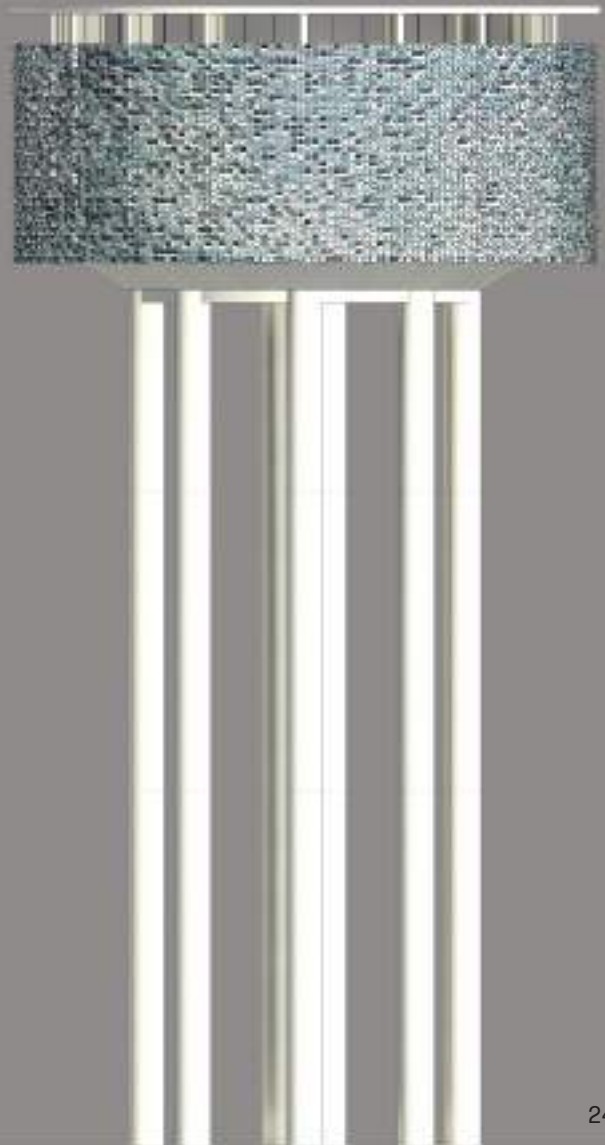
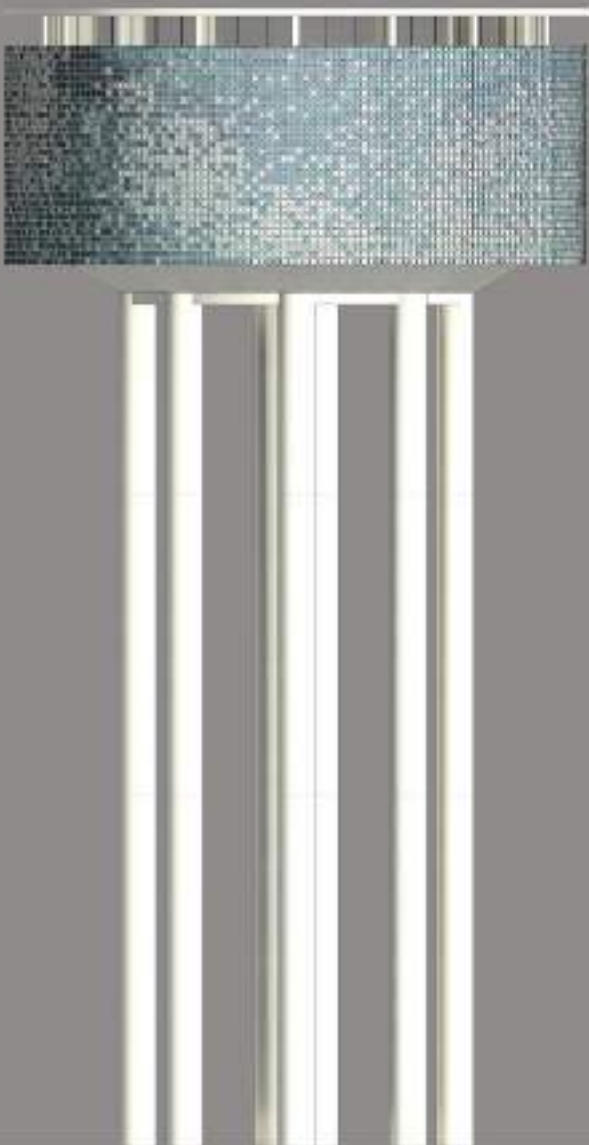
variabile inclinazione delle componenti, dando origine a una tessitura diversa nella superficie più o meno caotica.

Il sistema dell'involucro è costituito da un insieme di strutture che permettono il sostegno del rivestimento. A ridosso delle pareti del serbatoio sono presenti tre cerchiature in acciaio che seguono l'andamento della parete e girano intorno alle costolature del serbatoio.

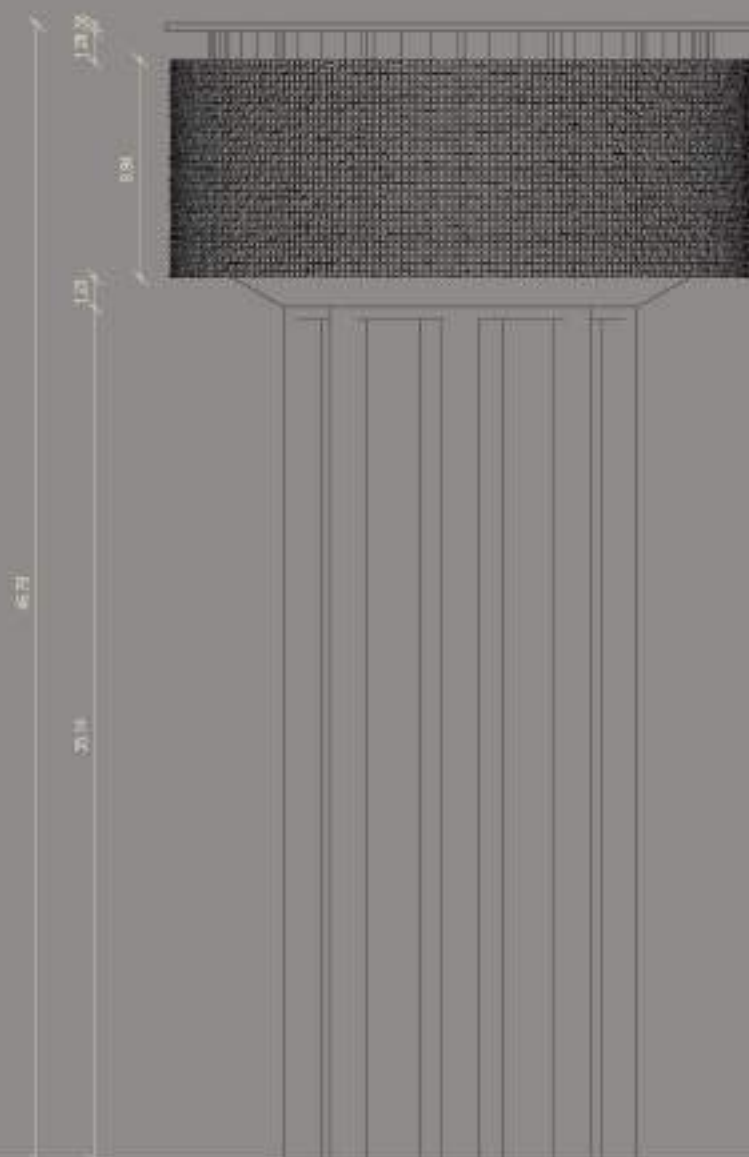
Sulle cerchiature sono agganciate delle travi a L che generano l'intercapedine, alcune travi sorgono in corrispondenza dei setti del serbatoio altre sono agganciate solamente alle cerchiature.

Alle travi si aggancia una griglia formata da dei montanti verticali disposti a distanza di 2,20m e una serie di montanti orizzontali intervallati a distanza di 0.30m, su cui si innestano le componenti mobili in policarbonato colorato che vanno a formare la parte cinetica dell'involucro. La gradazione di colore che vede data a questi pannelli ha il volere di far dialogare il rivestimento con i colori del cielo.

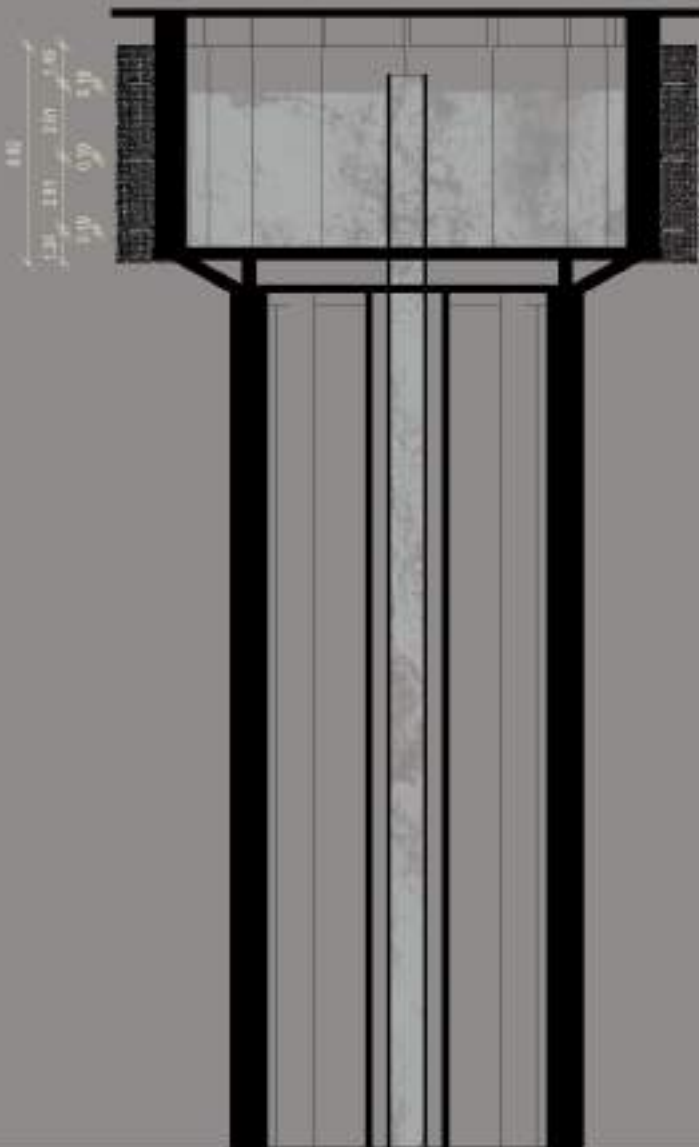
Prospetto in condizioni diverse di vento
scala 1: 200



Prospetto con l'involucro
scala 1: 200



Sezione diametrale
scala 1: 200

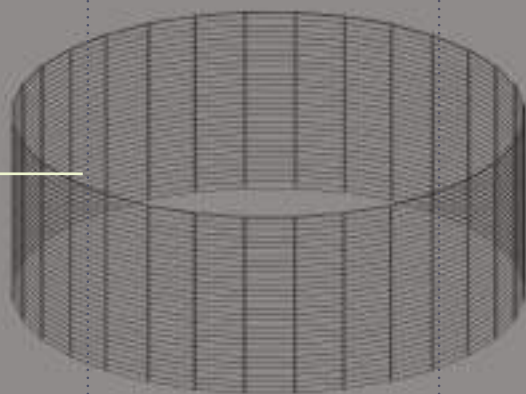


Pianta a quota 45.5m
scala 1: 100





rivestimento cinetico



griglia di sostegno



travi di collegamento

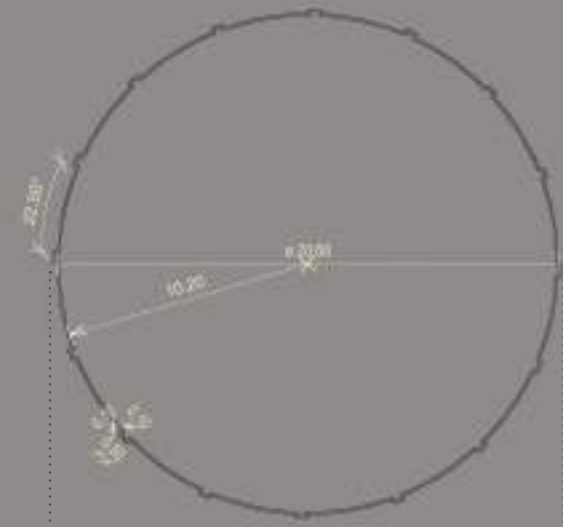


cerchiatura



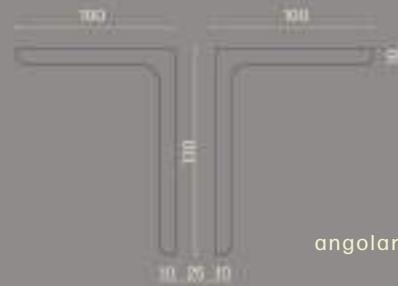
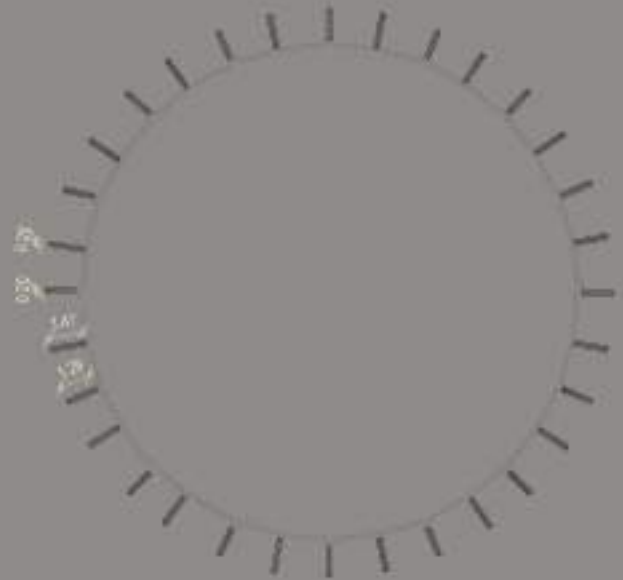
Esploso dell'involucro

Cerchiature

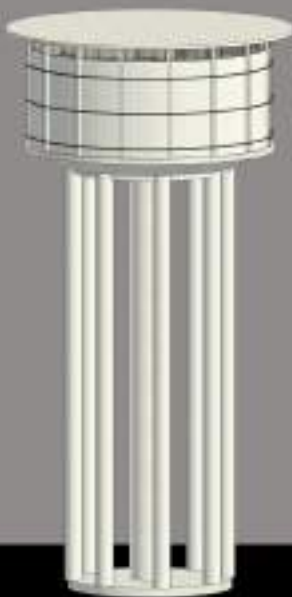


lastre in acciaio

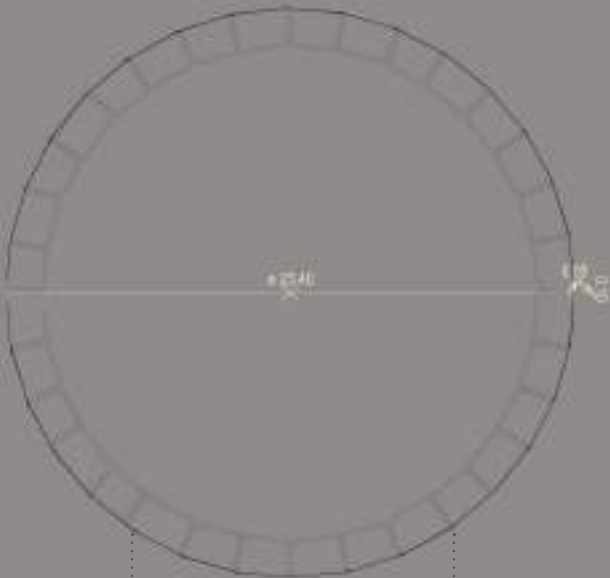
Travi di collegamento



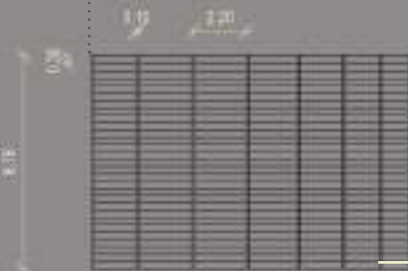
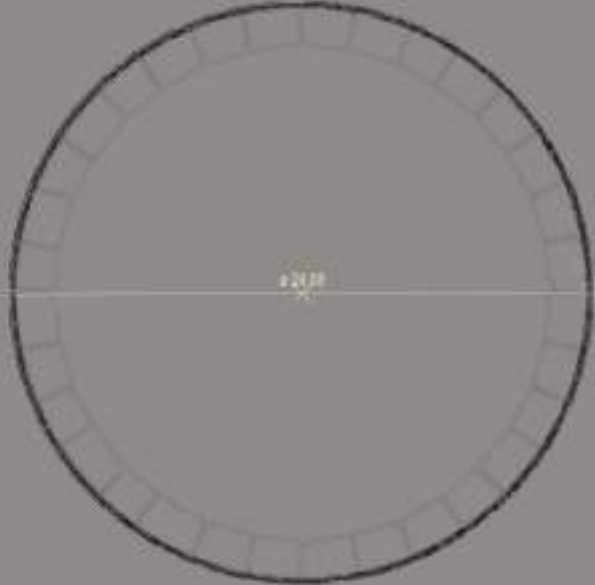
angolari a L



Griglia di sostegno



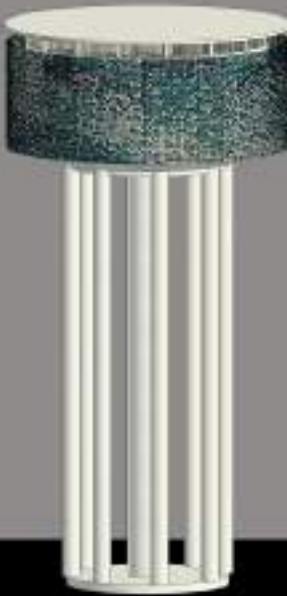
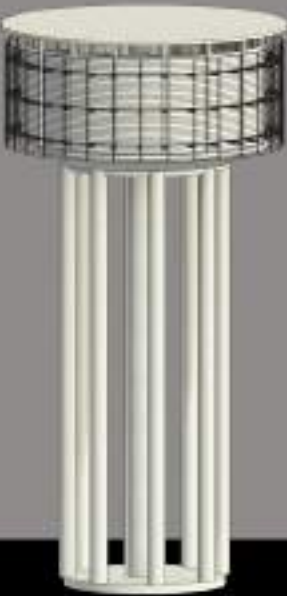
Rivestimento cinetico



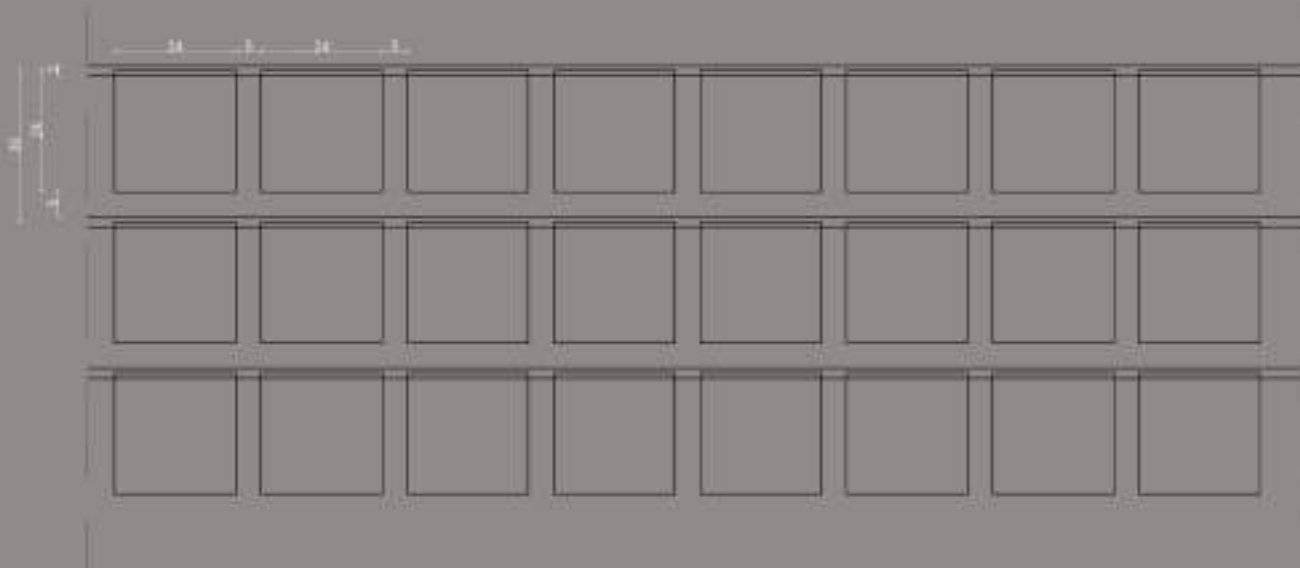
montanti in acciaio:
 — verticale 0.10x0.05
 — orizzontale 0.01x0.005



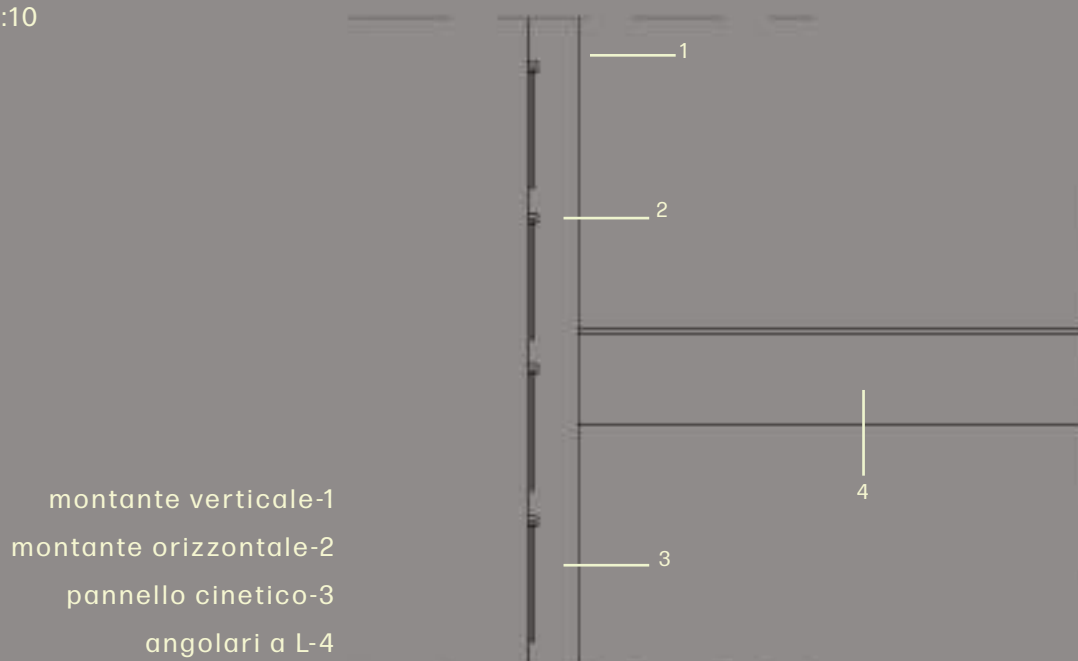
componenti in policarbonato colorato
 0.24X0.24XS0.005



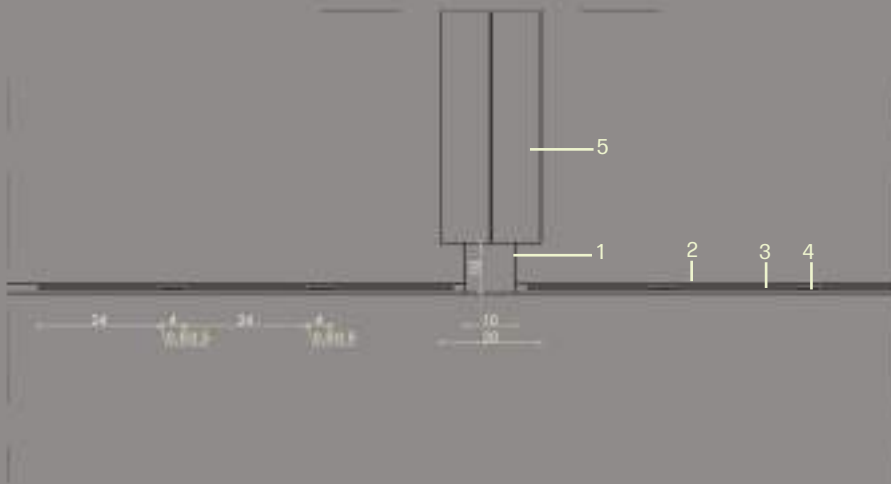
Dettaglio costruttivo-vista frontale
scala 1:10



Dettaglio costruttivo-vista laterale
scala 1:10

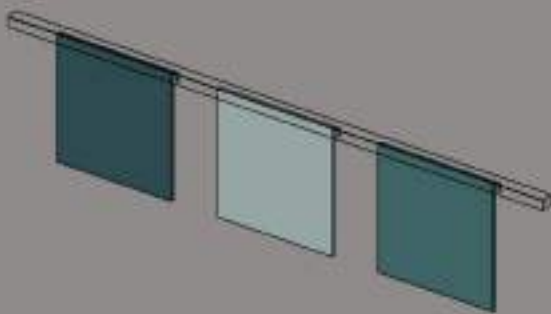


Dettaglio costruttivo-vista in pianta
scala 1:10



- montante verticale-1
- montante orizzontale-2
- pannello cinetico-3
- separatore-4
- angolari a L-5

Dettaglio costruttivo-vista 3D e diverse inclinazioni
scala 1:10



+10°,-10°

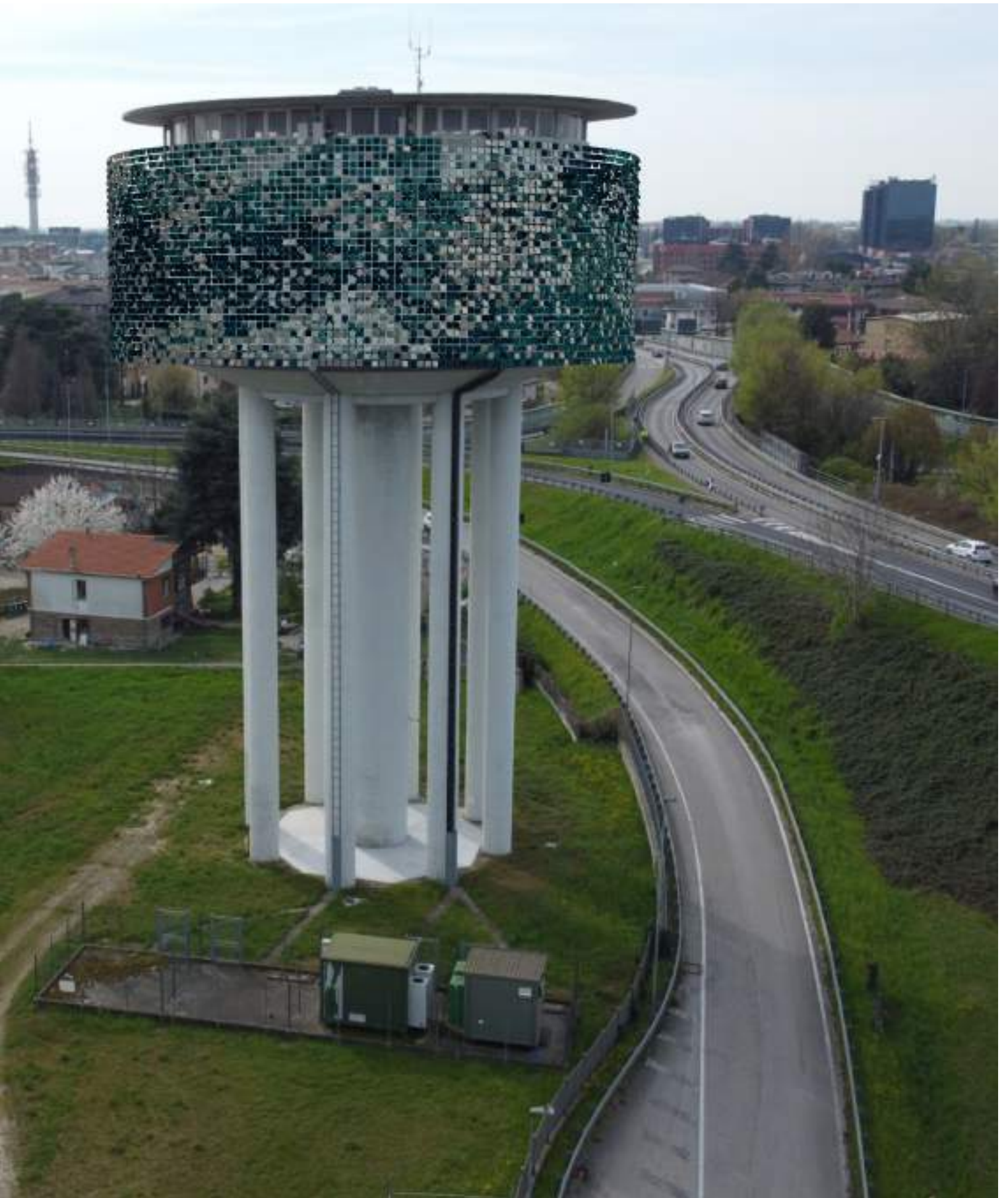


+30°,-30°



+60°,-60°











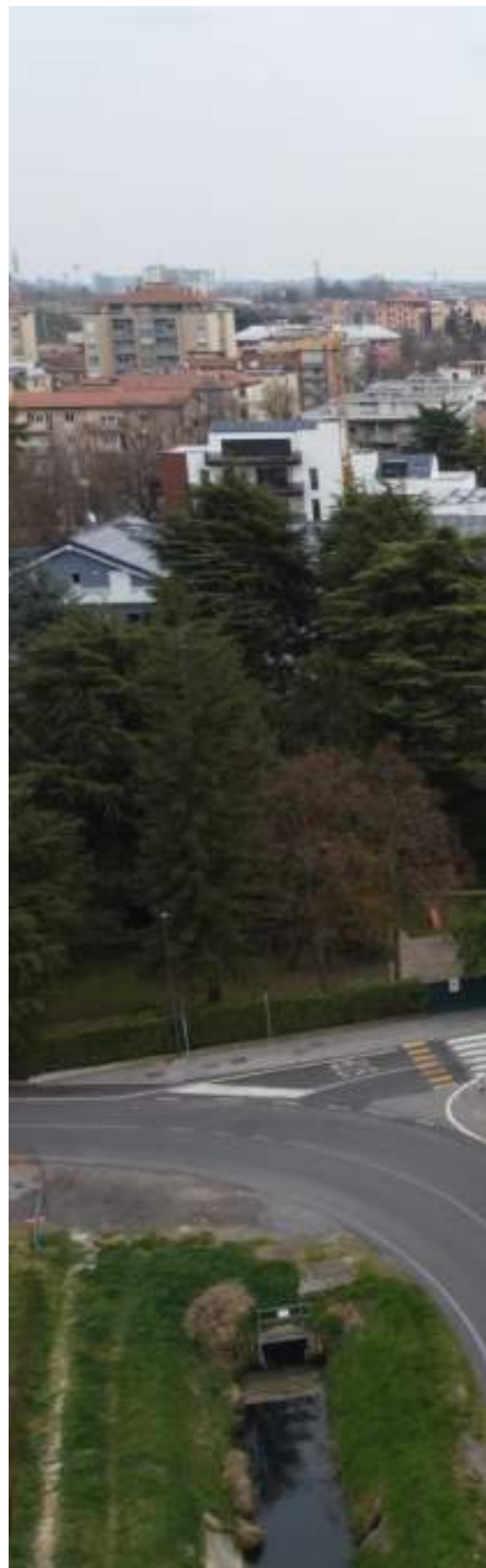






PROGETTI FUTURI

Nell'ottica di rendere uniformi tutti i serbatoi presenti nel territorio del comune di Padova, gestiti dalla società AcegasApsAmga, l'idea del rivestimento nel serbatoio Gramsci può essere declinata anche nelle altre infrastrutture che presentano la stessa forma: il serbatoio Palermo e il serbatoio Moroni. Di seguito sono riportati due ipotetici fotoinserti dell'involucro prima nel serbatoio Palermo con le stesse sfumature di colore, poi nel serbatoio Moroni, in prossimità dello stadio Colbacchini, con le sfumature ispirate ai colori delle medaglie olimpiche, oro, argento e bronzo.









CONCLUSIONI

Il percorso di questa tesi inizia con una riflessione sull'aspetto esterno dei serbatoi sospesi, che sono una delle infrastrutture fondamentali del sistema acquedottistico di una città. La loro geometria è fortemente vincolata all'aspetto funzionale, mettendo in secondo piano l'aspetto estetico. Nella progettazione di questi elementi la componente ingegneristica ha il sopravvento nella componente architettonica, prevalendo il lato pratico a quello estetico.

Le due componenti non sono completamente incompatibili e questa tesi si pone l'obiettivo di coniugare nello stesso serbatoio, in particolare il serbatoio Gramsci, la componente ingegneristica già fortemente presente, sia per l'aspetto funzionale sia per la geometria del serbatoio, con la componente nuovamente ingegneristica che ha l'obiettivo di renderlo capace di far fronte a degli eventi sismici e con la componente architettonica, trasformandolo nell'aspetto esteriore e rendendolo un'opera da ammirare per il suo aspetto senza intaccare in nessun modo gli spazi funzionali. La

costruzione architettonica permea in quella ingegneristica senza modificarla in nessuna parte, ma invece definisce un nuovo equilibrio.

Il percorso di ricerca che ho svolto mi ha permesso di approfondire degli aspetti dell'ingegneria idraulica, legati soprattutto agli acquedotti, ma anche aggiungere al mio bagaglio culturale delle conoscenze collegate maggiormente alla fotografia, all'arte e all'architettura. Le conoscenze assimilate nella fase progettuale mi hanno permesso di coniugare i due aspetti, quello architettonico e quello ingegneristico, andando a generare un involucro con delle componenti cinetiche che permetta un miglioramento dal punto di vista architettonico senza andare a intaccare l'aspetto ingegneristico della struttura. Il lavoro svolto in questi mesi mi ha permesso di capire che il mondo dell'ingegneria e il mondo dell'architettura non sono separati in modo univoco, ma è possibile definire un equilibrio tra i due aspetti, uno più matematico e uno più creativo. Entrambi hanno lo stesso fine ossia quello di definire delle strutture che siano funzionali, sia per fornire servizi ai cittadini, sia per fornire bellezza.

Ringraziamenti:

Desidero dedicare questa ultima parte alle persone che mi hanno permesso di giungere alla fine di questo lavoro.

Prima di tutti il mio relatore, il Professore Edorardo Narne, che in questi anni universitari mi ha fatto appassionare all'architettura sia con attività universitarie che extra universarie, guidandomi in questo percorso con costanza e una instancabile energia e passione.

Voglio ringraziare anche Maria Francesca Lui e Marco Lumini che in questi mesi sono stati un importante sostegno e fonte di ispirazione.

Un sentito grazie anche alla società AcegasApsAmga che ha proposto questa riflessione sull'architettura dei serbatoi e mi ha permesso di sviluppare il lavoro di tesi.

Infine ringrazio i miei genitori e la mia famiglia perchè senza di loro questo percorso non sarebbe stato possibile.