

# POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Edile**

Tesi di Laurea Magistrale

## Recupero Delle Archeologie Industriali: Il Padiglione Del Sale Di Cagliari



**Relatore**  
prof. Paolo Piantanida

**Candidato**  
Alessandro Melis

A.A. 2019/2020

## **SOMMARIO**

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>1 STORIA E TERRITORIO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
1.1.1 INQUADRAMENTO .....	5
1.1.2 CLIMA.....	6
1.1.2.1 Temperatura .....	7
1.1.2.2 Venti .....	7
1.1.2.3 Precipitazioni .....	7
1.1.3 LINEAMENTI GEOLOGICI E SITUAZIONE STRATIGRAFICA .....	8
1.1.4 ASSETTO IDRICO.....	9
1.1.4.1 Rischio idrogeologico.....	9
1.1.5 RISCHIO SISMICO .....	9
1.1.6 USO DEL SUOLO E POTENZIALI SORGENTI DI CONTAMINAZIONE.....	9
1.1.7 PATRIMONIO PAESAGGISTICO.....	10
1.1.8 PATRIMONIO STORICO, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO.....	11
1.1.9 TOPONIMIA.....	11
<b>1.2 LE SALINE DI MOLENTARGIUS NELLA STORIA DI CAGLIARI.....</b>	<b>11</b>
1.2.1 IL MAGAZZINO DEL SALE.....	22
<b>1.3 INDAGINE SULLA PATERNITÀ DELL'OPERA.....</b>	<b>26</b>
<b>2 IL RILIEVO DELL'OGGETTO ARCHITETTONICO.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1 IL CAPANNONE DEL SALE .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>37</b>
2.2.1 IL LENTO PROCESSO DI RECUPERO.....	37
2.2.2 IL PROGETTO PRELIMINARE "PERIZIA STUDI INDAGINI TECNICHE DEL 02.02.2000".....	38
2.2.3 I RISULTATI DELL'INDAGINE .....	40
2.2.3.1 Esito verifica Torre di carico (Corpo B) .....	40
2.2.3.2 Esito verifica corpo officine (Corpo H) .....	41
2.2.3.3 Esito verifica Magazzino del sale (Corpo D, G, F) .....	42
2.2.4 L'INTERVENTO DEL 2011.....	45
2.2.4.1 Consolidamento degli archi ogivali.....	45

2.2.4.2	Il rifacimento della copertura.....	46
2.2.4.3	Corpo del nastro trasportatore sup. (D), corpo scale (B) e rampa del nastro trasportatore esterno (A).....	46
<b>2.3</b>	<b>LO STATO ATTUALE .....</b>	<b>47</b>
2.3.1	LA TORRE DI CARICO (CORPO B).....	47
2.3.2	IL CORPO OFFICINE (CORPO H) .....	48
2.3.3	IL CAPANNONE (CORPO G).....	50
2.3.4	LA BANCHINA.....	50
<b>3</b>	<b><u>IL PROGETTO .....</u></b>	<b><u>53</u></b>
3.1	L'IDEA.....	53
	<b><u>CONCLUSIONI .....</u></b>	<b><u>56</u></b>
	<b><u>APPENDICE 1 - PUC CAGLIARI 2010 - ESTRATTI RILEVANTI.....</u></b>	<b><u>57</u></b>
	<b><u>APPENDICE 2 – SCHEDATURE DEGRADO .....</u></b>	<b><u>62</u></b>
	<b><u>BIBLIOGRAFIA.....</u></b>	<b><u>98</u></b>

## **ELENCO DELLE TAVOLE ALLEGATE**

<b>TAV. 1</b>	Inquadramento territoriale e viabilità
<b>TAV. 2</b>	Inquadramento territoriale e viabilità
<b>TAV. 3</b>	Evoluzione territoriale
<b>TAV. 4</b>	Schema di funzionamento
<b>TAV. 5</b>	Evoluzione della struttura
<b>TAV. 6</b>	Rilievo fotografico
<b>TAV. 7</b>	Planimetrie P.I. e P.T.
<b>TAV. 8</b>	Planimetrie +6 [m] e +12 [m]
<b>TAV. 9</b>	Planimetrie +17 [m] e copertura
<b>TAV. 10</b>	Prospetti
<b>TAV. 11</b>	Sezioni Trasversali
<b>TAV. 12</b>	Sezioni Longitudinali
<b>TAV. 13</b>	Sezioni Longitudinali
<b>TAV. 14</b>	Particolari costruttivi
<b>TAV. 15</b>	Prospetti geometrici materici
<b>TAV. 16</b>	Prospetti geometrici: Degrado esterno
<b>TAV. 17</b>	Prospetti geometrici: Degrado interno
<b>TAV. 18</b>	Sezioni significative
<b>TAV. 19</b>	Preliminare: Planimetrie
<b>TAV. 20</b>	Preliminare: Planimetrie
<b>TAV. 21</b>	Preliminare: Prospetti
<b>TAV. 22</b>	Preliminare: Sezioni

## **Abstract**

I processi di cambiamento negli ultimi decenni hanno generato il progressivo abbandono delle attività industriali. Tale fenomeno, definito “dismissione”, è strettamente legato alle trasformazioni del sistema economico o a sopravvenute necessità di carattere ambientale, sociale e urbanistico. Il recupero delle architetture industriali avviene nell’ottica della trasformazione di aree dismesse in risorse per la città, con possibili ricadute di carattere economico e sociale, rappresentando opportunità ai fini dello sviluppo urbano sostenibile. Esso consente di ridurre il consumo del suolo e pone le condizioni affinché gli abitanti possano riappropriarsi di spazi altrimenti inutilizzati.

Il presente elaborato tratta l’analisi di una delle architetture industriali cui la città di Cagliari è maggiormente legata: il magazzino del sale delle ex saline di stato di Molentargius.

Il lavoro si è svolto in tre fasi: inquadramento storico, geografico e normativo della struttura e del territorio che la ospita; sopralluogo con rilievo e relativa analisi sullo stato di degrado; elaborazione di una soluzione riguardante il degrado e una nuova destinazione d’uso nel rispetto dei vincoli normativi e delle esigenze territoriali.

-

As the economy evolved during the last decades, industrial activities have been progressively abandoned. Their dismissal is mainly connected to the changes in the economic system, to either environmental or social issues or to city planning. Restoring industrial architecture is about giving these dismissed areas a new value, hence promoting local economy and social activity in a new, sustainable way. It reduces land consumption and allows the inhabitants to take back their otherwise unused city’s spaces.

This thesis examines one of the main industrial architectures in Cagliari: the salt warehouse in the old National Salt Works of Molentargius.

The work has been developed in three phases: determining the historical, geographical and regulatory framework of the building and its site; inspecting and examining the extension of its decay; studying a solution in order to repair the building and find it a suitable end use according to the regulatory framework and the city needs.

## Introduzione

I processi di cambiamento negli ultimi decenni hanno generato il progressivo abbandono delle attività industriali. Tale fenomeno, definito “dismissione”, è strettamente legato alle trasformazioni del sistema economico o a sopravvenute necessità di carattere ambientale, sociale e urbanistico.

Nell’ambito dell’architettura industriale italiana è possibile distinguere questo fenomeno in un gruppo di strutture, non sempre sufficientemente valorizzate, accomunate da schema strutturale e tipologia costruttiva: i “Paraboloidi” in cemento armato.

L’uso del cemento armato per la costruzione di imponenti strutture geometricamente perfette, definite da linee morbide e sinuose e coperture aventi sezione parabolica, si sviluppa già dagli Anni Venti del ‘900 e avrà come massimo esponente Pierluigi Nervi. Si tratta di un’architettura che consentirà di avere a disposizione importanti luci interne, caratterizzate da elementi portanti di grande valore architettonico-strutturale e ridotti spessori di copertura.

Il principio “*Form follows Function*” (Louis Sullivan)<sup>1</sup>, secondo cui la forma di una struttura o, più in generale, anche di un oggetto, deve essere basata soprattutto sulla funzione per cui esso è progettato, associato all’architettura moderna e al design industriale del Ventesimo secolo, è ben evidente in tutti i paraboloidi, e, nello specifico, anche nella struttura oggetto di questa tesi: il Magazzino del Sale delle ex-Saline di Stato di Molentargius, noto a Cagliari come “Padiglione Nervi”.

Costruito nei primi anni ‘50 e utilizzato fino agli anni ‘70 del secolo scorso per lo stoccaggio e l’imbarco del sale proveniente dalle adiacenti saline, si può notare come le pareti inclinate di questa struttura siano ideali per lo stoccaggio del materiale che è immagazzinato quindi in grandi spazi di forma conica, evitando in questo modo spinte troppo elevate che in caso contrario si avrebbero se le pareti fossero verticali.

Nonostante la meravigliosa architettura, l’ex-Magazzino del Sale di Cagliari condivide il triste destino di gran parte di queste strutture: dismesso e in uno stato di totale abbandono.

---

<sup>1</sup> Sullivan Louis 1986: 403

Il Contratto di Valorizzazione Urbana tra la città di Cagliari e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, nell'ambito dell'utilizzo delle risorse del "Fondo per l'attuazione del Piano Nazionale per le Città", ha comportato un rinnovato interesse del Comune di Cagliari nei confronti della struttura, in quanto essa ricade nella porzione di territorio oggetto di riqualificazione.

L'insieme di questi elementi ha contribuito alla mia scelta del "recupero delle archeologie industriali" come argomento della mia tesi di Laurea Magistrale.

La prima parte del lavoro, iniziata con l'analisi del materiale reperito presso l'Autorità Portuale e la Soprintendenza ai Beni Paesaggistici, ha affrontato lo studio del territorio in cui si trova la struttura, da un punto di vista morfologico e storico, evidenziandone la collocazione spaziale e le normative che ne gestiscono l'utilizzo. Ci si è inoltre soffermati sulla storia dell'edificio, del suo funzionamento nel contesto delle Saline e sul tema della paternità del progetto. La somiglianza con altri Paraboloidi quali i silos delle Saline Margherita di Savoia e di Tortona, ne determinò l'attribuzione (nell'immaginario collettivo locale) a Pierluigi Nervi; di fatto, essa è ancora incerta.

La seconda parte è costituita dall'analisi architettonica della struttura ed è stata preceduta da un sopralluogo al fine di stimare, per quanto possibile, le sue reali condizioni, valutandone i vari tipi di degrado e le possibili soluzioni.

Entrambe le fasi si sono rivelate propedeutiche per la terza e ultima fase, ossia l'elaborazione di una proposta di recupero funzionale della struttura nel rispetto dei vincoli normativi, delle criticità strutturali e mirata a incontrare le esigenze del tessuto urbano e a valorizzare una struttura dalle elevate potenzialità storiche e architettoniche all'interno del singolare contesto paesaggistico dell'Oasi Naturalistica delle Saline di Molentargius.

# 1 Storia e territorio

## 1.1 Localizzazione territoriale

Cagliari [*Cágliari*] è un comune italiano di 154 239<sup>2</sup> abitanti, capoluogo della Regione Autonoma della Sardegna e centro principale della Città Metropolitana<sup>3</sup> che da essa prende il nome.

Ubicato sulla costa meridionale della Sardegna, il territorio del comune di Cagliari si estende per 85,01 [km<sup>2</sup>] e si affaccia al centro del Golfo degli Angeli. Sviluppata intorno al colle dello storico quartiere di Castello, la città è delimitata a est dal promontorio della Sella del Diavolo e dallo stagno di Molentargius, a ovest dallo stagno di Cagliari, a sud dal mar Tirreno e a nord dalla pianura del Campidano.

Come precedentemente accennato, Cagliari è capoluogo dell'omonima città metropolitana, istituita a seguito dell'approvazione della riforma regionale degli Enti locali<sup>4</sup>, la quale ha inoltre soppresso definitivamente le nuove province istituite nel 2001; di conseguenza, gli enti provinciali di Cagliari, Medio Campidano e Carbonia-Iglesias sono stati suddivisi in Città metropolitana di Cagliari e Provincia del Sud Sardegna.

La città metropolitana di Cagliari è composta, oltre che dal capoluogo e dalla sua conurbazione (Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu S. Elena), dai comuni immediatamente contermini a essa e alla conurbazione (Capoterra, Elmas, Assemini, Sestu, Sinnai e Maracalagonis) e da quelli immediatamente a ridosso di questi ultimi (Pula, Villa S. Pietro, Sarroch, Uta e Decimomannu), per un totale di 17 comuni, 431 897 abitanti<sup>5</sup> e 1 248 [Km<sup>2</sup>] di estensione (Figura 1.1).

Città dalla storia plurimillennaria, Cagliari è da sempre il centro amministrativo storico dell'isola, essendo stata capoluogo della provincia di *Sardinia et Corsica* durante il periodo

---

<sup>2</sup> [Statistiche demografiche ISTAT, demo.istat.it](http://demo.istat.it). Aggiornate ad Aprile 2017. URL consultato Marzo 2020

<sup>3</sup> Istituita dalla legge regionale n. 2 del 2016 e divenuta pienamente operativa il 1° gennaio 2017. <http://www.regione.sardegna.it/j/v/2568?s=331926&v=2&c=348&t=1> URL consultato Marzo 2020

<sup>4</sup> si veda nota 2

<sup>5</sup> [Statistiche demografiche ISTAT, demo.istat.it](http://demo.istat.it). Aggiornate ad Aprile 2017. URL consultato Marzo 2020

romano<sup>6</sup> e successivamente capitale del Regno di Sardegna<sup>7</sup>. Il suo porto è classificato come “internazionale”; svolge funzioni commerciali, industriali, turistiche e di servizio per passeggeri<sup>8</sup>.

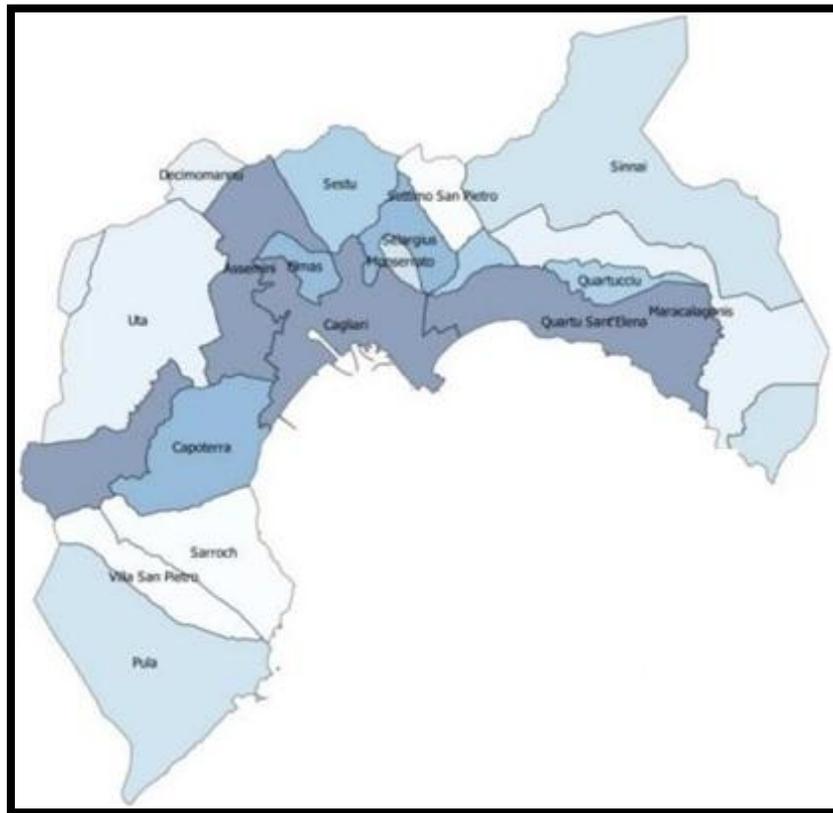


Figura 1.1 - La città metropolitana di Cagliari

### 1.1.1 Inquadramento

Procedendo dal Nuovo Molo di Levante, l’ambito di interesse è classificato dal Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Cagliari come RB, il quale ricade un’area GT fino al molo Su Siccu, caratterizzata come zona a destinazione d’uso per servizi, in cui si ritrovano strutture industriali e militari di uno o due piani fuori terra (Tav. 1)<sup>9</sup>.

<sup>6</sup>Brigaglia, Mastino, Ortu 2002: 106

<sup>7</sup> Dal 1324 al 1720 e da 1798 al 1814, in: Dizionario Angius/Casalis (1833-1856)

<sup>8</sup> Autorità portuale di Cagliari, <http://www.porto.cagliari.it/>. URL consultato Marzo 2020

<sup>9</sup> Riportiamo in Appendice 1 la selezione della normativa di riferimento tratta dal PUC 2010.

Si segnala la presenza del vincolo paesaggistico di Bene Demaniale fornito dal Piano Paesaggistico Regionale in quanto l'area ricade all'interno dei 300 [m] dalla linea della battigia<sup>10</sup> (Tav. 2).

È inquadabile corograficamente nei seguenti Fogli Regionali (Tav. 1):

- Foglio I.G.M. N. 557 - III quadrante in scala 1:25 000;
- Foglio C.T.R. N. 557-140 della Carta Tecnica della Sardegna in scala 1:10 000 "Cagliari".

L'area oggetto di studio è situata nella Marina di Sant'Elmo alla Radice del Molo di Levante della Città di Cagliari ed è definita dai seguenti limiti:

- NORD- via Emanuele Pessagno
- OVEST- Molo di Sant'Elmo
- EST- Via Salvatore Ferrara
- SUD- Canale di San Bartolomeo

L'intorno urbano dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza delle grandi trasformazioni territoriali attualmente in atto nell'ambito della riqualificazione territoriale legata al Contratto di Valorizzazione Urbana tra la città di Cagliari e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, come previsto per l'utilizzo delle risorse del "Fondo per l'attuazione del Piano Nazionale per le Città"<sup>11</sup>. La multi zona di riferimento è dotata delle urbanizzazioni primarie relative alla viabilità, alle reti di fognatura bianca e nera, dell'illuminazione, dell'acquedotto, del gas e del telefono, nonché dei collegamenti di trasporto pubblico (Tav. 1).

### 1.1.2 Clima

L'ambito oggetto di studio si trova al margine della pianura del Campidano, e ricade nella fascia climatica del tipo subtropicale. È classificato come appartenente alla classe climatica: zona C, 990 GG<sup>12</sup>. Le analisi riportate fanno riferimento a studi effettuati sulla base delle registrazioni eseguite presso la vicina stazione meteo presente nell'aeroporto di Elmas.

---

<sup>10</sup> L.R. 25 novembre 2004, n.8 *Piano Paesaggistico Regionale*

<sup>11</sup> Comune di Cagliari - Servizio Lavori Pubblici - Determinazione n° 11392 / 2014 del 17/11/2014.

<sup>12</sup> <http://www.comuni-italiani.it/092/009/clima.html> URL consultato Marzo 2020

### *1.1.2.1 Temperatura*

Il regime termico è caratterizzato da valori di temperatura media diurna compresi tra i 16.5 °C e i 17 °C, con temperature superiori ai 30 °C per almeno sessanta giorni l'anno, e massime che talvolta superano i 40 °C.

Le temperature medie massime diurne oscillano tra i 16 e i 22 °C.

Le temperature minime diurne, registrate generalmente durante la stagione invernale, in particolare nel mese di gennaio e in maniera meno frequente in quello di febbraio, evidenziano valori compresi tra i 7 e i 13 °C.

Le escursioni termiche diurne sono mediamente comprese tra i 10 e i 12 °C, range che risulta influenzato dalla presenza dei venti.

### *1.1.2.2 Venti*

L'analisi della distribuzione delle frequenze annuali evidenzia una rilevante attività anemologica dell'area, con velocità del vento compresa prevalentemente tra 4 e 12 m/s. I venti sono frequenti e violenti, con predominanza di Maestrale (NW), e Scirocco (SE), i quali raggiungono spesso velocità elevate superando anche i 25 m/s. I mesi più ventosi sono in genere quelli invernali.

Il vento più frequente è il Maestrale (NW), generalmente di lunga durata (a tratte continue di 3 giorni alla volta), il quale, occasionalmente, raggiunge velocità che superano i 120 km/h.

I venti di traversia sono lo Scirocco (SE) e il Mezzogiorno (S).

### *1.1.2.3 Precipitazioni*

Il clima è caratterizzato da precipitazioni scarse. L'andamento pluviometrico stagionale è contraddistinto da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale con una umidità relativa i cui valori più elevati si riscontrano in corrispondenza dei periodi maggiormente piovosi, fino a raggiungere percentuali del 71-72%<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Autorità Portuale di Cagliari, *Piano Regolatore Portuale 2009, Valutazione Ambientale e Strategica 21.01.2010*, pp 15-18

### 1.1.3 Lineamenti geologici e situazione stratigrafica

Il Porto Storico di Cagliari è collocato in un contesto composito, a cavallo fra l'Alto Strutturale di Cagliari e il sistema di paludi bonificate con colmate e canalizzazioni.

La dorsale collinare immediatamente a monte dell'area portuale e sulla quale sono ubicati i quartieri Marina e Castello, è costituita dalle formazioni di origine sedimentaria del Miocene medio e superiore. Il territorio cagliaritano che si affaccia sul Porto Storico è caratterizzato da un substrato roccioso obliterato e modificato dall'intensa urbanizzazione, legata soprattutto alla realizzazione di infrastrutture per la mobilità (ferroviaria, stradale e marittima, con la presenza di opere portuali e banchine impostate e costituite su consistenti spessori di materiale di riporto), che conferiscono all'area morfologie sub pianeggianti.

La linea di costa naturale è impostata in prevalenza su depositi litorali, distinti in depositi antichi e depositi attuali, entrambi risalenti all'Olocene. Le opere portuali, stradali o di difesa della costa (i cosiddetti "manufatti antropici") e i "materiali di riporto e aree bonificate", predominano lungo tutta la fascia che va da Su Siccu a Giorgino, la quale rappresenta la più antica area di colmata artificiale.

All'interno del Porto Storico, la linea di costa è completamente artificiale e priva di dinamiche morfologiche naturali, poiché protetta dagli agenti meteo marini grazie alla presenza dei moli foranei di levante e ponente.

L'area oggetto di studio, la cui quota sul livello del mare è di circa +2.8 [m], si presenta in una situazione sedimentaria continentale e/o alluvionale quaternaria litoranea, su un piano debolmente ondulato, caratterizzato da movimentazioni attuali e passate, colmata da depositi antropici di diversa natura quali manufatti e materiali di riporto che occupano aree di dimensioni notevoli.

Per i dettagli si rimanda alla Tav. 2, "Inquadramento territoriale e viabilità".

#### 1.1.4 Assetto idrico

All'interno dell'ambito portuale sono presenti tre canali: il canale San Bartolomeo, il canale Santa Gilla (a Ovest), che sfociano all'interno del porto di Cagliari, e il canale che sfocia nel bacino di evoluzione del Porto Industriale<sup>14</sup>.

Il canale di San Bartolomeo, a suo tempo realizzato come emissario dello stagno di Molentargius, è un canale lungo 1.5 [km] che si trova sul lato orientale del Porto Storico, nel Comune di Cagliari; esso si sviluppa dalla confluenza tra il canale di Terramaini e il canale di Palma fino allo sbocco a mare. Il canale Terramaini rappresenta la continuazione del *Rio Salius*; più precisamente, originato dalla confluenza tra *Riu Salius* e *Riu Francettu* nel Comune di Selargius.

##### 1.1.4.1 Rischio idrogeologico

La natura dell'urbanizzazione della città rende possibile la presenza di diverse tipologie di rischio idrogeologico, dalla più alta alla più bassa, secondo la zona presa in considerazione.<sup>15</sup>

#### 1.1.5 Rischio sismico

Per quanto concerne il rischio sismico il Comune di Cagliari risulta in zona sismica 4 (sismicità molto bassa)<sup>16</sup> ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003.

#### 1.1.6 Uso del suolo e potenziali sorgenti di contaminazione

La superficie del Porto Storico è prevalentemente impermeabilizzata, con la significativa eccezione dell'area ove sorge il Magazzino del Sale e dell'area immediatamente adiacente, in

<sup>14</sup>Relazione idrologica idraulica, Autorità Portuale di Cagliari, Settembre 2009

<sup>15</sup>Si vedano in dettaglio il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) 2016 [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_617\\_20160707134541.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_617_20160707134541.pdf), e <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai> URL consultati a Marzo 2020

<sup>16</sup><http://www.protezionecivile.gov.it/documents/20182/1272515/Mappa+classificazione+sismica+al+31+gennaio+2020+per+comuni/df142eb4-4446-42ce-b53b-a3abde5d7d48> . Allegato: Classificazione sismica per comune in formato pdf - Aggiornata al 31 gennaio 2020, URL consultato a Giugno 2020

corrispondenza della Pineta di Bonaria. Le aree impermeabilizzate, su cui le acque di dilavamento meteorico defluiscono recapitando direttamente a mare, sono occupate prevalentemente da attività a basso potenziale di contaminazione del suolo quali parcheggi, viabilità locale, zone di rispetto delle banchine, nonché da fabbricati di varia tipologia e uso. Sono tuttavia presenti alcune attività che rappresentano potenziali sorgenti di contaminazione del suolo, quali:

- cantieri navali posti alla radice del Molo Foraneo di Ponente;
- impianti di distribuzione di carburante<sup>17</sup>
- inceneritore dei rifiuti prodotti dalle navi e i residui del carico, ubicato sul Molo Sabauda.
- plausibile materiale di riempimento delle opere marittime non idoneo e antiche cisterne interrato, la cui presenza a oggi non è documentabile.

#### **1.1.7 Patrimonio paesaggistico**

Il Porto risulta potenzialmente connesso con i siti della rete Natura 2000 (Oasi di Molentargius) tramite il Canale S. Bartolomeo, si ritiene pertanto fondamentale tutelare in particolare l'ambiente acquatico dei canali scolmatori presenti. Conseguentemente, risulta necessario evitare eventuali impatti che si possono trasmettere attraverso questi vettori di potenziale collegamento. Risulta inoltre importante la scelta delle specie vegetali inserite nelle aree verdi: nonostante una contaminazione tra varietà inserite nelle aree verdi portuali e qualità presenti all'interno dei siti sia ritenuta improbabile, è tuttavia opportuna la scelta di specie autoctone per le aree verdi di progetto onde evitare che tipologie alloctone possano entrare in contatto con quelle presenti nel sito e contaminare gli habitat<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Particolarmente rilevanti nel nostro caso, in quanto le pompe dei due distributori di carburante per le imbarcazioni sono poste sul molo di ponente e sul pennello di S. Elmo, mentre le cisterne interrate sono poste lungo le rispettive banchine; presente inoltre un distributore di carburante per autoveicoli ubicato lungo la viale Salvatore Ferrara nelle vicinanze del ponte sul canale di S. Bartolomeo.

<sup>18</sup> P.R.P 2009, TITOLO III: SALVAGUARDIA AMBIENTALE PER I MACROAMBITI - ACCORGIMENTI E MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE.PARTE 1°: PORTO STORICO Art. 4 – Tutela della risorsa idrica e del suolo; Art. 5 – Tutela di fauna-flora e paesaggio.

### 1.1.8 Patrimonio storico, architettonico e archeologico

In base allo studio effettuato, il Porto Vecchio è area di massima e particolare attenzione per quanto riguarda il rischio di ritrovamenti archeologici. Di conseguenza, la movimentazione di materiali, e in particolare la realizzazione di scavi, qualora non correttamente compiuti nel rispetto delle indicazioni della Soprintendenza, potrebbe determinare il rischio di danneggiamento di eventuali reperti.

### 1.1.9 Toponimia

L'antico nome *Karali*<sup>19</sup> risalirebbe all'epoca pre-nuragica (VI millennio a.C. - fine III millennio a.C.); esso trova riscontri con diversi toponimi presenti nell'area mediterranea e significherebbe "località rocciosa".

In epoca fenicio-punica, Cagliari era chiamata *Krly*<sup>20</sup>. Le popolazioni fenicio-puniche frequentarono i porti di Cagliari e di altre zone della Sardegna sin dal VIII secolo a.C., o in periodo comunque antecedente alla fondazione di Roma.

Il nome latino era *Karalis/Caralis* o al plurale *Karales/Carales*. L'attuale toponimo Cagliari deriva dalla pronuncia in spagnolo di *Callari*. L'odierna denominazione locale del toponimo *Casteddu* verrebbe dall'identificazione della città con il quartiere fortificato di Castello, edificato durante la dominazione pisana<sup>21</sup>.

## 1.2 Le saline di Molentargius nella Storia di Cagliari

L'ex Magazzino del sale, altrimenti noto come Padiglione Nervi (Figura 1.2 - A), è situato sulla riva orientale del golfo di Cagliari, alla foce del canale di San Bartolomeo (noto in passato come "Canale della Palafitta"), tra il porticciolo di Su Siccu e il Capo Sant'Elia.

---

<sup>19</sup>Pittau 2001: 794-5

<sup>20</sup>Stiglitz 2007: 43

<sup>21</sup> AA.VV (2013). Repertorio plurilingue e variazione linguistica a Cagliari. p.59

Come il nome stesso suggerisce, si tratta di una struttura che in passato ebbe la funzione di deposito delle ex Saline di Stato di Molentargius.

Al fine di inquadrare correttamente la struttura presa in considerazione, si è ritenuto necessario descrivere il territorio su cui essa si erige dal punto di vista storico, geografico e funzionale.

L'importanza delle saline di Cagliari è ricordata attraverso la documentazione storica: reperti archeologici, diritti regali e feudali, immunità comunali raccontano la storia del territorio, della sua trasformazione e delle sue strutture.

A testimonianza del ruolo ricoperto dalla presenza delle saline nel territorio, proprio dal Capo Sant'Elia (Figura 1.2 - **B**) provengono i più antichi indizi di vita preistorica cagliaritano (Neolitico Antico, 6000-4000 a.C.)<sup>22</sup>.

Intorno al VII secolo a.C. i Fenici si insediarono nella zona della laguna di Santa Gilla (Figura 1.2 - **C**). Per quanto riguarda la ricostruzione della topografia della *Karalis* punica, si deve tener presente che lo sviluppo edilizio della città moderna, dal secondo dopoguerra sino ai nostri giorni, ne ha compromesso gravemente i resti archeologici.

La *Karalis* punica utilizzò lo stesso luogo dell'insediamento fenicio, ampliandolo e modificandolo in relazione alle esigenze socio-economiche. Già i Fenici, a partire dal X secolo a.C., poi i Cartaginesi, pensarono di sfruttare le acque delle lagune cagliaritano creando bacini artificiali con palizzate per favorire l'evaporazione del sale e raccogliere il prodotto depositato. Si suppone pertanto che il sale proveniente da questo territorio fosse oggetto di commercio già in epoca fenicio-punica; lo fu certamente dall'epoca romana in poi.

Il passaggio della Sardegna (nel 238 a.C.) dal predominio cartaginese a quello romano segnò grossi cambiamenti nell'assetto urbanistico di Cagliari. Sotto il dominio di Roma, Cagliari divenne una vera e propria città, con vie lastricate, rifornimenti idrici, passeggiate, piazze magazzini per il sale (l'incremento della produzione di questo minerale risale al periodo romano) e per il grano, nuove necropoli, e giunse al massimo sviluppo tra il II e il III secolo d.C. La città si sviluppò lungo la linea costiera, a discapito della penetrazione nell'entroterra.

---

<sup>22</sup><http://www.sardegnaicultura.it> URL consultato Febbraio 2020

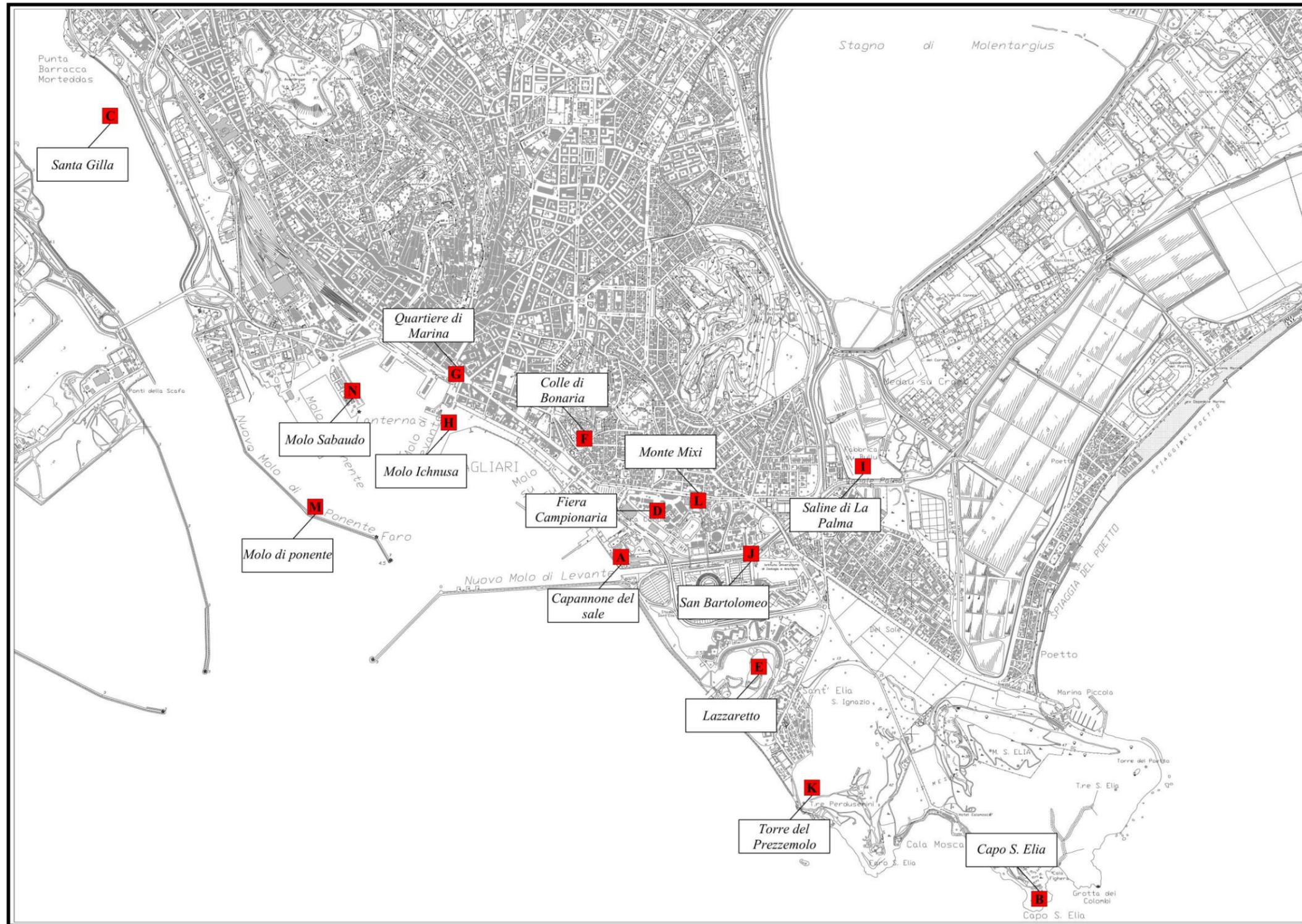


Figura 1.2 - Mappa tematica porto, saline e molo palafitta.

L'importanza ricoperta dalle saline nel territorio in quest'epoca è evidenziata dal ritrovamento di documenti epigrafici attestanti il lavoro nelle saline.<sup>23</sup>

Molti anni più tardi, verso il declinare dell'impero romano, tra il IV e il V secolo d.C., troviamo ricordati gli addetti alle saline, gli *immunes salinarum*, che in nome di Cristo fanno la consacrazione di un'area sepolcrale per i salinieri, in vicinanza della chiesa di S. Saturnino di Cagliari, (ora SS. Cosma e Damiano), località ricca di avanzi sepolcrali ed epigrafici della prima epoca cristiana.<sup>24</sup>

La caduta dell'impero romano d'occidente nel 476 d.C. lasciò la Sardegna in balia dei Vandali, che già dal 455 d.C. avevano iniziato la conquista dell'isola. Il commercio del sale conobbe di conseguenza una battuta d'arresto durata alcuni secoli.

Al dominio dei Vandali si sostituì, nel 534 d.C., quello dei Bizantini, che divisero il territorio sardo in distretti e separarono l'amministrazione civile da quella militare. Tra il IX e il X secolo d.C., al termine di un lento processo d'indipendenza dall'impero di Bisanzio, nacquero i Giudicati o regni di Calaris (Cagliari), Logudoro (o Torres), Gallura e Arborea.

Durante il periodo giudicale, Cagliari permise lo sfruttamento delle saline ai monaci Vittorini di Marsiglia.

Le testimonianze storiche riportano la presenza di un porto, che si suppone fosse ubicato ai piedi del colle di Bonaria, ove sorge attualmente la Fiera Campionaria (Figura 1.2 - **D**), denominato sin dal XI secolo *Portus Salis* il "Porto del Sale".<sup>25</sup>

Nel frattempo, Cagliari aveva subito secoli di incursioni saracene, contrastate dal principio dell'XI secolo con l'aiuto delle potenze navali di Pisa e Genova le quali, da questo momento, esercitarono una progressiva ingerenza sulla Sardegna.

---

<sup>23</sup> Una stele votiva trilingue, (punica, greca, romana) nota con il nome di "la stele di Pauli-Gerrei", conserva il ricordo di una dedica del liberto Cleone, servo dei salinieri, alla divinità guaritrice *Esculapio Merre*. Pennacchietti:2001 in Beccaria e Marellò 2001:302-15

<sup>24</sup> A. Taramelli (1925). "Le saline di Cagliari", in *Le Vie d'Italia*, Febbraio, consultato su <http://www.parcomolentargius.it/articolo.php?art=885> URL consultato Febbraio 2020

<sup>25</sup> Scano: 1934; rist. 1989

Nel XIII secolo, Pisani e Genovesi ambivano al possesso dell'isola prevalentemente per il monopolio del sale. Questo è testimoniato dal fatto che, dopo la conquista dell'isola, Pisa si riservò il distretto del Giudicato di Cagliari con le saline. Le saline più antiche erano situate a est, vicino al Lazzaretto (Figura 1.2 - E). Alla dominazione pisana è dovuta l'introduzione del sistema delle "comandate": l'obbligo agli abitanti dei paesi circostanti le saline (con eccezione degli abitanti di Cagliari) di fornire la forza lavoro per l'estrazione e il trasporto del sale, sotto pena di sanzioni pecuniarie e prigionia<sup>26</sup>.

Pochi decenni dopo, sopraggiunse una nuova dominazione. Questa volta furono gli Aragonesi che, nella loro guerra di conquista della Sardegna (1323-1326), assediaron Cagliari e edificarono strategicamente la loro roccaforte sul colle di Bonaria (Figura 1.2 - F), in modo da poter controllare il fiorente porto sottostante.

L'unione delle Corone di Spagna e Aragona sancì il passaggio del Regno di Sardegna sotto il dominio spagnolo. A quest'epoca risale l'introduzione del monopolio regio sul sale<sup>27</sup>.

Durante la dominazione spagnola, il sale arrivava al porto di Cagliari trasportato su carri a trazione animale lungo via San Bartolomeo (ove attualmente sorge viale Diaz). Onde evitare l'eccessiva sosta delle navi in attesa delle merci, nel quartiere della Marina (Figura 1.2 - G) sorsero alcuni magazzini in quella che all'epoca era chiamata "Via del Sale" e successivamente "Via Saline" (attualmente via Sardegna). In una mappa spagnola del Seicento troviamo segnalato accuratamente il porto del sale presso San Bartolomeo.

Il dominio ispanico-aragonese proseguì fino agli inizi del XVIII secolo, quando, a seguito del trattato di Utrecht (1713), si assistette allo smembramento dei territori europei dell'impero spagnolo. Il Regno di Sardegna fu assegnato prima all'Austria dal 1713, e successivamente,

---

<sup>26</sup>Per molti contadini la chiamata alle saline rappresentava un concreto rischio di compromissione dell'intera annata lavorativa nei campi poiché la raccolta del sale coincideva con la mietitura. Dopo aver raggiunto le saline a proprie spese, essi vi lavorano in cambio di soli sette soldi la salma, per tutta la durata della campagna, in condizioni lavorative estreme e con il rischio di contrarre malaria. I villaggi vicini alle saline dovevano mettere annualmente a disposizione, in proporzione ai loro abitanti, un certo numero di uomini e carri per l'estrazione e il trasporto del prodotto dalle saline ai porti d'imbarco. La rara possibilità di esenzione da tali obblighi comportava per i villaggi il versamento di un elevato contributo in denaro in rapporto agli uomini e ai carri esentati. Pertanto, l'esenzione era richiesta difficilmente. (Cadinu 2007)

<sup>27</sup><http://www.apmolentargius.it/le-saline-nella-storia/> URL consultato Febbraio 2020

come deciso al Trattato dell'Aia (1720), Cagliari passò con tutto il Regno sotto il dominio sabauda, in data 8 agosto 1720<sup>28</sup>.

Negli anni Trenta del Settecento, durante la dominazione sabauda, la richiesta di sale superò l'offerta quando il sale cagliaritano, esportato dalle navi svedesi, fu scoperto dai consumatori del Nord Europa come più adatto del sale spagnolo e portoghese per la salagione della piccola pesca. L'estensione delle comandate ad altri villaggi vicini a Cagliari fu tuttavia insufficiente a soddisfare la richiesta di sale. Così, nel 1767, furono inviati in Sardegna i forzati piemontesi per aumentare la forza lavoro, e furono costruiti alcuni magazzini per il loro ricovero notturno.

Per ridurre i costi di trasporto e deposito, nonché per rilanciare la produzione, Carlo Emanuele I di Savoia approvò un progetto di apertura di un canale il quale avrebbe permesso di trasportare il sale più rapidamente, direttamente dalle aie di raccolta ai mercantili, tramite i corsi d'acqua. Tale canale non fu però costruito nell'immediato e il sale continuò a giungere al porto su carri trainati da buoi per essere poi accumulato in un magazzino sito nell'attuale molo Ichnusa (Figura 1.2 - H).

Negli anni Venti dell'Ottocento, visto il grande introito derivante dal sale, si decise di imitare il modello francese e trasformare le saline cagliaritane in vera e propria industria del sale.

Fu Carlo Felice, nel 1831, a realizzare il progetto del suo predecessore, nell'ambito di un piano di grandi ristrutturazioni delle saline di La Palma (Figura 1.2 - I) e del Lazzaretto.

Per assicurare lo sbocco a mare e, sfruttando l'alta marea come via di immissione dell'acqua salata nel vicino stagno di Molentargius, fu aperto un canale, che prese il nome di San Bartolomeo (Figura 1.2 - J) dalla vicina colonia penale. In seguito, tale canale diverrà la parte terminale del canale di Terramaini, e funzionerà anche come via di deflusso delle acque piovane che si raccolgono naturalmente nello stagno, al fine di evitare la distruzione dei raccolti in caso di piogge eccezionali.

Sebbene il progetto originale prevedesse lo sbocco presso il Lazzaretto (Figura 1.2 - E), fu necessario spostare gli scavi in direzione di Bonaria (Figura 1.2 - F) a causa delle difficili condizioni di scavo, per la presenza di uno strato di roccia dura. Le sponde dell'ultimo tratto del canale furono rinforzate con una fila di pali di ginepro<sup>29</sup>, una palafitta, la quale proseguiva in

---

<sup>28</sup>Brigaglia, Mastino, Ortu 2006: 186

<sup>29</sup> Preferito per la sua resistenza alle azioni della salsedine, ma anche alle muffe ed agli insetti xilofagi, il ginepro era disponibile in tronchi della lunghezza di oltre sei metri ed ampiamente adoperato sia per usi strutturali (legni e capriate delle costruzioni civili) sia per lavorazioni e diverse, quali coperture di canali di scarico, costruzioni di scale e, nell'ambito delle saline, per la costruzione di palificate, sponde ed argini delle vasche. (Cadinu 2008:104)

mare per ottocento metri, in modo da assicurare la protezione del canale nel punto dello sbocco al mare e l'attracco delle imbarcazioni su cui era caricato il sale. Da quest'opera deriva il nome alternativo di “Canale della Palafitta” (Figura 1.2 - A) che troviamo spesso nella cartografia successiva. Questo canale, fatto realizzare dal cavalier Michele Delitala, rappresentò la principale via d'uscita del sale dalle Saline della Palma (Tav. 3).

Nel 1836 re Carlo Alberto abolì l'istituzione delle comandate, mentre i forzati continuarono a operare nelle saline fino al 1929.

La sempre maggior richiesta del prodotto rese necessaria la messa in opera di un piano di espansione e di razionalizzazione. Nei tempi più remoti il sale era trasportato all'interno di ceste portate in spalla, poi tramite carriole in legno a ruota piena spinte sopra gli argini. A partire dal 1902 le carriole furono sostituite dai carrelli dei trenini *decauville*<sup>30</sup>, che trasportavano il sale dalle vasche alle aie di accumulo. Successivamente esso era caricato su piccole imbarcazioni dette “maone”, trascinate lungo gli stretti canali, mediante una robusta corda, dall'uomo o da cavalli che procedevano lungo gli argini. Una parte dell'esportazione del sale si svolgeva sempre nel porto, dove il sale era caricato sulle grandi navi. Il resto era imbarcato su piccole navi in quella che all'epoca era la foce del canale, al riparo della palafitta.

La palafitta era tuttavia la principale causa dell'aria insalubre della zona, poiché generava il ristagno delle acque. A tal proposito, il Generale Della Marmora scrisse:

[...] ci sia ora lecito di fare una proposta, non già d'impianto, ma di distruzione di un'opera marittima fatta in circa 20 fa, e che è dannosa a parer nostro assai più che utile: vogliamo indicare una certa doppia palafitta fatta a guisa di canale [...]. Il mare che in quel luogo aveva già poco fondo viene ora dalla palafitta impedito di rinnovarsi, e diventa sempre più una vera laguna: le febbri che ogni anno crescono nell'estate e nell'autunno nella parte orientale di Cagliari e che erano prima ignote [...] sono a buon diritto assegnate alla vicinanza di quella specie di pozzanghera che realmente nella stagione calda manda ora un fetore intollerabile alla città. (Della Marmora, 1850 in: Cadinu 2007:107)<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> Ferrovia a scartamento ridotto su binari mobili e facilmente trasportabili e montabili, per il trasporto di materiali in miniere, cave, industrie. Etimologia: voce fr.; dal cognome dell'inventore, l'industriale francese Paul Decauville (1846-1922). <http://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=decauville> URL consultato Febbraio 2020

<sup>31</sup> Della Marmora (1850). *Quistioni marittime riguardanti l'isola di Sardegna*, Cagliari, Timon, 1850, Tavola III, p. 49 nota 1. In Cadinu 2007: 107

Per questo motivo nel 1868 fu progettata una diga rettilinea, che andava dalla darsena del porto di Cagliari fino alla Torre del Prezzemolo (Figura 1.2 - **K**), vicino al Lazzaretto. I lavori, eseguiti dai forzati della colonia penale di San Bartolomeo, iniziarono nel 1874, ma si fermarono per conflitti tra Stato e Comune; le mareggiate distrussero col tempo ciò che era stato realizzato. La bonifica della palude fu approvata solo nel 1923: il mare fu fermato lungo la linea prevista nel piano del 1868, la foce del canale di San Bartolomeo si spostò in corrispondenza dell'estremità della vecchia Palafitta (Figura 1.2 - **A**).

Il 29 aprile 1924 il re Vittorio Emanuele III prese parte alla cerimonia per la posa della prima pietra. I lavori iniziarono il 18 gennaio 1926; sotto la direzione dell'ingegner Lorenzo Leone,

[...] l'impegno fu diviso in due lotti. Il primo prevedeva una colmata complessiva di 60 ettari, dalla Darsena al canale delle Palafitte, mediante un argine di pietre di calcare davanti al quale sarebbe stata realizzata una scogliera artificiale frangiflutti di grossi blocchi della stessa natura. L'argine doveva essere appoggiato a un molo di lastre di granito squadrate e levigate. Dietro quest'argine sarebbe andata una colmata di materiale ottenuto scavando il fondale antistante con una potente draga. (Corti 1989: in Almanacco di Cagliari n.23)

In tale maniera si riuscì inoltre a realizzare un fondale sufficientemente profondo per la manovra delle navi (Figura 1.4).

La Planimetria del golfo di Cagliari del 1931<sup>32</sup> mostra come il primo lotto dei lavori sia stato concluso e che parte della diga del secondo lotto sia stata costruita (Tav. 3).

Fu costruita una linea ferroviaria decauville appositamente per il trasporto di pietre e grossi macigni dalla vicina cava di Monte Mixi (Figura 1.2 - **L**); i blocchi di cemento che costituivano l'ossatura della colmata arrivavano, invece, dalla stazione delle Ferrovie Complementari, all'epoca situata in prossimità del porto. Complessivamente furono depositati 1 300 000 [mc] di materiale fino a raggiungere la quota finale di 1,5 [m], la stessa delle banchine del porto (Figura 1.3).

[...] Tutto venne fatto a forza di braccia e con l'aiuto della decauville e dei vagoni ferroviari, [...] con piccoli pontoni-gru che prelevavano i blocchi di calcare dai carrelli ferroviari e li deponevano davanti alla diga. (Corti 1989: in Almanacco di Cagliari n.23)

---

<sup>32</sup> Principe 1998: 9

Il secondo lotto, che prevedeva la bonifica di ulteriori 100 ettari tra il canale di San Bartolomeo (Figura 1.2 - **J**) e la Torre del Prezzemolo (Figura 1.2 - **K**), fu terminato nel 1934. Con una spesa di 32 milioni, la città guadagnò

[...] una superficie tabulare di 160 ettari, costeggiante il mare, solcata da due canali per assicurare il ricambio delle acque delle saline dello Stato e di San Bartolomeo e delimitata da una diga lunga 3400 metri. (Corti 1989: in Almanacco di Cagliari n.23).

L'area bonificata corrisponde perciò al golfo un tempo esistente sul sito dove oggi sorge lo stadio di Sant'Elia, all'epoca in parte sede delle "Saline Vecchie" del Lazzaretto, in parte impraticabile a causa dei bassifondi, luogo naturale di sbocco dei canali dalle saline.

Inoltre, questi lavori spostarono la foce del canale di San Bartolomeo verso ovest di circa 800 [m], all'estremità dell'antica Palafitta, in presenza di un fondale marino più profondo, e protetta da due moli (Tav. 3).

Le operazioni di bonifica non erano tuttavia sufficienti. Al fine di consolidare l'area bonificata, negli anni Trenta furono incoraggiate le discariche di materiali inerti.

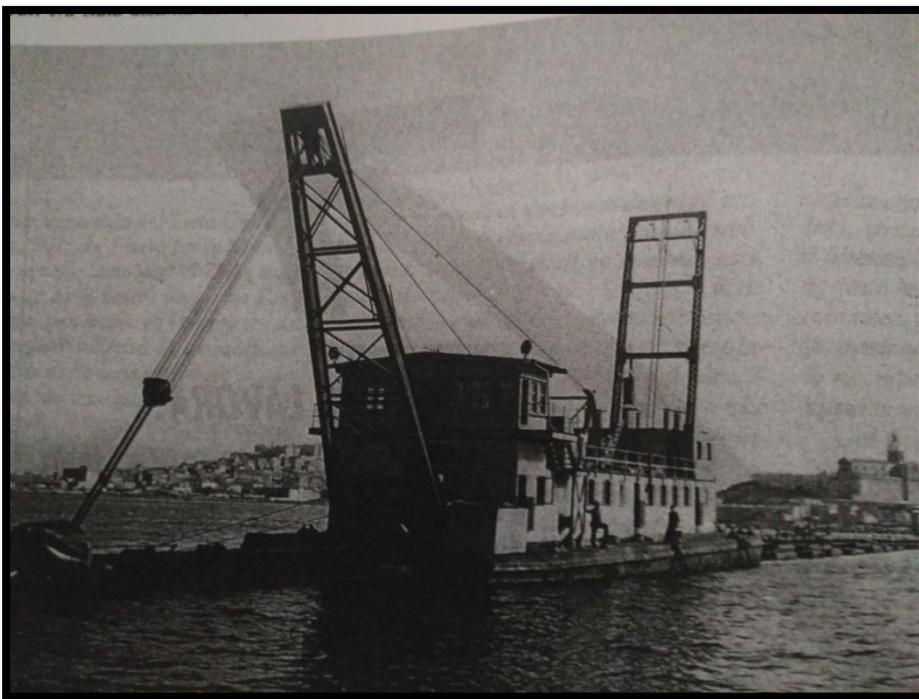
A completare il lavoro vennero più tardi le distruzioni subite dalla città durante la guerra: milioni di metri cubi di macerie furono infatti trasportati in quell'area, che gradualmente sarà occupata da strutture militari, alberghi, strutture sportive, dalla Fiera Campionaria e dal quartiere di Monte Mixi.

A partire dagli anni 50, i barconi erano trasportati lungo il canale principale da un sistema di trazione elettrico che affiancava il canale stesso. Essi giungevano a gruppi di sei alla Darsena del Sale (A), dove veniva caricato su piccole navi di stazza superiore alle 1000 tonnellate, mentre il carico su grossi piroscafi veniva sempre portato su barconi trainati da rimorchiatori fino al Molo di Ponente (Figura 1.2 - **M**).

Fino ad allora le partite di sale imbarcate nella Darsena del Sale erano portate dalle maone sotto bordo dei mercantili, che provvedevano a caricarla con mezzi propri. Invece, i barconi destinati a rifornire le navi più grandi, usciti dal canale di San Bartolomeo, erano trainati all'interno del porto di Cagliari dai rimorchiatori, per poi essere svuotati tramite le gru del Molo Sabauda (Figura 1.2 - **N**), le quali trasferivano il sale sulle navi attraccate o, in loro assenza, lo depositavano sulle banchine. A quel tempo non esistevano magazzini per il ricovero del sale.



**Figura 1.3 - Foto storica dei lavori di bonifica nella zona di “Su Siccu”. Sullo sfondo, la basilica di Bonaria. Sulla destra, la ferrovia decauville tramite cui i massi provenienti dalla vicina cava erano trasportati al porto<sup>33</sup>**



**Figura 1.4 - La draga utilizzata per asportare dal fondo del mare i materiali per effettuare la colmata<sup>34</sup>**

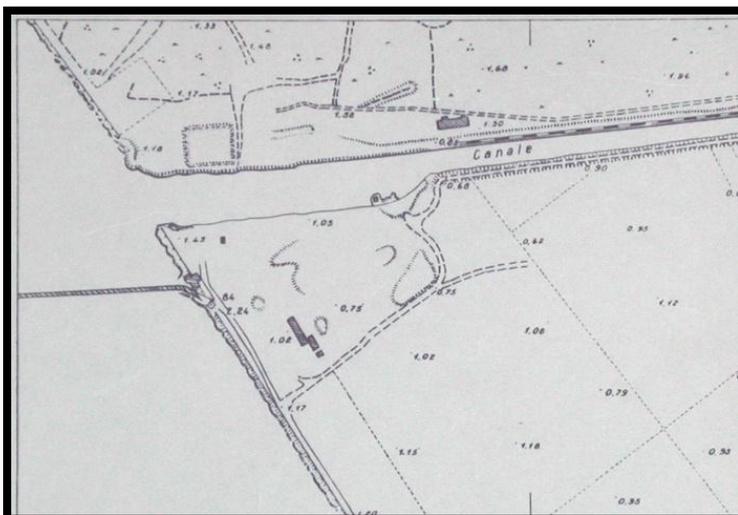
---

<sup>33</sup> Corti:1987: Almanacco di Cagliari n.23

<sup>34</sup> Corti:1987: Almanacco di Cagliari n.23



a) carta del 1885



b) carta del 1953



c) carta del 1962

Figura 1.5 - Evoluzione area costiera prima e dopo le operazioni di bonifica degli Anni '30

### 1.2.1 Il Magazzino del Sale

Nel dopoguerra, dopo le operazioni di manutenzione, la produzione del sale riprese in grandi quantità. Si pose pertanto il problema della razionalizzazione dei costi di trasporto e dello stoccaggio del sale affinché non restasse sulla banchina alla mercé di furti e di intemperie.

Fu così che, ritenendo che il terreno della Darsena del Sale (Figura 1.2 - A) fosse sufficientemente consolidato, si ebbe l'idea di progettare un magazzino di grandi dimensioni, dotato di tecnologie all'avanguardia, per accelerare il ciclo di ricovero, uscita e imbarco del sale.

Per rendere più razionale ed economico il caricamento sulle navi, nel 1950 la foce fu allargata e dragata fino a 13 metri (Tav. 3) per consentire l'ingresso dei mercantili, che da questo momento potevano anche superare le 1 000 - 1 500 tonnellate di stazza<sup>35</sup>.

Il Ministero delle Finanze commissionò la progettazione di uno scalo meccanizzato, dotato di gru, elevatori a tazze e nastri trasportatori, facente perno su un grande capannone con strutture nervate in cemento armato, dotato di una capienza fino a 14 000 tonnellate di minerale. La carta mostra un tracciato rettangolare in prossimità dello sbocco del canale, che rappresenta presumibilmente l'ingombro delle fondazioni del magazzino, sopra un'area completamente bonificata (Figura 1.5- b).

I lavori di costruzione del Magazzino del Sale iniziarono nel 1952 e durarono due anni. La struttura di fondazione fu costruita su pali tradizionali realizzati inizialmente solo sulla parte perimetrale del capannone.

Nel 1954 fu eseguita una prova di carico con 14 000 tonnellate di sale, ma il pavimento cedette. Si rese pertanto necessario lo svuotamento della costruzione e la palificazione dello spazio interno ai fini di aumentare la portata del pavimento<sup>36</sup>.

Questi lavori richiesero due anni e il padiglione entrò in funzione nel 1957. Le maone furono sostituite da leggere imbarcazioni di metallo, le quali, giunte alla darsena, erano sollevate da due gru e svuotate in una grande tramoggia, collegata a sua volta a un nastro trasportatore. Il sale era portato tramite un elevatore tazze situato nella torretta fino al vano superiore del capannone. Sempre tramite nastro trasportatore, il sale era scaricato dall'alto direttamente sul pavimento del

---

<sup>35</sup>Planimetria generale dell'area in località "la Palafitta" e sagoma del nuovo canale in previsione dell'allargamento dello stesso. Datata 1949/1950

<sup>36</sup>Almesberger, Geometrante, Meriani, Rizzo (2002). "Indagini Non Distruttive Per La Riquilificazione Del Capannone Nervi A Cagliari"; in *Atti Delle Giornate Aicap (2002) Bologna, 6-8 Giugno*. - pp 363-70

capannone. L'idea di proteggere il calcestruzzo dal contatto diretto col sale tramite tavolato di legno di rovere fu realizzata più tardi. All'interno del capannone, una gru semovente su rotaie parallele all'asse longitudinale, munita di pala raschiante, spingeva il sale nelle fessure aperte nel pavimento; quest'ultimo cadeva su un sistema di nastri trasportatori ed elevatori che lo trasferivano nelle stive della nave attraccata sul molo (Figura 1.6 e Figura 1.7) (Tav. 4).

I ritmi di produzione arrivarono così a circa 3 000 tonnellate al giorno e si ottenne una forte riduzione dei costi di trasporto.

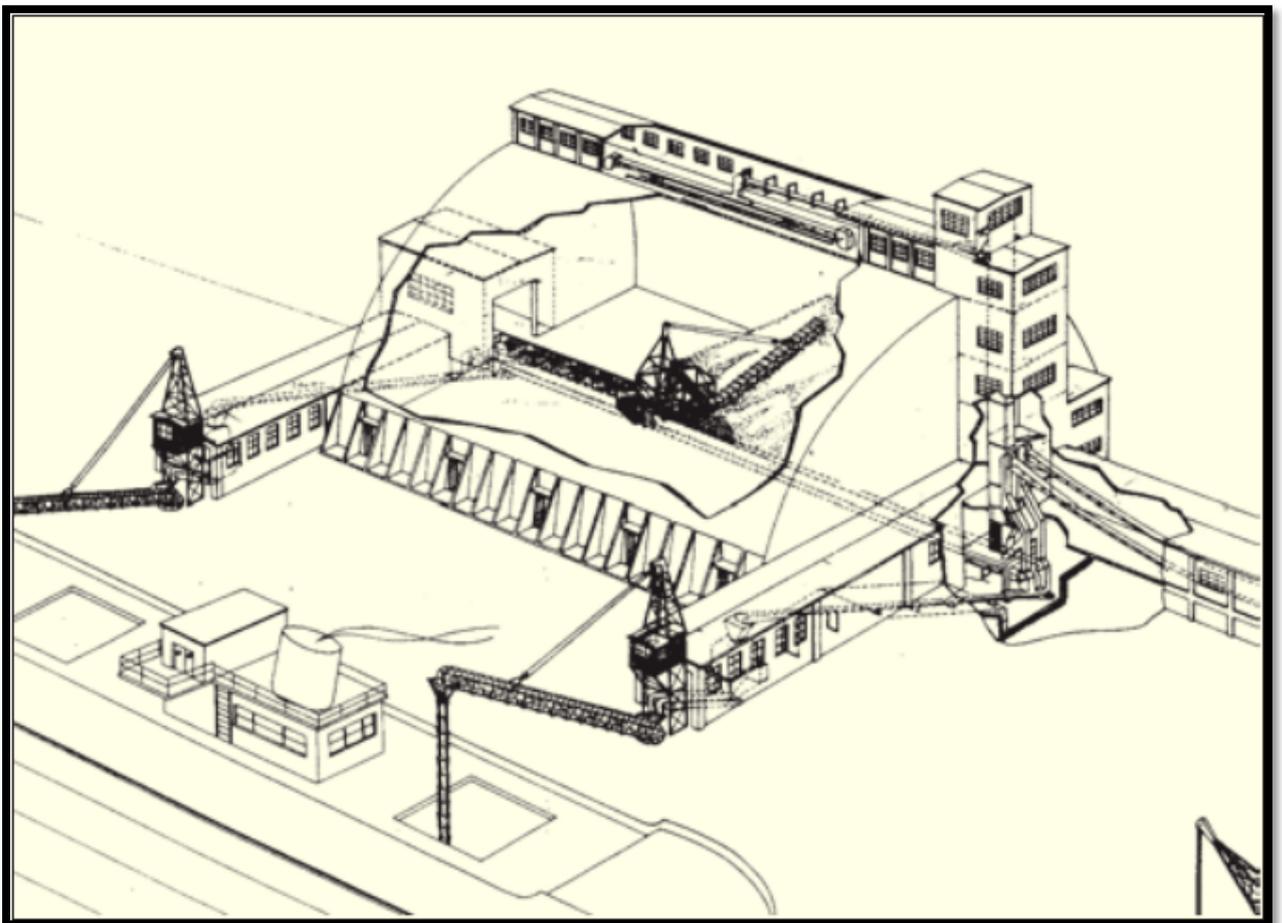


Figura 1.6 - Schema di funzionamento del magazzino del sale<sup>37</sup>

<sup>37</sup><http://www.cagliarincompiuta.it/padiglione-nervi-cagliari/> URL consultato Marzo 2020

a) Vista capannone, rampa e gru



b) La gru solleva l'imbarcazione carica di sale



c) Scaricamento sale nella tramoggia in c.a.



d) Vista rampa nastro trasportatore esterno



e) Nastro trasportatore superiore



f) Stivaggio del sale



**Figura 1.7 – Il processo di stoccaggio e caricamento del sale <sup>38</sup>**

<sup>38</sup> Tratto da Archivio Storico Luce - Notizie dalla Sardegna - La settimana Incom 01358 del 03/02/1956

Negli anni 60 il sale non arriva più al magazzino tramite imbarcazioni, bensì tramite un trenino *decauville* che correva su rotaia lungo il canale di San Bartolomeo e aveva come capolinea la Darsena del Sale. Negli anni 70, una nuova modifica mirata a velocizzare ulteriormente tempi di carico, esclude il capannone, i cui sistemi erano spesso in avaria. Si eliminarono le rotaie e le vecchie gru, si modificò l'edificio eliminando i vani di imbarco e si aprì una strada asfaltata di collegamento tra la Palma e la darsena per consentire il trasporto su gomma.

I camion svuotavano il sale in una tramoggia, mentre una gru su rotaia (definita nelle relazioni d'intervento "corpo mobile" - Figura 1.8), collegata a un nastro trasportatore esterno, trasferiva la merce nella stiva del mercantile. Decadde pertanto la necessità di accumulare il sale in deposito e il magazzino fu adibito ad altri utilizzi fino alla totale dismissione, avvenuta con la chiusura delle Saline di Molentargius.



**Figura 1.8 - Il corpo mobile**

Nell'inverno del 1985, infatti, si rese necessario sospendere il processo produttivo salino delle Saline di Molentargius, per motivi igienico sanitari<sup>39</sup>.

Il danno fu notevole poiché la produzione all'epoca era giunta a circa 1 500 000 quintali l'anno tra sale per uso alimentare e sale per uso industriale.

La produzione si spostò altrove, e il Magazzino del Sale fu definitivamente abbandonato all'incuria del tempo.

### 1.3 Indagine sulla paternità dell'opera

Il magazzino del sale appena descritto è noto a Cagliari come “padiglione Nervi”. Tuttavia, le tavole storiche del progetto (Figura 1.9 - *a, b, c, d, e*), in possesso dell'Autorità Portuale di Cagliari, non recano alcuna firma che possa confermare la paternità del noto ingegnere.

Negli anni sono state condotte diverse indagini, più o meno approfondite, da parte di laureandi, volontari e personale del parco delle Saline di Molentargius, docenti universitari, Autorità Portuale e Soprintendenza ai beni Culturali e Paesaggistici di Cagliari e Oristano.

L'indagine più approfondita è stata svolta nel 2004 proprio per conto di questi ultimi enti, nell'ambito dei rilievi e delle ricerche d'archivio svolti preliminarmente alla messa in sicurezza dell'edificio (avvenuta solo, come si vedrà, nel 2011).

L'Autorità Portuale, proprietaria del capannone a partire dal 1999<sup>40</sup> ha effettuato ricerche sul nome del progettista del magazzino presso il Genio Civile Opere Marittime e presso gli archivi all'urbanistica dei lavori pubblici del Comune, senza trovare tuttavia informazioni utili.

---

<sup>39</sup>Già a partire dal dopoguerra, a causa della notevole crescita demografica e il conseguente aumento del consumo di acqua potabile pro capite, iniziò l'afflusso incontrollato delle acque reflue al Bellarosa Minore, uno dei bacini salanti che compongono il sistema delle saline del Molentargius. I comuni circostanti le saline, infatti, erano a quell'epoca privi di reti fognarie e scaricavano direttamente nei vari canali che, dal hinterland cagliaritano, confluiscono nello stagno. La costruzione dell'argine centrale nel Bellarosa Minore, e l'indirizzamento del deflusso dei canali di Terramaini e Is Arenas, avvenuta nel 1961, per evitare la tracimazione delle acque dolci nelle vasche evaporanti del Molentargius, servì solo a rinviare il problema. Il progressivo aumento degli afflussi e la scarsa manutenzione dei canali di deflusso, culminarono con la tracimazione dei liquami del Bellarosa Minore nelle Saline di Stato, decretandone la chiusura (Massoli-Novelli, Mocchi-Demartis 1989).

<sup>40</sup>Legge 23 dicembre 2000, n. 388 in materia di “Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2001)” ha stabilito il trasferimento a titolo gratuito della struttura dai Monopoli di Stato all'Autorità Portuale di Cagliari (art 144). <http://www.camera.it/parlam/leggi/00388102.htm> URL consultato Febbraio 2020

A seguito della cessazione della gestione da parte dei Monopoli, l'Archivio delle Saline di Stato, un tempo situato nella palazzina della direzione delle saline della Palma e successivamente trasferito nell'officina ferroviaria delle saline, ha versato tutto il materiale all'Archivio di Stato di Cagliari. Tale materiale non è stato tuttavia mai inventariato e giace ormai da diversi anni dentro alcuni scatoloni accatastati nell'ala del Genio Civile dell'Archivio di Stato di Cagliari, inaccessibile in quanto in fase di ristrutturazione. Nell'elenco di consistenza è presente la zona della palafitta, ma non vi è nessuna menzione specifica né del magazzino del sale, né di Nervi. Il personale dell'archivio<sup>41</sup> ricorda inoltre di aver mostrato a diversi laureandi il materiale relativo alle saline (quando esso era ancora accessibile), i quali tuttavia non avevano trovato notizie utili. Effettivamente, tra le tesi di laurea visionate, aventi come oggetto di studio il padiglione del sale di Molentargius, la questione della paternità dell'opera è stata trattata in maniera molto superficiale quando non addirittura data per scontato.

Oltre le ricerche documentali e di archivio, la Soprintendenza ha intervistato diverse persone verosimilmente informate dei fatti in quanto impiegate presso le Saline di Stato durante il periodo di realizzazione e attività del magazzino.

Nello specifico, l'ing. Giuseppe Greco, direttore delle saline di Cagliari dal 1972 fino alla fine degli anni Ottanta, dichiara di aver sentito dire che la progettazione strutturale appartenesse a Nervi, ma di non aver mai visto nessun documento che lo attestasse. Poiché negli anni Cinquanta, e fino al 1972, non esisteva un decentramento dirigenziale, tutto risultava accentrato a Roma.

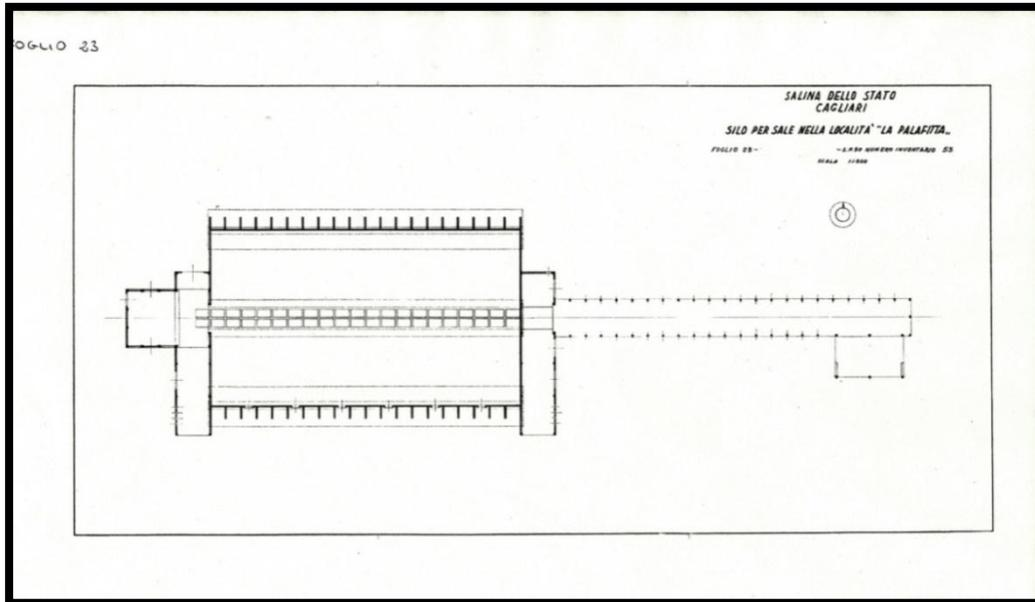
L'ing. Greco esclude categoricamente che la responsabilità della direzione dei lavori potesse essere dell'allora direttore delle saline, il quale, in quanto chimico, non avrebbe potuto occuparsene; ritiene pertanto che la direzione dei lavori e l'impresa fossero con ogni probabilità romani, e suggerisce una ricerca negli archivi amministrativi locali o centrali, per quanto consapevole della poca cura notoriamente riservata alla conservazione di questo tipo di documentazioni.

Anche la ricerca negli archivi degli uffici tecnici dei Monopoli di Stato, a Roma, si è rivelata infruttuosa. I materiali di tali archivi sono stati versati anni fa all'Archivio Centrale di Stato, all'EUR. Il funzionario responsabile per il materiale versato dai Monopoli, dott.ssa Ciccozzi, incaricata dalla Soprintendenza, ha indagato nel materiale inventariato. Risulta del tutto assente

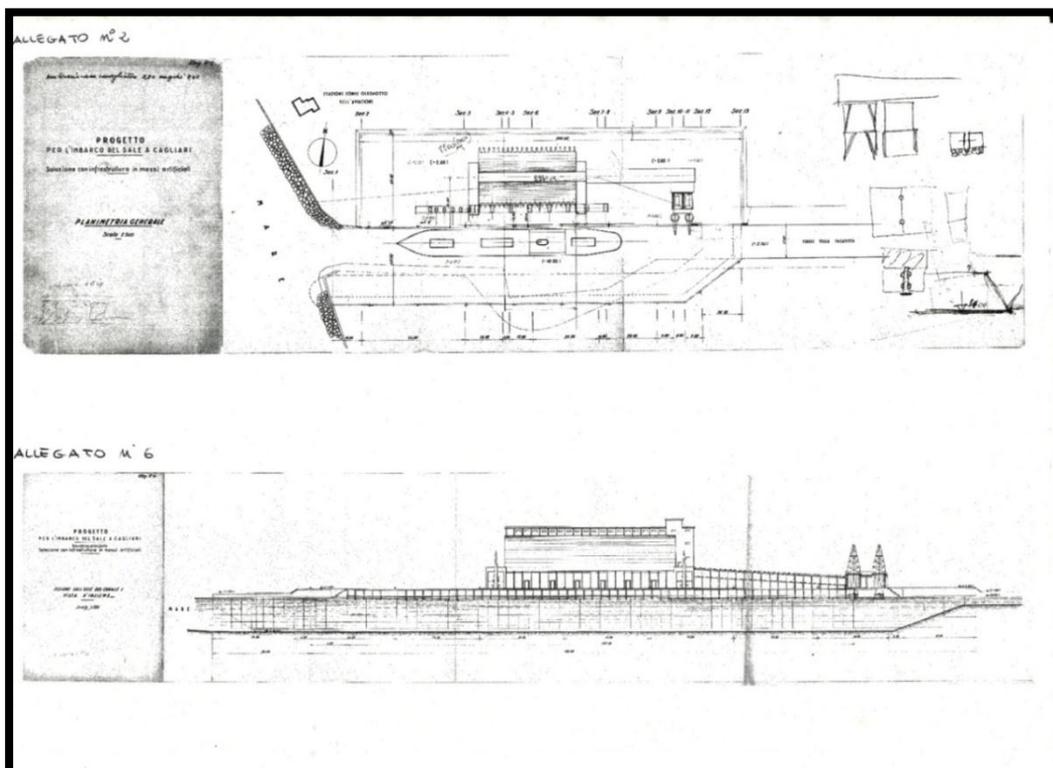
---

<sup>41</sup> "Esecuzione di attività di consulenza tecnica finalizzata alla ricerca d'archivio, rilievo e restituzione grafica e fotografica del magazzino "Sali scelti" in località "Su Siccu" a Cagliari". Materiale d'Archivio del Mibact Cagliari.

un faldone relativo a progetti per magazzini a Cagliari, mentre sono stati ritrovati fogli sparsi relativi allo stato di fatto delle saline e altre opere di pertinenza del Monopolio, prive tuttavia di notizie utili riguardo alla paternità del magazzino.

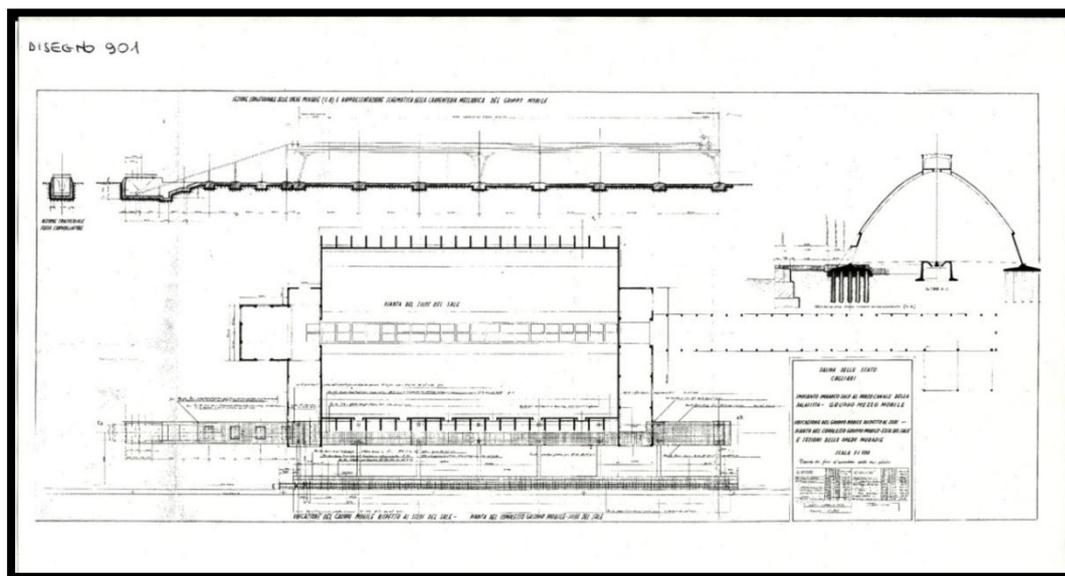


a) 1953



b) 1954





e) 1975

**Figura 1.9 - Foto della riproduzione delle tavole di progetto storiche**

Ha dichiarato inoltre l'esistenza di alcuni contenitori metallici contenenti lucidi, non ancora schedati in quanto estremamente rovinati e in necessità di restauro; ma ritiene improbabile la presenza di informazioni utili, e infine consigliato una ricerca negli archivi amministrativi.

Sono stati quindi consultati gli archivi dell'amministrazione dei Monopoli di Stato, a Palazzo Mastai, per cercare una delibera di incarico e uno stanziamento in favore delle prestazioni dell'impresa Nervi. La proprietà e i documenti relativi al capannone del sale di Cagliari sono stati consegnati nel 1999 alla locale Autorità Portuale e negli archivi amministrativi romani non c'è traccia di incarichi all'impresa Nervi per magazzini del sale a Cagliari. Gli interlocutori interpellati dalla Soprintendenza, la dott.ssa Daniela Linguido e l'arch. Antonini, evidenziano inoltre che se anche si trovasse traccia di uno stanziamento per Cagliari sarebbe probabilmente lapidario, senza dettagli del progettista né dell'impresa.

La Soprintendenza ha inoltre interpellato gli eredi Nervi, nelle persone di Vittorio e Pier Luigi jr., rispettivamente fratello e nipote del noto progettista.

Vittorio Nervi conferma la progettazione del capannone del sale Margherita di Savoia, ma non ricorda nessun lavoro per Cagliari. Suppone possibile che il fratello, all'epoca impegnato nella costruzione della Manifattura Tabacchi di Bologna, avesse rifiutato l'incarico per Cagliari ma concesso di far costruire da altri secondo un suo vecchio progetto, verosimilmente quello realizzato negli anni Trenta per le saline di Margherita di Savoia. Tuttavia si tratta solo di una

supposizione, non documentabile. Oltretutto, informato dei difetti di realizzazione del magazzino del sale di Cagliari, nega categoricamente un coinvolgimento diretto dell'impresa Nervi con la struttura in questione, in quanto il fratello non avrebbe mai ceduto a pressioni di carattere economico a discapito della qualità dell'esecuzione, costante irrinunciabile nel suo lavoro.

L'ipotesi che la progettazione della struttura possa essere attribuita a Nervi è condivisa anche dall'ing. Dario Almesberger, responsabile delle indagini strutturali condotte nel 2001 sul magazzino per conto di SER.CO.TEC srl<sup>42</sup>, e dall'ing. Antonio Michetti, assistente di Nervi nel periodo universitario a Roma. Poiché negli anni Cinquanta pochissimi erano in grado di pensare e progettare quel genere di strutture in calcestruzzo, è per loro verosimile che Nervi, ingegnere architetto allo stesso tempo, sia l'autore del progetto.

Dopo la chiusura dello studio, avvenuta nel 1979 a seguito della morte del suo illustre fondatore, gli archivi sono stati riorganizzati dal nipote Pierluigi jr e donati all'Università degli Studi di Parma. Questi archivi non contengono tuttavia documenti riguardanti il magazzino del sale di Cagliari, ma sono alcune tavole per i magazzini del sale a Margherita di Savoia (struttura molto simile a quella cagliaritano), Volterra e porto Marghera.

Il geom. Ernesto Vacca, unico tecnico delle saline al momento della realizzazione del magazzino del sale, ricorda che l'impresa costruttrice fu "Pietro Cidonio", ancor oggi specialista in costruzioni marittime. Riferisce che la ditta aveva vinto un appalto-concorso con venti partecipanti e, poiché non era certa di vincere, pare non avesse usato particolare cura nella progettazione. I lavori furono diretti dall'ing. Buonamici, il collaudo fu seguito dal ing. Perfetti e la prova di carico fu realizzata da una ditta olandese, tale ICOS. Tuttavia, quanto alla paternità del progetto, il geom. Vacca non ricorda le tavole né può confermare o smentire un eventuale ruolo di Nervi nella progettazione.

Da quanto ricostruito, non è pertanto possibile attribuire con la più assoluta certezza la paternità dell'opera da parte di Pierluigi Nervi, né al momento accedere a testimonianze scritte che possano confermare o confutare definitivamente tale ipotesi.

---

<sup>42</sup> vedi nota 26

## 2 Il rilievo dell'oggetto architettonico

### 2.1 Il capannone del sale

Il corpo principale del fabbricato (Corpo G - Figura 2.4), a pianta rettangolare di dimensioni 50,30x34,4 [m], è ubicato sul molo allo sbocco a mare del canale della Palafitta e presenta una struttura costruttiva costituita da 21 ampie strutture nervate (costoloni) in calcestruzzo armato che raggiungono 15,70 [m] nel punto di massima altezza.

Le volte del fabbricato sono realizzate sfruttando le possibilità strutturali dell'ossatura dei costoloni in cemento armato, su cui poggia un solaio di tipologia SAP (Senza Armatura Provvisoria), costituito da travetti in laterizio armato di 8 [cm] di spessore, assemblati a piè d'opera mediante infilaggio di barre di armatura e sigillate mediante malta, con massetto in calcestruzzo armato di 3 [cm] sull'estradosso. La copertura era originariamente rivestita da una guaina bituminosa.

Le pareti interne del capannone erano foderate da una contro parete, costruita con elementi semilavorati in legno<sup>1</sup>, fino a una altezza di circa quattro metri; tale parete aveva la funzione di isolare il più possibile le pareti in calcestruzzo dal contatto col sale (Figura 2.1).

Tale volume principale a sezione parabolica è sormontato da un parallelepipedo (Corpo D) la cui base misura 5x50,05 [m] e altezza 2,50 [m], il quale si estende per tutta la lunghezza del silos, fino a congiungersi alla torre di carico. Tale ambiente ospitava il nastro trasportatore per lo stoccaggio del prodotto negli scomparti interni (Figura 1.7 - e), ed è scandito da elementi verticali in calcestruzzo con aperture rettangolari.

Sul lato est si trova il blocco della torre delle scale (Corpo B) e dell'elevatore a tazze (Corpo C), realizzato anch'esso in cemento armato, secondo uno schema a telaio multipiano e corpo scala centrale. Esso presenta una pianta rettangolare la cui base misura 20,04x5,5 [m], e può essere suddiviso in tre blocchi con altezze diverse: le due zone laterali, la cui altezza è

---

<sup>1</sup>Il legname, costituito da elementi di rovere e presente prima dell'inizio dei lavori di restauro statico del capannone nel 2011, è stato smontato e accantonato in cantiere, in quanto impediva il restauro delle strutture in c. a. del capannone.

rispettivamente di 5,30 [m] e 10,30 [m], e la zona centrale (la torre di carico), con un'altezza massima di 20,20 [m] in nel suo punto più elevato.

La struttura, originariamente dotata di tamponature in mattoni semipieni, è irrigidita dalla presenza di elementi diagonali in cemento armato tra i nodi dei telai, che svolgono duplice funzione di controventamento e di ripartizione di una quota dei carichi provenienti dalle rampe scala. Gli orizzontamenti di copertura sono realizzati mediante solai in laterocemento con spessore di 20 [cm], mentre i piani intermedi sono stati realizzati a soletta piena in cemento armato da 12 [cm]. I vari livelli sono collegati tramite rampe e pianerottoli, realizzati anch'essi a soletta piena in cemento armato. Questo blocco è l'elemento di raccordo fra il capannone vero e proprio (G) e il corpo D, il quale conteneva i macchinari e il sistema di scorrimento della gru su rotaia dell'impianto di movimentazione del sale.

Sempre da questo lato dell'edificio si sviluppava una rampa coperta in calcestruzzo armato, la quale conteneva il nastro trasportatore (Corpo A), seguita dalle tramogge e dalla gru per il sollevamento del sale (Figura 1.7 - d).

Sul lato ovest del magazzino si trova il corpo officine (Corpo H), composto da alcuni vani di servizio aventi struttura portante in calcestruzzo armato e tamponature in laterizio e blocchetti di cemento.

Sul lato sud, lungo il canale di San Bartolomeo, sono ubicati la struttura metallica del gruppo mobile e l'elevatore per il carico del sale sulle navi tramite nastro trasportatore.

Sotto i tre corpi della struttura sono ancora presenti i resti del nastro trasportatore sotterraneo che attraversa longitudinalmente l'intero l'edificio. Tale parte dell'edificio (Corpo F) si presenta parzialmente sommersa a causa delle infiltrazioni di acqua marina proveniente dalla banchina adiacente<sup>2</sup> (Tavv.18-19), nonché invasa da detriti e rifiuti di vario genere; di conseguenza, si è potuto procedere solo a un parziale rilievo. Dal confronto delle immagini storiche e le fotografie recenti (Figura 2.3), si intuisce l'originaria presenza di due sistemi di carico sotterraneo, ubicati rispettivamente nei piani sotterranei dei corpi H e B.

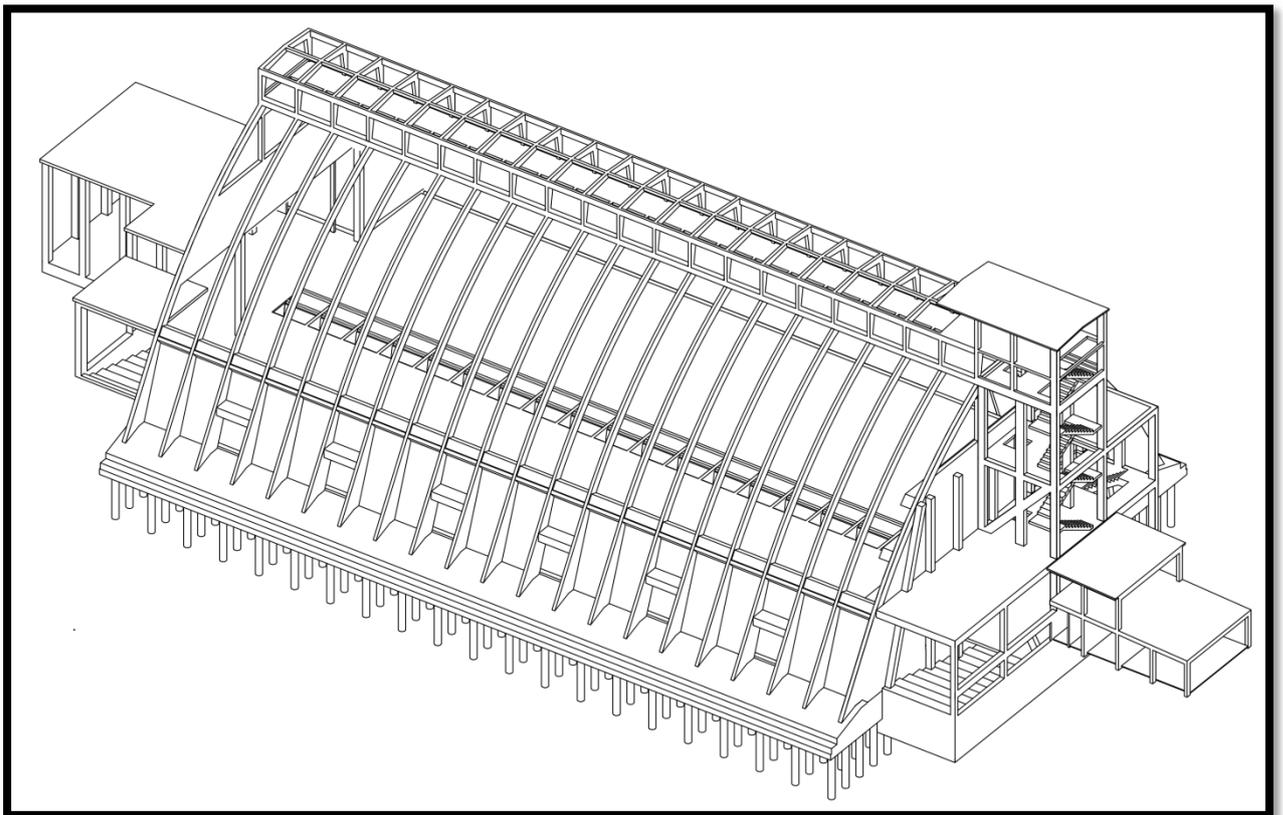
Come indicato precedentemente, l'edificio è posato su una struttura palificata resasi necessaria per la scarsa solidità del terreno su cui esso insiste (Figura 2.2). Tutta la struttura era originariamente intonacata e tinteggiata. (Per i dettagli si faccia riferimento alle Tavole 7-14).

---

<sup>2</sup> Tali infiltrazioni sono imputabili al fatto che questa parte del porto di Cagliari non sia mai stata impermeabilizzata (P.R.P 2009, p.88)



**Figura 2.1 - Contro parete in rovere<sup>3</sup>**



**Figura 2.2 - Ricostruzione parti strutturali**

---

<sup>3</sup>foto Relazione Storica - Primo Stralcio 2015, Mibact



*a) Nastro trasportatore sotterraneo in funzione, piano sotterraneo corpo C<sup>4</sup>*



*b) resti quadro elettrico sotto il corpo H*



*c) resti dei meccanismi di trasporto del sale, corpo H*



*d) resti del nastro trasportatore sotterraneo, tunnel sotterraneo corpo F*

**Figura 2.3 -Piano sotterraneo: resti dei meccanismi di trasporto e caricamento del sale.**

<sup>4</sup>Tratto da Archivio Storico Luce - Notizie dalla Sardegna - La settimana Incom 01358 del 03/02/1956

LEGENDA		
Sigla	Locale	Tratteggio
Ⓐ	Nastro trasportatore esterno	Orange
Ⓑ	Torre orientale	Light Orange
Ⓒ	Elevatore a tazze	Dark Orange
Ⓓ	Nastro trasportatore superiore	Light Green
Ⓔ	Aperture superiori	Red
Ⓕ	Nastro trasportatore inferiore	Pink
Ⓖ	Sala principale	Cyan
Ⓗ	Officina	Purple
Ⓘ	Aperture inferiori	Black

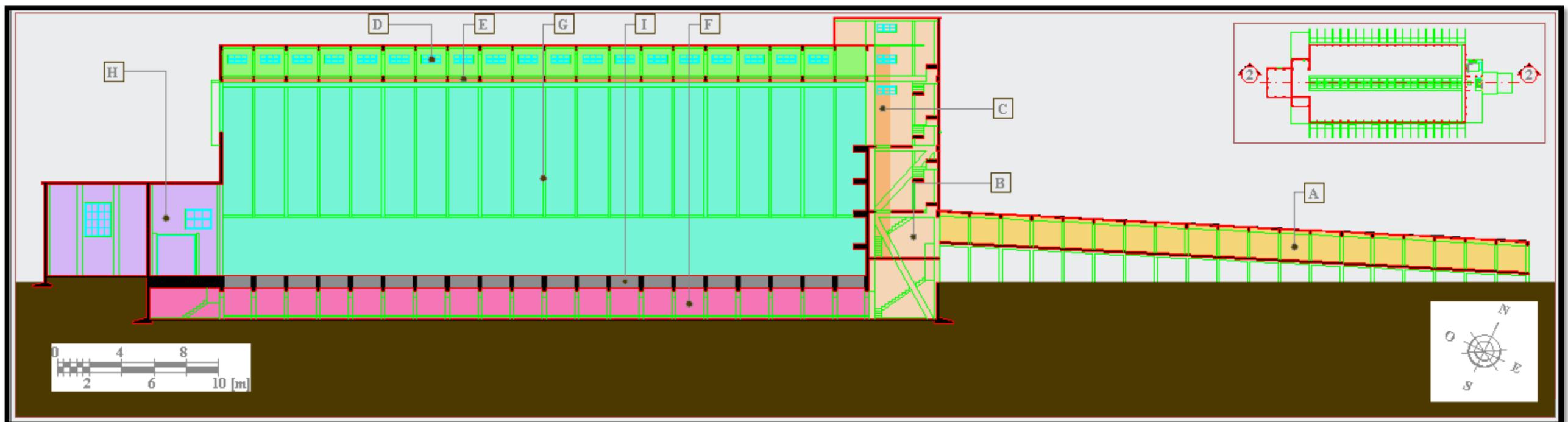


Figura 2.4 – Sezione longitudinale

## **2.2 Descrizione dello stato di fatto**

Nell'ottica di una descrizione puntuale delle condizioni dell'edificio, per quanto concerne la struttura portante, si è ritenuto opportuno descrivere il livello di degrado preesistente, oggetto dei recenti interventi di messa in sicurezza, secondo quanto riportato nelle relazioni tecniche di intervento messe a disposizione dall'Autorità Portuale di Cagliari e dalla Soprintendenza ai Beni Architettonici e Paesaggistici di Cagliari e Oristano. Va segnalato che si tratta di relazioni redatte preliminarmente all'esecuzione dei lavori, pertanto non tutti i lavori indicati sono stati realmente terminati. Le informazioni riportate in tali relazioni sono state perciò integrate con quanto rilevato durante il sopralluogo effettuato personalmente sulla struttura (Tav. 6).

### **2.2.1 Il lento processo di recupero**

Dopo la chiusura delle saline di Molentargius, il Magazzino del Sale e l'area circostante sono rimasti pressoché abbandonati e privi di qualsivoglia manutenzione per decenni.

A seguito della cessione della struttura da parte dei Monopoli di Stato all'Autorità Portuale<sup>1</sup>, quest'ultima ha disposto una perizia dell'edificio volta a conoscere lo stato di salute della struttura e pianificare la sua riqualificazione statica nell'ottica di una successiva destinazione a nuovo utilizzo.

La campagna di indagini conoscitive sullo stato di conservazione delle strutture portanti è stata affidata a una ditta specializzata del settore, la ditta SER.CO.TEC. S.r.l, la quale, nel mese di febbraio 2000, ha effettuato uno studio diagnostico utilizzando prevalentemente sistemi di indagine non distruttivi. I risultati ottenuti da questa campagna di indagine hanno permesso una caratterizzazione della qualità del calcestruzzo e dei ferri da armatura dei vari elementi strutturali.

---

<sup>1</sup> Ai sensi della Legge 5 agosto 1978, n. 457, titolo IV, art.27 (Norme generali per il recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente)

Tali indagini conoscitive, svoltesi tramite perizia sulle strutture portanti, hanno permesso di valutare, in relazione ai fenomeni di degrado e dissesto in atto, le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali (moduli di elasticità, resistenze caratteristiche probabili ecc.) e il livello di ammaloramento del cemento armato, sia nel calcestruzzo (corticale e in profondità), sia nei ferri di armatura (potenziali di corrosione).

### **2.2.2 Il progetto preliminare “Perizia Studi Indagini Tecniche del 02.02.2000”**

Prima dell'analisi sperimentale nelle varie zone caratteristiche (38 relative al capannone, 4 per la torre di carico e 2 per le fondazioni), SER.CO.TEC srl. ha provveduto all'esecuzione di un'analisi visiva generale per determinare l'ambiente aggressivo e quantificare di conseguenza il livello del danno secondo la normativa ISO 9690 (Figura 2.5).

In questo caso specifico, il calcestruzzo è stato soggetto a una azione combinata delle classi 4a e 5c, a causa dell'ambiente marino all'esterno e l'ambiente chimico altamente aggressivo all'interno (contatto diretto col sale).

Il controllo dello stato conservativo è stato eseguito con metodi di controllo non distruttivi, i quali hanno consentito di raccogliere i dati caratterizzanti i materiali impiegati e la morfologia delle strutture interessate.

La prima fase delle indagini, svolta in cantiere, è stata così articolata:

- valutazione strumentale del diametro dei ferri e del copriferro;
- rilievi endoscopici al fine di determinare lo stato di corrosione dei ferri di armatura;
- valutazione dello stato di corrosione delle armature con misure del potenziale elettrico;
- localizzazione fessure, vuoti e vespai con indagini ultrasoniche;
- indagini per la determinazione strumentale della resistenza del calcestruzzo
- determinazione della resistenza del calcestruzzo con sonda a penetrazione o prova *pull-out*;
- indagine morfologica e individuazione delle caratteristiche del terreno
- prova di carico statico a contrasto sulle solette della torretta.

La seconda fase delle indagini è invece avvenuta in laboratorio, dove si sono determinati, in relazione al calcestruzzo:

- resistenza meccanica
- profondità di carbonatazione
- contenuto di cloruri
- contenuto di solfati.

I risultati ottenuti dalla campagna d'indagine così eseguita, hanno permesso di caratterizzare in maniera precisa la qualità del calcestruzzo e dei ferri d'armatura nei vari elementi strutturali.

Si è ricorso all'uso integrato di diverse tecniche di indagine al fine di ridurre sensibilmente gli errori di valutazione tipici dei metodi di prova applicati singolarmente.

Classe di esposizione		Esempi di condizioni ambientali
<b>1 ambiente asciutto</b>		- interni di abitazioni o uffici
<b>2 ambiente umido</b>	<b>a senza gelo</b>	- interni di edifici con elevata umidità (per es. lavanderie) - componenti esterni - componenti in terreno e/o acqua non aggressivi
	<b>b con gelo</b>	- componenti esterni esposti al gelo - componenti in terreno e/o acqua non aggressivi ed esposti al gelo - componenti interni con elevata umidità ed esposti al gelo
<b>3 ambiente umido con gelo e agenti disgelanti</b>		- componenti esterni esposti al gelo e agenti disgelanti
<b>4 ambiente marino</b>	<b>a senza gelo</b>	- componenti completamente o parzialmente immersi nell'acquamarina o nella "splash zone" (zona di spruzzi) - componenti in aria satura di sale (zona costiera)
	<b>b con gelo</b>	- componenti completamente o parzialmente immersi nell'acqua marina o nella zona di spruzzi ed esposti al gelo - componenti in aria satura di sale ed esposti al gelo
<b>5 ambiente chimico aggressivo</b>	<b>a</b>	- ambiente chimico debolmente aggressivo (gassoso, liquido o solido) - atmosfera industriale aggressiva
	<b>b</b>	- ambiente chimico moderatamente aggressivo (gassoso, liquido o solido)
	<b>c</b>	- ambiente chimico altamente aggressivo (gassoso, liquido o solido)

Figura 2.5 - Classi di esposizione (ISO 9690)<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Almesberger, Geometrante, Meriani, Rizzo 2002: 364

### 2.2.3 I risultati dell'indagine

Nella struttura analizzata in questa tesi, il danneggiamento si è manifestato in maniera diversa a seconda delle aree considerate. Sono state individuate zone dove i fenomeni di degrado erano solo iniziali, caratterizzate cioè dalla comparsa di fessure con tracce di ruggine, e zone in cui invece il degrado era già in fase avanzata, caratterizzato da vistosi distacchi dei copriferro, da ferri d'armatura completamente scoperti e con elevato grado di corrosione<sup>3</sup>.

In precedenza erano già stati tentati degli interventi di ripristino; per esempio gli speroni e le lastre-pareti in cemento armato erano state protette superficialmente con una malta cementizia dello spessore di circa 5 [mm]. Tale protezione non ha però ottenuto i risultati sperati.

La diagnosi, finalizzata essenzialmente al controllo di qualità del calcestruzzo e alla determinazione dello stato delle armature degli elementi strutturali, è stata estesa per zone a diversi blocchi del corpo di fabbrica.

L'esame della qualità del calcestruzzo ha permesso di individuare possibili anomalie delle sezioni resistenti, come la presenza di fessure e nidi di ghiaia legati al degrado chimico nel tempo, nonché di determinare la resistenza meccanica nei diversi punti della struttura.

Considerando la classe di esposizione a cui la struttura è soggetta, si è resa indispensabile anche la verifica dello stato di corrosione.

#### 2.2.3.1 Esito verifica Torre di carico (Corpo B)

Dopo le indagini in loco e in laboratorio, nella struttura della torre di carico (corpo B) era evidente un avviato processo di corrosione, dovuto all'alta concentrazione di cloruri nel calcestruzzo carbonatato. Le prove di carico rilevarono la totale assenza di elasticità dei due solai. L'elevata corrosione dei ferri d'armatura nella soletta ha fatto mancare l'aderenza tra l'armatura e il calcestruzzo. La ditta consigliò pertanto di demolire le scale e i solai e conservare solamente la struttura esterna, con la possibilità realizzare all'interno una struttura di in acciaio indipendente. La combinazione di fattori come l'ambiente aggressivo e il cedimento delle fondazioni ha portato a un totale degrado della struttura della rampa antistante all'edificio,

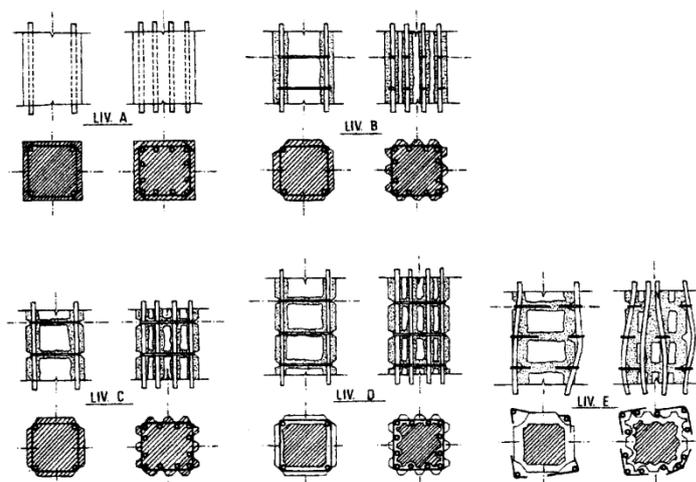
---

<sup>3</sup>La quantificazione dei danni provocati dalla corrosione delle armature è riportata in base alla classificazione proposta dal General task groupn.12 del CEB.

causando la messa a nudo, la deformazione e l'ossidazione dei ferri nei pilastri in calcestruzzo, pertanto la ditta ne consigliò la demolizione (Tav. 5).

### 2.2.3.2 Esito verifica corpo officine (Corpo H)

Il corpo H non presentava all'epoca (2001) gravi anomalie, di conseguenza, non furono previsti interventi invasivi.



- LIVELLO "A": Lesioni verticali lungo alcune armature principali e diminuzione di sezione dell'ordine dell'1%.

- LIVELLO "B": Espulsione del calcestruzzo copriferro esterno in alcune barre metalliche (in genere verso gli spigoli) e lesioni verticali lungo quasi tutte le rimanenti. Lesioni trasversali nel calcestruzzo anche in corrispondenza di alcune staffe. Diminuzione della sezione nelle armature dell'ordine del 5%.

- LIVELLO "C": Come sopra ma con maggiore estensione. Diminuzione di sezione delle barre metalliche dell'ordine del 10%. Le armature rimangono in contatto con il calcestruzzo dalla parte interna.

- LIVELLO "D": Come sopra ma con diminuzione di sezione dell'ordine del 25%. Alcune armature principali non sono più a contatto con il calcestruzzo.

- LIVELLO "E": Rottura di alcune staffe ed inflessione laterale irregolare delle barre metalliche longitudinali.

Questa classificazione può essere seguita anche per gli elementi di travatura e di solaio ma considerando che, per livelli di danno che superano il "C", le riduzioni sono di alcuni millimetri, si hanno come conseguenza inflessioni molto pronunciate.

Figura 2.6 - Classificazione proposta dal General Task Group n.12 del CEB<sup>4</sup>

<sup>4</sup> in Tubi 2012: 153

### 2.2.3.3 Esito verifica Magazzino del sale (Corpo D, G, F)

Per quanto concerne il capannone vero e proprio, è stato rilevato il cedimento delle fondazioni, localizzato nella parte iniziale del capannone. Con molta probabilità, si tratta di un assestamento definitivo del terreno di fondazione palificato. Tuttavia, la ditta ha consigliato di porre sotto controllo le fessure con un impianto di monitoraggio per accertare la natura statica o dinamica delle stesse.

Il danneggiamento si manifestava in modo diverso alle varie altezze dei 21 archi (costoloni) controventati, e si differenzia inoltre tra l'ambiente esterno (ambiente marino) e l'ambiente interno (deposito di sale) (Figura 2.7). Al contrario, la parte esterna al piano terra è risultata la più ammalorata per mancanza di un adeguato copriferro e per l'alta aggressività dell'ambiente marino; in essa è stato riscontrato un forte processo di propagazione della corrosione dei ferri d'armatura. La parte più sana della struttura dei costoloni si trovava a metà altezza del capannone. Il calcestruzzo si presentava nuovamente ammalorato in sommità, in prossimità della chiave dell'arco. I ferri erano corrotti (sebbene in entità inferiore rispetto al piano terra) poiché da qui il sale veniva distribuito all'interno del capannone, causando l'abrasione della superficie del calcestruzzo in chiave degli archi. I due costoloni che si trovano adiacenti alla zona del parziale crollo della copertura (Figura 2.8), a differenza dei restanti, si presentavano totalmente ammalorati.

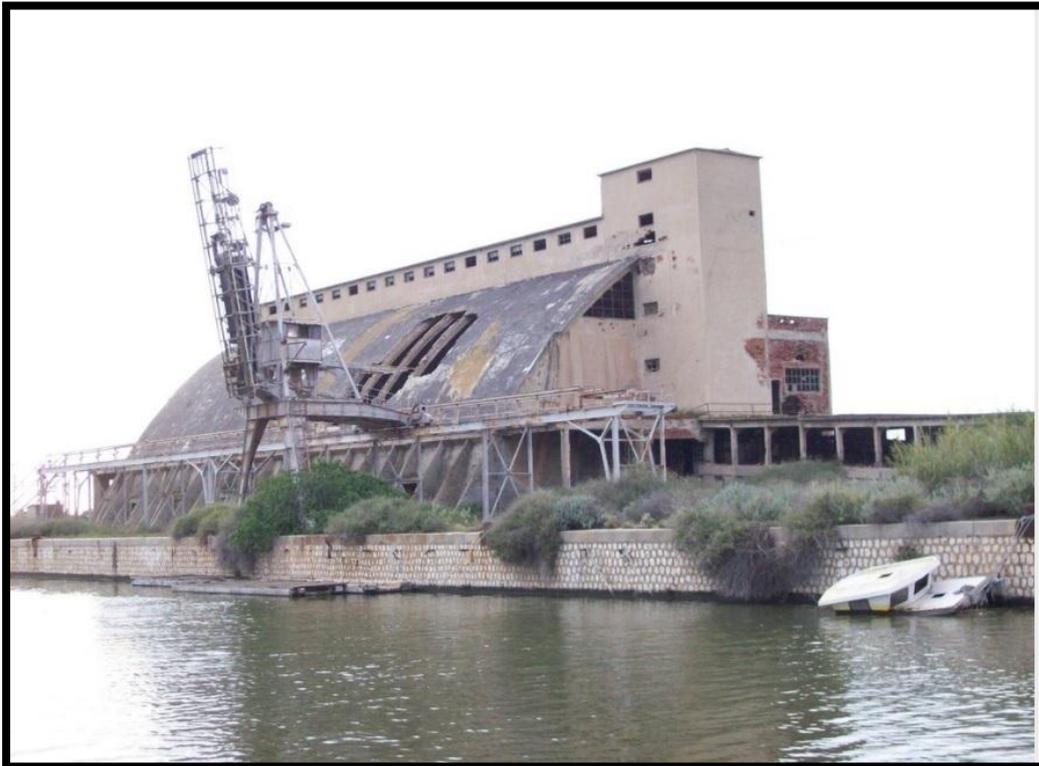
Dopo tutti gli anni di esposizione all'ambiente marino, gli speroni in cemento armato (contrafforti) e la lastra parete situati all'esterno sono risultati gli elementi strutturali maggiormente danneggiati. In questi elementi il calcestruzzo, oltre ad essere carbonatato, risultava anche impregnato di cloruri, penetrati in profondità.

Visto l'elevato livello di degrado della struttura, SER.CO.TEC ha raccomandato la demolizione e ricostruzione degli elementi impregnati in profondità dai cloruri, o, in alternativa, la loro salvaguardia con un impianto di protezione catodica, in quanto è l'unico metodo che, bloccando il processo di corrosione, permette di non eliminare il calcestruzzo che contiene cloruri, ma solamente quello meccanicamente ammalorato.

Per quanto concerne i costoloni, hanno ritenuto sufficienti interventi di conservazione per garantirne la vita utile, ad eccezione dei due costoloni a destra del foro sulla copertura, ove è stato ritenuto necessario un intervento di consolidamento, mediante placcaggio esterno con l'impiego di lastre in fibra di carbonio.

zona campione	classe di esposizione ENV 206	profondità di carbonatazione	contenuto di Cl in % sul cemento	potenziale di corrosione [mV]	livello danno per corrosione CEB
1	5C	30	10.71	580	D
2	5C	70	0.23*	550	D
3	5C	35		550	D
4	5C	45	0.35	716	D
5	4A	15	0.58	650	E
6	4A	35	1.21	510	E
7	4A	20	4.13	680	E
8	4A		5.04	540	E
9	4A		7.09	624	C
10	4A		10.22	532	C
11	5B	55	1.8	530	B
12	5B	40	7.56	442	B
13	4A			510	E
14	4A	35		540	E
15	4A		3.08	620	E
16	4A	25	2.66	580	E
17	4A	30	0.84	527	E
18	4A	50		444	E
19	4A	40		537	E
20	4A	15	3.22	720	E
21	5B		1.86	608	B
22A	5B		0.40	175	
22B	5A		0.22	172	B
23A	5B			500	
23B	5A	0		142	
24A	5B		1.80	513	B
24B	5A		0.20	420	
25A	5B		0.84	610	B
25B	5A		0.44	320	
26A	5B			964	D
26B	5A			878	D
27A	5B			950	D
27B	5A			942	D
28A	5B	20		490	B
28B	5A			320	
29	5A		4.02	620	B
30	5A		4.50	630	B
31	5A			650	B
32	5A			620	B
33	5A			688	B
F1	4A				
F2	4A	0	1.44	650	A

Figura 2.7 - Tabella rilievi degrado – Almesberger et al. (2002: 364)



a) vista esterna lato sud<sup>5</sup>



b) vista interna, lato sud a sinistra<sup>6</sup>

**Figura 2.8 - Parziale crollo copertura**

---

<sup>5</sup>[https://it.wikipedia.org/wiki/Padiglione\\_del\\_Sale#/media/File:Padiglione\\_Nervi\\_Cagliari.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Padiglione_del_Sale#/media/File:Padiglione_Nervi_Cagliari.jpg) (fotografia datata Aprile 2009) URL consultato Novembre 2019

<sup>6</sup>[www.flickr.com](http://www.flickr.com) (fotografia datata Marzo 2011) URL consultato Novembre 2019

La stessa tecnica di rinforzo è stata consigliata per il consolidamento delle travi fessurate.

La copertura, priva di funzione statica, era realizzata con una struttura latero-cemento che appoggia sui costoloni in cemento armato. In considerazione del cattivo stato di salute dei costoloni, è stato suggerito l'alleggerimento della struttura tramite la sostituzione della copertura in laterocemento con dei più leggeri pannelli traslucidi in policarbonato.

Sempre nell'ottica della salvaguardia della struttura portante del corpo G, è stata suggerita la demolizione della passerella coperta situata in chiave della volta (Corpo D), realizzata per il nastro trasportatore.

L'indagine preliminare ha concluso che una buona parte di elementi strutturali (speroni in cemento armato, lastra parete in cemento armato, pilastri in cemento armato) si trovavano nello stato di avviata propagazione della corrosione dei ferri d'armatura, dimostrato dal distacco del copriferro e l'essudazione del liquido di cloruro di ferro.

#### **2.2.4 L'intervento del 2011**

È necessario segnalare che, nel momento in cui i lavori sono iniziati (2011), ossia 10 anni dopo i rilievi e il primo progetto di restauro (2001), la situazione di degrado era aumentata in modo esponenziale, con crolli interni al capannone e il collasso pressoché totale della struttura portante del nastro trasportatore esterno.

Il primo intervento di restauro del Capannone ha avuto come obiettivo il consolidamento degli archi ogivali, il rifacimento integrale della copertura, il restauro del corpo contenente il nastro trasportatore superiore e il puntellamento del corpo scale, nonché la demolizione del nastro trasportatore esterno.

##### *2.2.4.1 Consolidamento degli archi ogivali*

Nella parte bassa, costituita da pareti e speroni in cemento armato, strutture di partenza per le nervature della copertura, si è provveduto alla rimozione in profondità degli strati di calcestruzzo interessati da un alto contenuto di cloruri, fenomeno dovuto al prolungato contatto con il sale sia all'esterno (atmosfera marina), che all'interno (stoccaggio e movimentazione del cloruro di sodio).

A causa dell'alto livello di ossidazione delle armature principali, sono state introdotte armature metalliche di rinforzo (piatti, angolari e reti elettrosaldate) (Tav. 14).

La completa eliminazione del calcestruzzo con contenuto di cloruri superiore ai limiti accettabili (0.3% del peso del cemento nel calcestruzzo, vedi Figura 2.7) avrebbe comportato la demolizione della quasi totalità delle strutture in esame; di conseguenza sono stati portati a termine solo dei trattamenti di recupero merceologico:

- per le armature, si è ricorso ad armature in acciaio speciale inox, del tipo AISI 316, in quanto resistente all'attacco dei cloruri in concentrazioni otto volte superiori rispetto a quelle che intaccano il normale acciaio al carbonio;
- per la ricostruzione della sezione originaria, al fine di proteggere i ferri di armatura in profondità, è stato utilizzato un placcaggio con betoncino speciale fibrorinforzato, seguito dal trattamento superficiale a base di inibitori di corrosione migratori, a cui si è aggiunto un trattamento protettivo finale esterno a base di resine acriliche perché fosse al riparo da agenti atmosferici aggressivi quali ioni di cloro, i solfati ecc.

#### *2.2.4.2 Il rifacimento della copertura*

Contrariamente a quanto consigliato nella relazione sulle indagini preliminari, il rifacimento della copertura è avvenuto con il restauro strutturale mediante trattamento e recupero merceologico del beton.

#### *2.2.4.3 Corpo del nastro trasportatore superiore (D), corpo scale (B) e rampa del nastro trasportatore esterno (A)*

Per alleggerire le strutture sono stati demoliti gli elementi di tamponamento del corpo scale e della struttura del nastro trasportatore superiore; inoltre, la struttura è stata puntellata in attesa di un intervento di recupero funzionale.

Sono stati demoliti anche parte della rampa del nastro trasportatore esterno, completamente in collasso e ormai irrecoverabile, e le tramogge in cemento armato limitrofe alla banchina.

Sono tutt'ora visibili i resti deteriorati delle parti metalliche che costituivano i supporti dei nastri trasportatori.

## **2.3 Lo stato attuale**

Dopo l'intervento del 2011, nonostante l'approvazione dei nuovi progetti per il completamento del consolidamento della struttura e della banchina, la struttura versa nuovamente nello stato di più completo abbandono.

La recinzione dell'area è aperta in più punti, di conseguenza la struttura è stata (ed è tuttora) esposta ad atti vandalici. Parte dell'intonaco esterno del capannone e dei corpi adiacenti si presenta ricoperto da graffiti e le recenti tamponature in blocchi in calcestruzzo, poste a protezione dell'ingresso esterno al piano sotterraneo del corpo H, sono state parzialmente abbattute. La presenza di una macchia di fumo sulla parete interna a ovest del corpo G fa ipotizzare l'accensione di fuochi da parte degli individui senza fissa dimora che hanno trovato riparo nella struttura abbandonata.

La descrizione dettagliata delle manifestazioni di degrado rilevate sull'edificio, in funzione del materiale soggetto alla patologia, e le soluzioni proposte, sono state affrontate nelle schedature in Appendice 2.

Nei prossimi paragrafi ci si soffermerà in maniera più approfondita sui fenomeni di degrado di tipo fisico, chimico e meccanico evidenti nelle strutture in calcestruzzo armato che non sono ancora state oggetto di recupero (Tav. 16-17).

### **2.3.1 La torre di carico (Corpo B)**

Nella torre di carico risultano immediatamente riconoscibili i segni di degrado strutturale caratteristici dell'ammaloramento superficiale del calcestruzzo faccia a vista, in modo particolarmente evidente sulle strutture perimetrali, esposte all'esterno (travi e pilastri perimetrali in calcestruzzo armato), con fessurazioni diffuse, disgregazione superficiale, distacco di copriferro e corrosione dei ferri di armatura. Specialmente gli elementi strutturali localizzati nel corpo basso adiacente al canale presentano uno stato di degrado molto avanzato, a causa della loro esposizione particolarmente sfavorevole alle aggressioni fisico-chimiche ambientali. Il corpo della torre risulta profondamente danneggiato dal punto di vista materico e soprattutto strutturale, con lesioni diffuse negli elementi principali, e collasso per taglio di alcune travate e pilastri con scarsa possibilità di recupero. Soprattutto nella parte bassa del manufatto, le armature

esistenti manifestano un alto livello di ossidazione, sino a essere totalmente assenti. I solai in laterocemento presentano ampie porzioni danneggiate. Inoltre, i tamponamenti sono in parte crollati o, laddove ancora presenti, diffusamente fessurati, principalmente per effetto del cedimento degli elementi di fondazione e il collasso degli elementi portanti (Figura 2.9). Lo stato di avanzamento del degrado della torre è talmente elevato che, in occasione dei lavori di messa in sicurezza del corpo principale del capannone, si è ritenuto necessario rimuovere parte dei tamponamenti e puntellare le strutture principali.

Il processo responsabile del complessivo deterioramento chimico-fisico è alla base di quello strutturale e coinvolge sia le armature, sia la matrice cementizia. Le principali cause di tali fenomeni di degrado sono da ricondursi a:

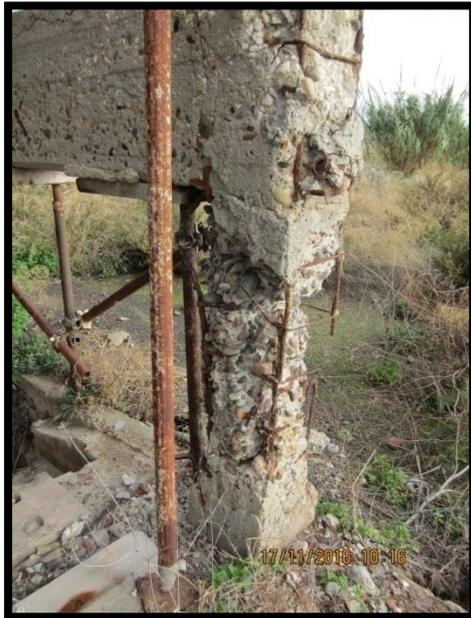
- normale e fisiologico ammaloramento del calcestruzzo armato legato alla carbonatazione
- reazione dei cloruri (in modo particolare il cloruro di sodio NaCl) con i componenti della pasta cementizia e l'acciaio<sup>7</sup>
- attacchi solfitici, tipici in presenza di acqua di mare, oppure di atmosfere industriali ricche di vapore acqueo e anidridi solforiche o solforose.

### **2.3.2 Il corpo officine (corpo H)**

Il corpo H presenta un livello di degrado notevolmente inferiore rispetto alla torre di carico; questo anche in ragione della sua originaria funzione di sala macchine e conseguente minor esposizione al contatto con il sale stoccato nel capannone. Esso non è tuttavia esente dai problemi strutturali causati dal cedimento delle fondazioni dovute verosimilmente alle infiltrazioni d'acqua provenienti dal canale adiacente, le quali riguardano l'intero piano sotterraneo (Figura 2.3) (Tav. 18). Si rileva in particolare l'ammaloramento superficiale del calcestruzzo faccia a vista che si mostra nel distacco del copriferro del solaio e nell'esposizione dei ferri di armatura dei pilastri perimetrali. I danni più rilevanti riguardano

---

<sup>7</sup>Tali cloruri provengono sia dall'acqua di mare prossima alla struttura, sia direttamente dal sale depositato per anni nel capannone. In presenza di inerti reattivi il cloruro di sodio può innescare una reazione AAR (reazione alcali-aggregato); se gli inerti non sono reattivi si ha comunque una lenta penetrazione nel calcestruzzo con conseguente innesco della corrosione delle armature.



*a) distacco di copriferro e corrosione dei ferri di armatura (foto sinistra)*



*b) cedimento solai, corrosione ferri armatura corpo scale (foto destra)*



*c) travatura -collasso per taglio*

**Figura 2.9 - Degrado torre di carico e corpo scale - particolari**



*a) fessurazione ed esposizione ferri d'armatura*



*b) mancanza, fessurazione - interno*



*c) esposizione ferri - solaio*

**Figura 2.10 - Degrado corpo officine - particolare**

tuttavia il laterizio, con ampie fessurazioni e mancanze lato ovest e sud della struttura, in particolar modo nei punti in cui sono presenti fronti di risalita (Figura 2.10).

### **2.3.3 Il capannone (corpo G)**

A seguito degli interventi di recupero statico dell'edificio, l'analisi visiva della struttura non evidenzia particolari problematiche nelle strutture portanti dell'edificio. Tuttavia, la fessurazione nella tamponatura in laterizio che separa il corpo G dal corpo B, nonché i numerosi fronti di risalita, evidenti soprattutto all'interno della struttura, rimarcano la necessità di un intervento di consolidamento delle fondazioni e l'impermeabilizzazione della banchina, al fine di rimuovere definitivamente le infiltrazioni, causa principale di tale cedimento.

### **2.3.4 La banchina**

La parete verticale esterna della banchina presenta un quadro fessurativo costituito da lesioni verticali che si aprono in corrispondenza dell'inserimento nella muratura di grossi elementi in ferro piatto che avevano funzione di trattenere i parabordi posizionati lungo tutta la banchina a intervalli regolari; tali lesioni evidenziano discontinuità del paramento esterno in conci irregolari di calcare. Questo fenomeno di dissesto, insorto a causa della prolungata azione di spinta, originata dalle imbarcazioni ferme sotto carico lungo la banchina, congiunta all'azione di cuneo che il ferro con la sua ossidazione ha operato sul paramento, è accentuato nel tratto di banchina curva che si trova allo sbocco del canale di San Bartolomeo. In questo tratto, si nota il resto di un parabordo appeso a una catena in ferro (Figura 2.12), a sua volta fissata al residuo di un ritegno, fissato al paramento della banchina. Qui si diparte una grossa lesione che ha condotto al distacco della parte inferiore di un grosso tratto di paramento, oltre che al dissesto della parte sulla sommità della banchina, coronata da blocchi di granito. In passato era stato effettuato un intervento di ripristino e ricucitura, attuata con un getto di calcestruzzo, per la presenza di tale dissesto. Oltre a questi fenomeni di degrado superficiale è evidente la rotazione del corpo murario verso il canale, dovuto a sovraccarichi, in corrispondenza dei cedimenti della banchina.

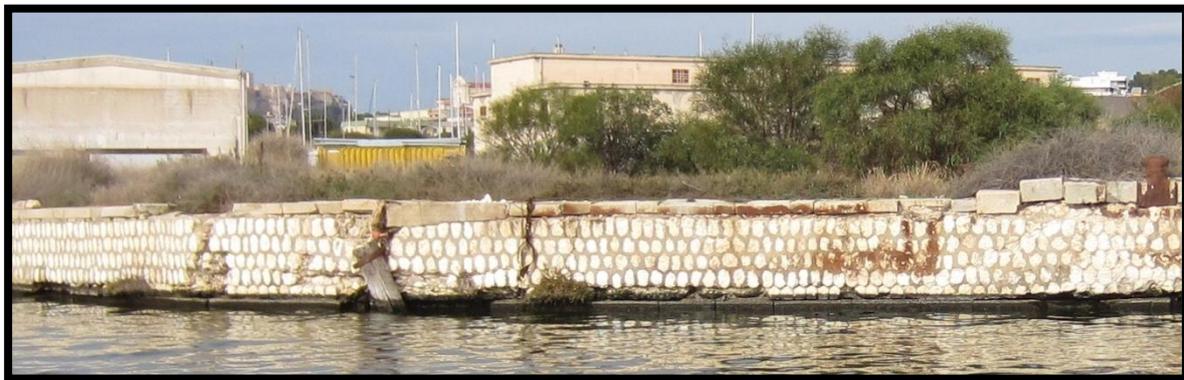


*a) Corpo G, macchie di fumo sulla parete ovest e fronte di risalita sulla parete sud*



*b) Corpo G, fronte di risalita sulle pareti est e ovest*

**Figura 2.11 - Degrado ex magazzino del sale - particolari**



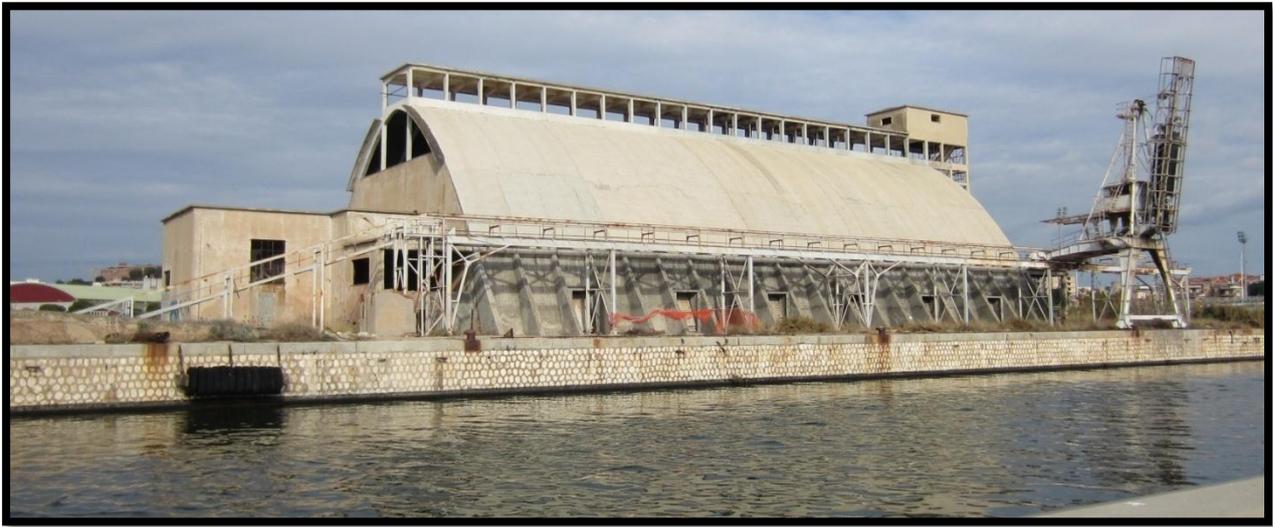
**Figura 2.12 - Degrado banchina - particolari**



*a.vista sud-ovest*



*b. vista nord-ovest*



*c.vista sud*



*d.vista sud-est*



*e. vista nord-ovest*

**Figura 2.13 - Viste Magazzino del Sale**

## 3 Il progetto

### 3.1 L'idea

Nella decisione di trasformare l'ex capannone del Sale in un Polo museale dedicato contemporaneamente al ciclo di produzione del sale delle ex-saline di Molentargius e all'oasi naturalistica ivi presente, sono stati presi in considerazione diversi fattori.

Innanzitutto, i già citati limiti imposti dal P.R.P e, conseguentemente, dal PUC<sup>8</sup>. Si è scelto di non ospitare attività che potessero turbare il delicato ecosistema delle Saline, eliminando pertanto attività ludico-sportive o di cantieristica navale – peraltro già presenti sul territorio (Tav. 1-2).

Poiché l'oasi faunistica coincide, in gran parte, con gli spazi una volta adibiti al ciclo di produzione del sale (l'itinerario comprende cumuli di sale, macchinari utilizzati per l'accumulo e il trasporto e diversi edifici adibiti alle varie funzioni di quello che è stato un vero e proprio villaggio), è impensabile concepire i due percorsi come qualcosa di separato. L'ex Padiglione del sale è la struttura ideale, per ubicazione (idealmente è la porta di accesso al parco, così come per decenni è stato la principale via di uscita delle merci provenienti dalle saline), per importanza storica e per dimensioni, per accogliere entrambi i percorsi museali.

Il valore intrinseco della struttura ha determinato la scelta di conservarne il più possibile i volumi originali, in modo da poter esser percepita non solo come struttura che ospita il museo, ma come monumento di per sé.

Come osservabile nelle tavole di progetto (Tavv. 19-22) la struttura è stata suddivisa in 3 blocchi<sup>9</sup>.

La torre orientale (edificio B) è stata affiancata da una struttura su 2 piani, adibita a ingresso al museo, ricadente in parte sullo spazio originariamente occupato dal nastro trasportatore esterno, e dedicata ai servizi per l'utenza: biglietteria, bar, servizi igienici, attività commerciali (libri, souvenir, media), sicurezza, archivio e sala conferenze.

---

<sup>8</sup>Appendice 1 - PUC Cagliari 2010 - Estratti rilevanti

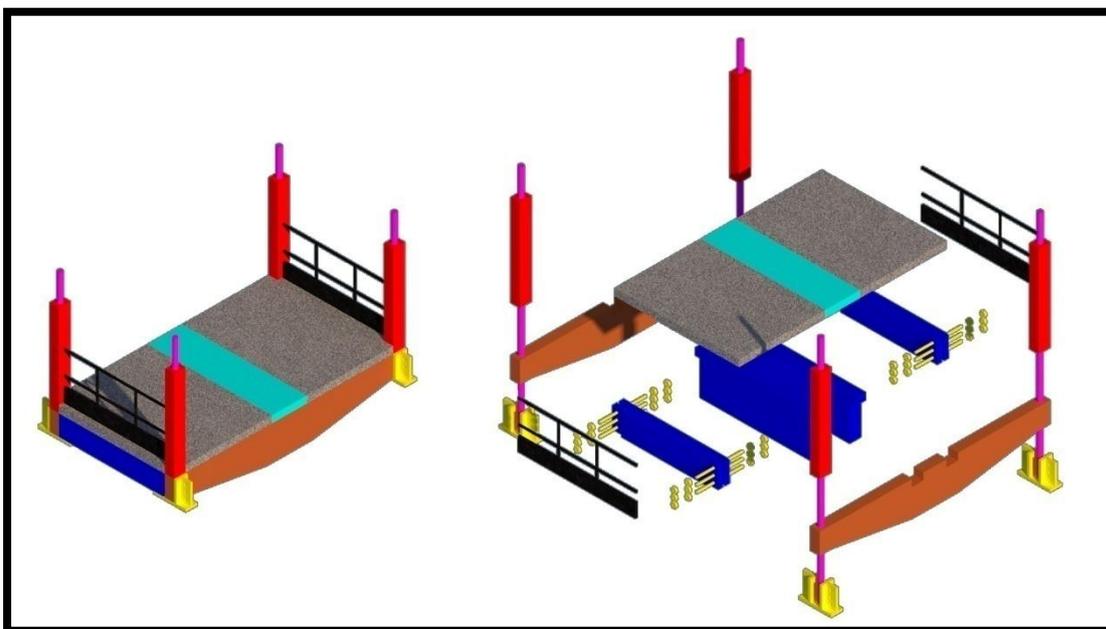
<sup>9</sup> Il nuovissimo manuale dell'architetto, A cura di Zevi L. Mancosu Editore, Roma, 2003;

All'ingresso del Magazzino del sale (corpo G), troviamo l'info-point, attorniato da un plastico riprodotto le antiche saline di Molentargius, come si presentavano nel periodo di funzionamento. Il plastico mostrerà inoltre i punti, dove è attualmente possibile osservare le specie protette.

Il pian terreno del Magazzino del Sale è stato suddiviso principalmente in 3 macro aree. La visita inizia dal lato nord, adibito al percorso denominato "La via del sale", suddiviso in 5 ambienti, ognuno dei quali ospitante un tema riguardante la storia delle saline, in cui si prevede l'esposizione di documenti, foto d'epoca e reperti riguardanti le saline di Molentargius dall'origine alla loro chiusura.

Il lato sud, suddiviso in 4 ambienti, ospiterà una mostra riguardante le ricchezze e peculiarità della flora e della fauna presente nell'Oasi del Molentargius.

Le dimensioni della parte centrale offrono l'opportunità per l'esposizione dei reperti di grosse dimensioni, altrimenti destinati al definitivo deterioramento. Le aperture presenti nel pavimento, utilizzate per la caduta del sale sul nastro trasportatore sotterraneo durante il periodo di funzionamento della struttura, sono state ricoperte da pannelli in policarbonato trasparente, in modo da consentire l'osservazione del nastro trasportatore sottostante (opportunamente restaurato e non più sommerso, in quanto si prevede l'impermeabilizzazione della banchina).



**Figura 3.1 - Passarella panoramica: blocco modulare montato ed esploso**

Il percorso termina con una passeggiata su una passerella panoramica realizzata tramite strutture modulari in materiali ultraleggeri, attraversante l'edificio nella sua intera lunghezza, che

consente l'esperienza delle dimensioni mastodontiche dell'edificio, l'osservazione dei reperti da una diversa prospettiva, nonché il godimento del panorama tramite i finestroni posti sui lati est e ovest della struttura. Tale passerella sarà raggiungibile tramite il corpo scale della torre orientale, opportunamente dotato di corpo ascensore e di montascale per garantire l'abbattimento delle barriere architettoniche. Il vano originariamente occupato dal nastro trasportatore superiore, al culmine dell'edificio, sarà invece dedicato alla collocazione degli impianti di illuminazione e climatizzazione.

Il corpo officina (corpo H), è stato adibito a settore dei depositi di riserva e relative attività di servizi. Esso comprende la zona carico/scarico, il magazzino lunghi e brevi periodi, l'archivio, gli uffici della direzione, il deposito macchinari e lo spazio adibito alla catalogazione dei beni.

## Conclusioni

Il recupero delle architetture industriali avviene nell'ottica della trasformazione di aree dismesse in risorse per la città, con possibili ricadute di carattere economico e sociale, rappresentando opportunità ai fini dello sviluppo urbano sostenibile. Esso consente di ridurre il consumo del suolo e pone le condizioni affinché gli abitanti possano riappropriarsi di spazi altrimenti inutilizzati e, in questo caso, di un pezzo importante della storia della città.

La principale difficoltà nella realizzazione di questo lavoro di tesi, data l'età del Paraboloido, è stata il reperimento di informazioni e tavole tecniche relative a specifici elementi strutturali, dato che la gran parte di essi è stata persa durante il corso degli anni.

A questo problema si è aggiunta l'impossibilità di portare a termine l'intero studio della struttura, poiché non è stato possibile rilevare la parte interrata, in quanto parzialmente sommersa a causa della (ancor oggi) mancata impermeabilizzazione della banchina, il corpo scale e la passerella coperta situata in chiave della volta, in quanto il corpo scala non è stato soggetto a ristrutturazione e pertanto non rilevabile in sicurezza. Sempre per questo motivo, la diagnosi degli elementi strutturali, effettuato dalla ditta specializzata ormai oltre un decennio fa, andrebbe fatta nuovamente.

La ricerca d'archivio e l'analisi strutturale svolte hanno l'obiettivo di definire un punto di partenza per il recupero di una struttura che, a prescindere dalla possibilità di una paternità illustre, merita di essere conservata in quanto ricordo di una fase importante dell'evoluzione della città.

Una concreta proposta di recupero non può prescindere dall'analisi delle esigenze del territorio, né da un'obiettiva individuazione delle cause delle problematiche che affliggono la struttura.

In futuro, sarà pertanto necessario eliminare tali cause come condizione preliminare a qualsiasi altro tipo di intervento, onde evitare di vanificare nuovamente il lavoro di recupero sulla struttura.

## **Appendice 1 - PUC Cagliari 2010 - Estratti rilevanti.**

### **TITOLO II**

#### **SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO COMUNALE IN ZONE OMOGENEE**

##### **ART. 18 LE ZONE B RIDEFINITE: SOTTOZONE BN\*, B(N)R1, B(N)R2, B(N)R3, AMBITI CLASSIFICATI RB**

###### **AMBITI CLASSIFICATI RB**

Negli edifici ricadenti in tali ambiti gli interventi devono essere mirati alla conservazione dell'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere, nel rispetto dei suoi elementi tipologici, formali e strutturali.

Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino ed il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio e l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio.

Il progetto dovrà essere sottoposto al preventivo parere della Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici.

Si applicano le prescrizioni particolari richiamate nell'art. 67 per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

##### **ART. 29 LE ZONE G IN AMBITI DI TRASFORMAZIONE: SOTTOZONE GA1, GA2, GIT, GH, GP1, GS, GS/IC, GI, GI/S, GT, GT\*, GTS, GM, GM\***

###### *SOTTOZONA GT – Aree per attrezzature tecnologiche specializzate*

In tali aree sono localizzabili:

- gli impianti connessi alle reti ed ai servizi tecnologici urbani;
- le attrezzature funzionali quali: cimiteri, attrezzature portuali, stazioni ferroviarie e per l'autotrasporto, sedi delle aziende di trasporto pubblico, servizi logistici della protezione civile;
- gli impianti per attività e manifestazione sportive, con particolare riferimento agli sport motoristici, nel rispetto delle distanze dai sistemi di infrastrutturazione e con la

predisposizione di opportuni interventi di mitigazione degli impatti ambientali mediante idonei interventi di forestazione urbana; possono essere localizzate aree adeguatamente attrezzate per lo svolgimento degli spettacoli di tipo itinerante.

L'edificazione in tali sottozone è subordinata alla predisposizione di un Piano Particolareggiato nel rispetto dell'indice di edificabilità territoriale di 0,001 mc/mq, salvo diversa prescrizione indicata nei Quadri Normativi.

Gli impianti strettamente connessi alle opere di urbanizzazione primaria, di cui alla circolare n° 4501/U del 31/12/1998 dell'Assessorato Enti Locali Finanze Urbanistica, sono svincolati dal rispetto degli indici volumetrici sopra richiamati.

#### **ART. 64 QN15 BORGO SANT'ELIA - SU SICCU**

##### **UNITÀ CARTOGRAFICA 1 - SOTTOZONA GA2, GT, GTS, RB – Attrezzature generali**

Comprende l'area della Fiera Campionaria e le aree comprese tra Viale Colombo e Su Siccu.

##### **SOTTOZONA GT - AREA PORTUALE SU SICCU**

###### **DESTINAZIONI**

La zona è destinata alla realizzazione di attrezzature connesse con la nautica diportistica (portualità turistica), con i relativi servizi e strutture per la cantieristica.

Gli interventi saranno subordinati alla redazione di piano attuativo, e dovranno essere conformi alle indicazioni normative del Piano Regolatore del Porto.

Fino alla predisposizione di tali strumenti si applica la disciplina prevista all'art. 29 per le zone G in trasformazione, sottozona GT.

##### **SOTTOZONA GA2 – FIERA CAMPIONARIA**

Comprende l'area occupata dalla Fiera Campionaria.

###### **DESTINAZIONI**

In tale sottozona sono confermate le destinazioni attuali (area fieristica e congressuale) e si applica la disciplina prevista all'art. 29 per le zone G in trasformazione relativamente alla sottozona GA2.

###### **PARAMETRI URBANISTICI**

Indice di edificabilità territoriale..... 2 mc/mq

###### **PRESCRIZIONI INTEGRATIVE**

La riconversione per attrezzature integrate con la portualità turistica di Su Siccu, secondo le linee del Progetto Guida del PUC, è subordinata ad accordo di programma ed a piano attuativo che, con le procedure dei programmi integrati, potrà definire parametri in variante a quelli di zona.

In assenza di piano attuativo sugli edifici esistenti sono consentiti gli interventi di cui ai punti a), b), c) e d) dell'art. 13.

#### AMBITO RB – PADIGLIONE “NERVI”

Si applica la disciplina prevista all'art. 18 per la salvaguardia dei Beni Culturali.

L'intervento deve essere orientato al recupero delle architetture esistenti, con esclusione degli aumenti di volume; sono pertanto consentite attrezzature di uso collettivo o di servizio compatibili con la conservazione dei manufatti e il riassetto dell'accessibilità.

#### DESTINAZIONI

In tale sottozona sono consentite attività sportive, ricreative, culturali e sociali.

### TITOLO V

#### VERIFICHE DI SALVAGUARDIA DEI VALORI PAESISTICO-AMBIENTALI

#### ART. 67 INTERVENTI SUI BENI CULTURALI

Le prescrizioni si applicano ai luoghi, ai siti urbani, agli edifici, che per le loro caratteristiche architettoniche, per la loro storia, per la loro collocazione, sono significativi per la conoscenza della città e per i quali le norme di attuazione perseguono l'obiettivo della conservazione e della valorizzazione come espressione complessiva dell'identità culturale della città.

Le norme costituiscono altresì i riferimenti generali per gli interventi relativi agli edifici identificati in cartografia con sigla RB.

L'elenco di riferimento è riportato nella sezione Allegati

#### PRESCRIZIONI NORMATIVE PER GLI INTERVENTI SUI BENI CULTURALI.

I riferimenti normativi per gli interventi sui Beni Culturali derivano dalla “Guida ai Programmi di Sperimentazione”. Interventi con finalità sperimentali Legge 457/78 art.2 lett. f, Programmazione E.R.P. 1992-1995”, pubblicata dal Ministero dei Lavori Pubblici nel mese di novembre del 1996 contenente i criteri generali di progettazione cui debbono attenersi gli interventi di recupero.

Per gli edifici in muratura vanno inoltre tenute presenti le Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

## INTERVENTI SUGLI EDIFICI DA CONSERVARE

Negli interventi sugli edifici da conservare dovrà essere assicurato il rispetto dei seguenti misure finalizzate alla conservazione delle caratteristiche specifiche:

- salvaguardia dell'identità architettonica dell'organismo, nei suoi aspetti di sviluppo storico, garantendone la permanenza della figuratività e della consistenza materica;
- rispetto delle strutture preesistenti per quanto concerne sia la tecnologia esecutiva che i materiali tradizionali impiegati;
- definizione del progetto, del relativo Capitolato d'appalto e delle procedure esecutive con l'utilizzo di metodologie di lavoro commisurate al "vecchio", escludendo, di norma, metodi e parametri tipici del "nuovo";
- necessità che ogni richiesta sia accompagnata da una accurata indagine diretta, ed, eventualmente, documentaria, nonché da un rilievo stratigrafico architettonico, strutturale, costruttivo, distributivo e tecnologico con dettagliata elencazione e analisi storico-critica sia delle fasi di crescita, sviluppo, involuzione, alterazione, rifusione, frazionamento, sia delle aggiunte sincroniche e diacroniche succedutesi nel tempo in elevazione ed in profondità.

In particolare per quanto concerne le tecnologie costruttive e le tecniche di esecuzione l'intervento di recupero deve assicurare:

- 1) la conservazione delle murature esterne ed interne portanti nonché delle principali tramezzature caratterizzanti la distribuzione interna della tipologia storica;
- 2) il rifacimento, solo quando strettamente necessario, purché eseguito con materiali e tecniche compatibili con la preesistenza (es. metodo del "cuci e scuci");
- 3) la messa in evidenza di particolari strutturali e architettonici significativi;
- 4) la conservazione degli intonaci originali esistenti (...);
- 5) la conservazione delle aperture originarie esterne, secondo la loro forma e posizione (...);
- 6) il mantenimento della giacitura dei solai sia nella quota che nella tessitura dell'orditura principale e secondaria, compreso il tavolato di ripartizione dei carichi orizzontali, nelle apposite sedi di appoggio nella murature; le sostituzioni, necessarie solo per ridotta resistenza del

materiale, devono avvenire con impiego di materiale analogo per le parti in vista (intradosso) e con rinforzi commisurati al tipo di struttura esistente (...);

7) la conservazione dei controsoffitti, anche voltati, nel rispetto della spazialità originaria (...);

8) la conservazione dei collegamenti verticali e delle coperture a tetto con gli stessi materiali, rifiniture, pendenze e arredi, nonché con la stessa giacitura in cui oggi si trovano, qualora non costituiscano rifacimento di epoca contemporanea.

#### CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA

Il citato Decreto Ministeriale, al Titolo II - Norme tecniche per il consolidamento degli edifici in muratura - definisce l'ambito di applicazione della norma:

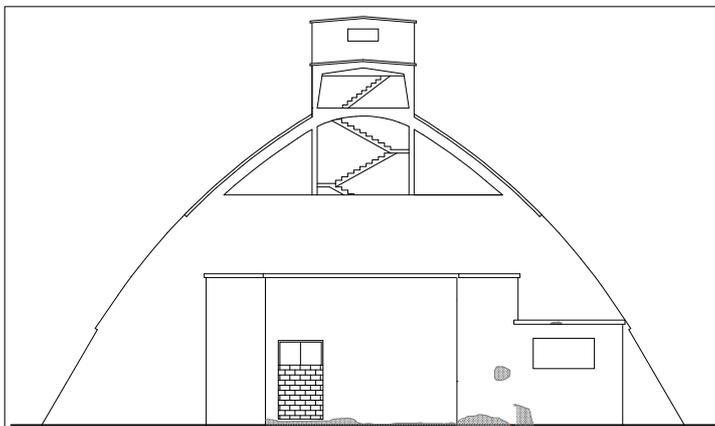
È fatto obbligo di procedere al consolidamento a chiunque intenda:

- sopraelevare o ampliare l'edificio;
- apportare variazioni di destinazione che comportino incrementi dei carichi originari superiori al 20%;
- effettuare interventi strutturali rivolti a trasformare l'edificio in un organismo edilizio diverso dal precedente;
- effettuare interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche per rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implicino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso;
- effettuare interventi strutturali rivolti a reintegrare l'organismo edilizio esistente nella sua funzionalità strutturale mediante un insieme sistematico di opere.

## **Appendice 2 – Schedature degrado<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Definizioni e interventi tratti da Zancanaro, C. (2001)



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
1-O	Distacco	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Calcestruzzo	Circolari, Mezzunghe

Descrizione:
Soluzione di continuità tra strati del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, errori di posa in opera, errori di utilizzo di sabbie o malte, stress termici, formazioni di sali o efflorescenze.

Intervento:
Analisi dell'entità dei distacchi e delle cause che hanno determinato il fenomeno. Demolizioni delle zone interessate e ripristino delle parti mancanti.

saranno effettuate con malta cementizia a base di resine acriliche e fibre polipropileniche da miscelare con acqua secondo le indicazioni della scheda tecnica dell'azienda fornitrice, previa applicazione, su eventuali ferri d'armatura scoperti, di idoneo inibitore di corrosione.

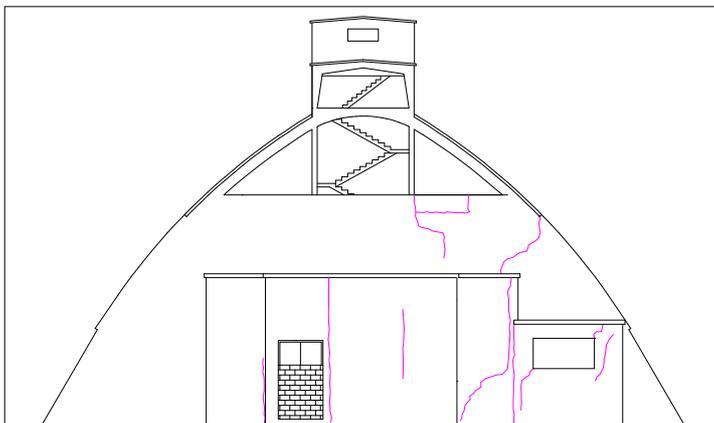
3. Qualora sia necessario un tempo di presa ed indurimento accelerato, come nei periodi invernali, la malta sarà idratata con una appropriata quantità di specifico accelerante privo di cloruri, più o meno miscelato con acqua in funzione dei tempi di presa desiderati, seguendo scrupolosamente i rapporti di miscelazione indicati nella scheda tecnica del fornitore.

4. Le superfici riparate saranno regolarizzate mediante l'applicazione di una malta cementizia adesiva, costituita da inerti selezionati di fine granulometria, leganti idraulici modificati con l'aggiunta di polimeri acrilici in dispersione ed opportuni additivi.

5. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna.

6. La protezione anticorrosiva delle barre di armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dalla applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in cemento armato esposte all'azione degli agenti atmosferici.

7. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dalla applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
2-O	Fratturazione o fessurazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Intonaco	Forma lineare

Descrizione:
Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Cause possibili:
Cedimenti differenziali, movimenti dinamici dei diversi strati componenti la parete.

Intervento:
Recupero ed impermeabilizzazione di facciate con evidenti problemi di lesioni e microlesioni

**Fasi applicative:**

1. Pulizia accurata del supporto con eliminazione totale di polvere, grasso, vecchie vernici friabili, parti inconsistenti e qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon ancoraggio della resina.
2. Eventuale rasatura per rendere la superficie planare da realizzare con malta ad alta adesione e flessibilità.
3. Applicazione di resina consolidante ad alta penetrazione con un consumo non inferiore a 0,3 [kg/m<sup>2</sup>].
4. Apertura delle lesioni più evidenti e successiva stuccatura con sigillante poliuretano.
5. Successiva fasciatura con rete in polipropilene ad alta elasticità saturata con resina elastometrica, applicata a pennello o rullo.
6. Stesura di rete in polipropilene sulla superficie totale della facciata, compreso sulle zone già trattate e saturazione a pennello o rullo, con resina elastometrica rispettando un consumo non inferiore a 1 [kg/m<sup>2</sup>].
7. Ad indurimento avvenuto, applicazione con rullo di spugna di resina elastometrica rispettando un consumo non inferiore a 1 [kg/m<sup>2</sup>].
8. Applicazione a finire con una mano a rullo di resina acrilica per ottenere un rivestimento protettivo con caratteristiche di resistenza all'usura e agli agenti atmosferici, con un consumo di circa 0,3 [kg/m<sup>2</sup>].

La rete avrà le seguenti certificazioni ICITE:

- elasticità superiore al 20 [%], sia per la trama che per l'orditura, a seguito della prova d'invecchiamento in ambiente alcalino.
- nessuna perdita delle resistenze meccaniche a trazione sia nella trama che nell'orditura a seguito della prova d'invecchiamento in ambiente alcalino.



**Immagine**



**Intervento:**

Realizzazione di barriera chimica continua orizzontale o verticale per il risanamento di murature soggette a umidità di risalita capillare.

2. Posizionamento degli appositi iniettori con malta antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.
3. Smontaggio degli iniettori.
4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.
5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.
6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.
7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].
8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.

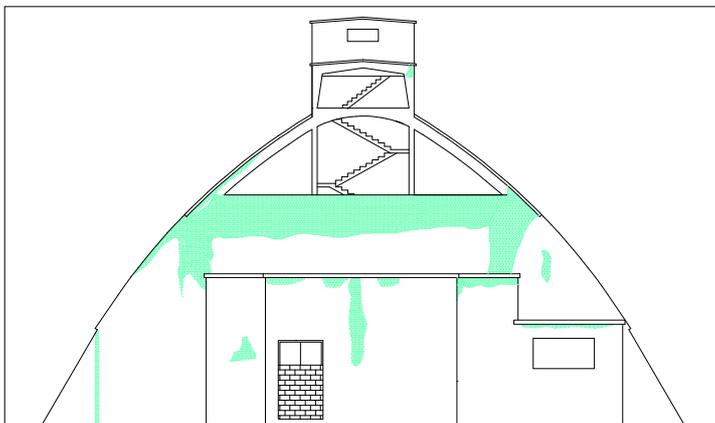
Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
3-O	Fronte di risalita	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Intonaco	Irregolare

Descrizione:
Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. È generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

Cause possibili:
Presenza di falda acquifera in fondazione, ristagno d'acqua, impermeabilizzazione inadeguata e/o danneggiata.

Fasi applicative:
1. Perforazione della muratura ad un'altezza di circa 15 [cm] dalla quota del pavimento, realizzando dei fori di 24 [mm] per una profondità leggermente inferiore allo spessore totale del muro ed interasse di 15 [cm].



Immagine



**Intervento:**

Rifacimento di intonaci su murature miste o sottofondi soggetti a risalita capillare con intonaci deumidificanti

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
5-O	Patina biologica	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Intonaco	Forma irregolare

**Descrizione:**

Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato.

**Cause possibili:**

Azione di microrganismi autotrofi, presenza di umidità o acqua, caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, asperità, rientranze, ecc.).

**Fasi applicative:**

Il risanamento avviene applicando sul sottofondo opportunamente preparato un intonaco deumidificante premiscelato, secondo le seguenti fasi:

1. Rimozione degli intonaci fatiscenti fino ad una altezza pari alla quota raggiunta dalla risalita capillare dell'umidità, aumentata di tre volte lo

spessore della muratura, avendo cura di scarnire in profondità le fughe cementizie tra gli elementi.

2. Pulire accuratamente le superfici da ogni parte incoerente, mediante idrolavaggio in pressione a saturazione del sottofondo, ma eliminando ristagni di acqua nelle cavità superficiali.

3. Nel caso la superficie del supporto presenti rilevanti vuoti o avvallamenti, realizzare un priempimento con materiale inerte o con una malta di calce-cemento, avente il solo scopo di regolarizzare la superficie di rivestimento per l'applicazione successiva dell'intonaco deumidificante.

4. Idratare l'intonaco premiscelato deumidificante, costituito da una miscela di leganti idraulici, inerti selezionati, agenti porogeni ed additivi catalizzanti dei sali solubili presenti nelle murature, nel rapporto acqua/prodotto 0,145 fino ad ottenere una consistenza plastico/fluida.

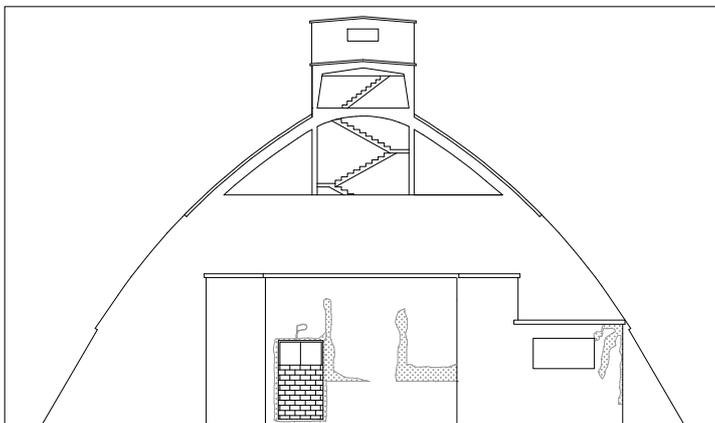
5. Applicare a cazzuola un primo sprizzo di aggrappo al sottofondo, avente spessore uniforme di 5 [mm], lasciandolo rustico.

6. Idratare l'intonaco deumidificante nel rapporto acqua/prodotto 0,136 fino ad ottenere una consistenza plastica.

7. Applicare a cazzuola un rinzaffo sullo sprizzo a consistenza plastica, sullo sprizzo rappreso lasciato rustico, per uno spessore omogeneo di 2[cm].

8. A seconda dell'aspetto estetico finale desiderato l'intonaco può essere lasciato grezzo, liscio rustico con stagge o frattazzo rigorosamente di legno, liscio civile mediante rasatura in strato sottile con un adeguato prodotto ad elevata traspirabilità, costituito da una miscela di legante cemento-calce, inerti di finissima granulometria, agenti porogeni, applicato a spatola dentata per uno spessore di 3 [mm].

9. È possibile un trattamento decorativo verniciante successivo, che dovrà avvenire rigorosamente con pitture colorate a base di calce o silicati; trattamenti idro repellenti incolore possono essere realizzati impiegando vernici impermeabili all'acqua ma permeabili al vapore a base di siliconi in solvente a rapida evaporazione, o vernici silossaniche in solvente a lenta evaporazione.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
8-O	Efflorescenza	+

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Intonaco	Irregolare

Descrizione:
Formazione superficiale di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro.

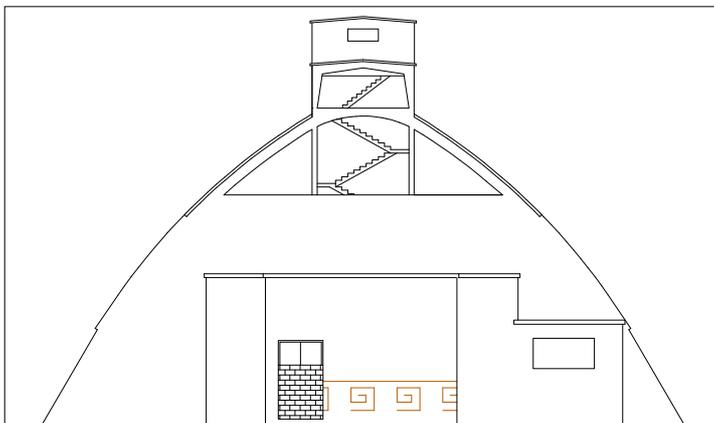
Cause possibili:
Accumuli di umidità, attacco di organismi autotrofi (batteri unicellulari, alghe, licheni, piante superiori).

Intervento:
Analisi delle cause, della natura e della consistenza delle formazioni cristalline. Rimozione mediante lavaggio con getto d'acqua a pressione o sabbiatura a secco. Applicazione di un trattamento protettivo.

cemento-calce) e sabbia vagliata di granulometria 0÷3 [mm], idrata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsione di resine acriliche stirene-butadiene, con effetto di alto potere coesivo, resistenza ed impermeabilità, nel rapporto di 1:1 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 5 [mm] lasciando al rustico.

3. Realizzare un rinzaffo sullo sprizzo lasciato rustico, con una malta a consistenza plastica, ottenuta miscelando nel rapporto 1:3 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia di granulometria 0÷8 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsionante di resine acriliche stirene-butadiene, nel rapporto di 1:3 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 10 - 12 [mm] per singolo strato, ricaricando se necessario.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco ammalorato dovrà essere rimosso fino al vivo del mattone e il sottofondo dovrà essere bagnato a rifiuto con acqua.
2. Realizzare lo sprizzo di aggrappante con una malta di consistenza fluida, ottenuta miscelando nel rapporto 1:2 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia vagliata di granulometria 0÷3 [mm], idrata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsione di resine acriliche stirene-butadiene, con effetto di alto potere coesivo, resistenza ed impermeabilità, nel rapporto di 1:1 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 5 [mm] lasciando al rustico.
3. Realizzare un rinzaffo sullo sprizzo lasciato rustico, con una malta a consistenza plastica, ottenuta miscelando nel rapporto 1:3 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia di granulometria 0÷8 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsionante di resine acriliche stirene-butadiene, nel rapporto di 1:3 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 10 - 12 [mm] per singolo strato, ricaricando se necessario.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
9-O	Graffito vandalico	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.

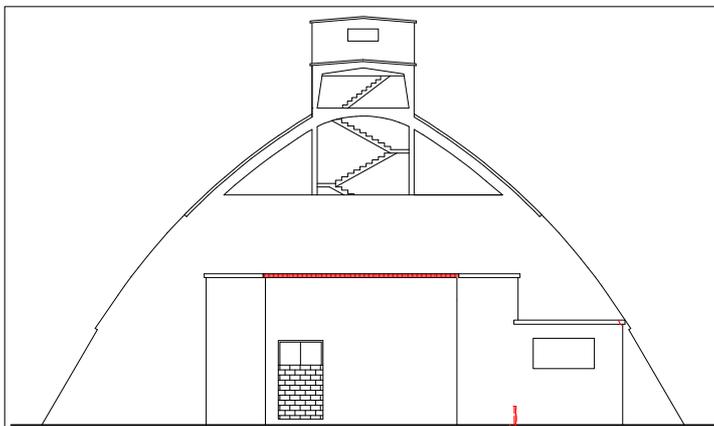
Cause possibili:
Insudiciamento mediante inchiostri, vernici o altre sostanze in gado di aderire e penetrare nell'intonaco.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. In relazione all'origine delle macchie intervenire con la semplice pulizia.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco deturpato sarà sottoposto a un lavaggio con acqua mista a sapone.
2. Sfregare la superficie con carta vetrata a grana sottile.
3. Utilizzo di appositi solventi applicati attraverso l'utilizzo di un compressore per far penetrare il

prodotto in ogni poro della superficie da trattare.

- Utilizzo di una spazzola meccanica che attraverso lo sfregamento meccanico toglierà ogni residuo di vernice.
- La protezione della struttura verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
- In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
10-O	Esposizione dei ferri di armatura	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Calcestruzzo armato	Rettangolare

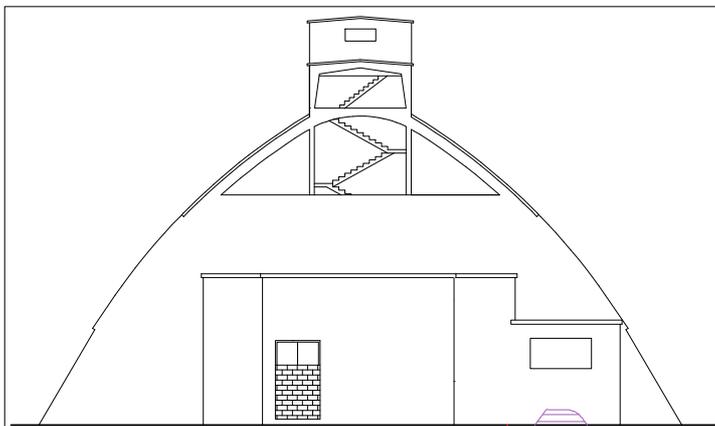
Descrizione:
Distacchi di parti in calcestruzzo con conseguente messa a nudo e corrosione dei ferri di armatura.

Cause possibili:
Condizioni di esercizio in ambiente marino, aggressioni chimico-fisiche.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. Ricostruzione dello strato di copriferro di travi, pilastri di strutture in calcestruzzo armato.

Fasi applicative:
1. Procedere alla demolizione di ogni parte in distacco o non dotata di sufficiente resistenza e coerenza. Le armature in avanzato stato di degrado saranno scoperte rimuovendo completamente lo strato

- di copriferro. Devono essere rimosse anche le tracce di precedenti eventuali interventi di riparazione o riporti non perfettamente aderenti. Tali operazioni dovranno essere eseguite con mezzi manuali o comunque tali da non danneggiare lo strato di calcestruzzo sano sottostante evitando eccessive vibrazioni.
- Effettuare una accurata pulizia mediante sabbiatura di tutte le superfici interessate dai successivi trattamenti, con completa rimozione di sostanze o depositi estranei, ruggine, olio, grassi, pellicole superficiali sfarinanti. I ferri saranno ripuliti asportando completamente la ruggine e ricoperti a breve distanza con i successivi specifici trattamenti.
  - I ferri di armatura ripuliti saranno trattati mediante applicazione a pennello in due mani a distanza di circa 4 [h] l'una dall'altra, con miscela cementizia modificata con inibitori di corrosione, resine sintetiche, microsilica, a specifica funzione di protezione anticorrosiva e di ponte adesivo.
  - I riporti in spessore a ricostruzione del copriferro e di parti mancanti saranno realizzati, mediante riporto diretto di malta pronta a ritiro controllata ad elevata tixotropia, a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati fini a 2 [mm], microfibre ed additivi.
  - L'applicazione sarà eseguita a dorso di cazzuola e spatola per spessori fini a 2 [cm] per mano, curando di bagnare a rifiuto il sottofondo prima dell'applicazione.
  - Le superfici riparate si regolarizzeranno mediante applicazione di malta adesiva tixotropica a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati di fine granulometria, additivi e microfibre.
  - L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna. La superficie riparata e l'intera struttura andranno poi protette contro la carbonatazione mediante un'apposita veniciatura.
  - La protezione anticorrosiva delle barre d'armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.
  - La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
  - In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
11-O	Mancanza	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Ovest	Laterizio	Irregolare

Descrizione:
Perdita di elementi tridimensionali.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, consistente presenza di formazioni saline, soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di fessurazioni e/o di lesioni strutturali.

Intervento:
Analisi delle cause, dell'entità del degrado e di eventuali problemi statici. Ripristino degli elementi o ricostruzione di parti mancanti attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci.

superfici.

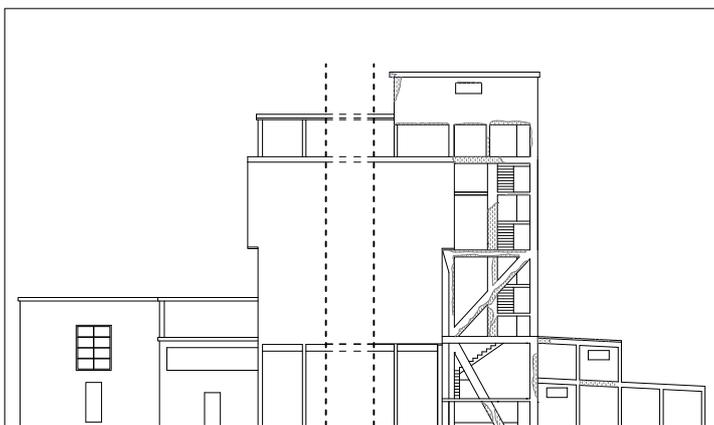
4. Ricostuzione dell'elemento attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci con l'utilizzo di malta avete le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a compressione a 28 [gg]. 660 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza a flessione a 28 [gg] 165 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- prova di adesione: 5,8 [N/mm<sup>2</sup>]
- modulo elastico secante a compressione a 28 [gg] 227000 [KgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell' espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147

5. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.

6. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].

Fasi applicative:
1. Eliminazione del vecchio intonaco e di tutte le parti inconsistenti o mosse.
2. Accurata scarnitura dei giunti di malta con eliminazione di tutti i materiali friabili e poco consistenti.
3. Lavaggio con acqua in pressione di tutte le



**Immagine**



**Intervento:**

Analisi dell'entità dei distacchi e delle cause che hanno determinato il fenomeno. Demolizioni delle zone interessate e ripristino delle parti mancanti.

saranno effettuate con malta cementizia a base di resine acriliche e fibre polipropileniche da miscelare con acqua secondo le indicazioni della scheda tecnica dell'azienda fornitrice, previa applicazione, sui ferri di armatura scoperti, di idoneo inibitore di corrosione.

3. Qualora sia necessario un tempo di presa ed indurimento accelerato, come nei periodi invernali, la malta sarà idratata con una appropriata quantità di specifico accelerante privo di cloruri, più o meno miscelato con acqua in funzione dei tempi di presa desiderati, seguendo scrupolosamente i rapporti di miscelazione indicati nella scheda tecnica del fornitore.

4. Le superfici riparate saranno regolarizzate mediante l'applicazione di una malta cementizia adesiva, costituita da inerti selezionati di fine granulometria, leganti idraulici modificati con l'aggiunta di polimeri acrilici in dispersione ed opportuni additivi.

5. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna.

6. La protezione anticorrosiva delle barre di armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.

7. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
1-S	Distacco	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Calcestruzzo armato	Rettangolare

Descrizione:
Soluzione di continuità tra strati del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, errori di posa in opera, errori di utilizzo di sabbie o malte, stress termici, formazioni di sali o efflorescenze.

**Fasi applicative:**

1. Il sottofondo in calcestruzzo dovrà essere accuratamente pulito mediante sabbiatura, idrosabbiatura o energica spazzolatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo parti friabili o incoerenti.

2. La ricostruzione e la finitura del calcestruzzo

saranno effettuate con malta cementizia a base di resine acriliche e fibre polipropileniche da miscelare con acqua secondo le indicazioni della scheda tecnica dell'azienda fornitrice, previa applicazione, sui ferri di armatura scoperti, di idoneo inibitore di corrosione.

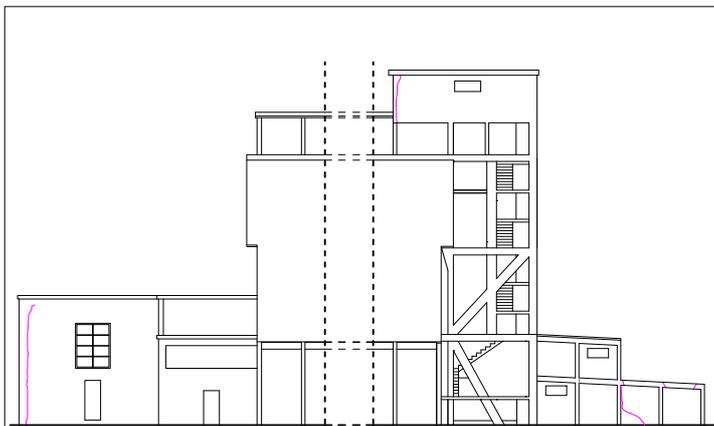
3. Qualora sia necessario un tempo di presa ed indurimento accelerato, come nei periodi invernali, la malta sarà idratata con una appropriata quantità di specifico accelerante privo di cloruri, più o meno miscelato con acqua in funzione dei tempi di presa desiderati, seguendo scrupolosamente i rapporti di miscelazione indicati nella scheda tecnica del fornitore.

4. Le superfici riparate saranno regolarizzate mediante l'applicazione di una malta cementizia adesiva, costituita da inerti selezionati di fine granulometria, leganti idraulici modificati con l'aggiunta di polimeri acrilici in dispersione ed opportuni additivi.

5. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna.

6. La protezione anticorrosiva delle barre di armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.

7. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
2-S	Fratturazione o fessurazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Laterizio	Forma lineare

Descrizione:
Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Cause possibili:
Cicli di gelo e disgelo, Dissesto dell'apparato portante, incompatibilità fisico/meccanico tra i materiali, formazioni di ossidi, solfiti carbonati.

Intervento:
Consolidamento di murature mediante intonaci armati collaboranti a sandwich.

Fasi applicative:
1. Eliminazione del vecchio intonaco e di tutte le parti inconsistenti o mosse.
2. Accurata scarnitura dei giunti di malta con eliminazione di tutti i materiali friabili e poco consistenti.
3. Lavaggio con acqua in pressione di tutte le

superfici oggetto dell'intervento.

4. Applicazione su entrambi i lati della muratura, di rete elettrosaldata (maglia 10x10 tondino da 6 [mm]) fissata alla muratura con tondini da 8 [mm] ancorati al supporto con malta ad espansione controllata pronta all'uso in ragione di due-tre ancoraggi a m<sup>2</sup>. La malta sarà preparata con betoniera avendo cura di introdurre prima i 3/4 di acqua necessari per l'impasto, il prodotto e la rimanente acqua. La miscelazione sarà effettuata con cura fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

La malta avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

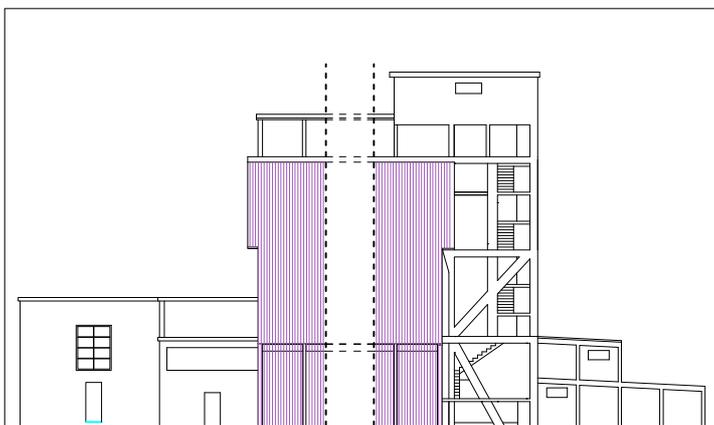
- resistenza a compressione a 28 [gg]. 660 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza a flessione a 28 [gg] 165 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- prova di adesione: 5,8 [N/mm<sup>2</sup>]
- modulo elastico secante a compressione a 28 [gg] 227000 [KgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell'espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147
- prova di sfilamento (Pull-Out) di barra da 16 [mm]: 106930 [N]

5. Bagnatura delle superfici e posa in opera di malta antiritiro ad alta resistenza fibroarmata con spessore non inferiore a tre centimetri. La malta sarà preparata con betoniera avendo cura di introdurre prima i 3/4 di acqua necessari per l'impasto, il prodotto e la rimanente acqua. La miscelazione sarà effettuata con cura fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

La malta avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a compressione: a 1[gg] 205 [kg/cm<sup>2</sup>]  
a 7 [gg] 470 [kg/cm<sup>2</sup>]  
a 28 [gg] 590 [kg/cm<sup>2</sup>]
- modulo di elasticità secante a compressione a 28 [gg] 220000 [kgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell'espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147
- adesione al supporto a 28 [gg] 6,2 [N/mm<sup>2</sup>]

Qualora fosse possibile intervenire da entrambi i lati, si procederà da un solo lato realizzando un getto di malta a ritiro compensato fibroarmata ad alta resistenza pronta all'uso dello spessore di 8 - 10 [cm], armata con rete elettrosaldata fissata al supporto con sei - otto ancoraggi a m<sup>2</sup> sigillati con malta ad espansione controllata pronta all'uso.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
3-S	Fronte di risalita	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Calcestruzzo	Irregolare

Descrizione:
Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. È generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

Cause possibili:
Presenza di falda acquifera in fondazione, ristagno d'acqua, impermeabilizzazione inadeguata e/o danneggiata.

Intervento:
Realizzazione di barriera chimica continua orizzontale o verticale per il risanamento di murature soggette a umidità di risalita capillare.

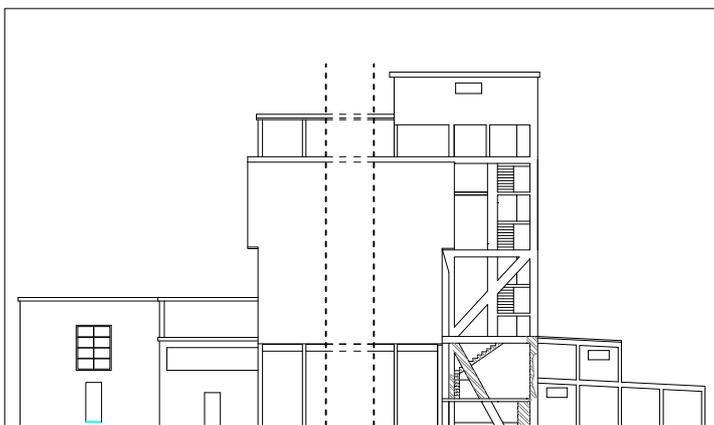
- antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.
3. Smontaggio degli iniettori.
  4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.
  5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.
  6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.
  7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].
  8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.

Fasi applicative:
-------------------

1. Perforazione della muratura ad un'altezza di circa 15 [cm] dalla quota del pavimento, realizzando dei fori di 24 [mm] per una profondità leggermente inferiore allo spessore totale del muro ed interasse di 15 [cm].

2. Posizionamento degli appositi iniettori con malta antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.

3. Smontaggio degli iniettori.
4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.
5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.
6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.
7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].
8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.



**Immagine**



**Intervento:**

Valutazione della profondità dello strato eroso. Applicazione di un trattamento protettivo idrorepellente, anticorrosione e antiusura.

base di cementi modificati con polimeri sintetici in emulsione e silicafume, contenente inerti selezionati, microfibre sintetiche a costruire una armatura diffusa, speciali additivi.

3. A stagionatura avvenuta della malta per il riconsolidamento dei pilastri applicare lo specifico tessuto unidirezionale in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) ad alte prestazioni secondo le seguenti fasi:

- a. Applicare sul sottofondo asciutto l'apposita resina epossidica, avente rapporto stechiometrico 4:1 con la funzione specifica di penetrare sul sottofondo ed ancorare il successivo strato di tessuto.
- b. Tagliare con una forbice il tessuto in fibra di carbonio unidirezionale del peso di 230 [g/m<sup>2</sup>] e stenderlo a mano lungo la superficie ricostruita facendo in modo di richiamare la resina già applicata. Fasciando la struttura effettuare delle sovrapposizioni di qualche centimetro.
- c. Applicare a rullo sul tessuto così steso la seconda mano della stessa resina epossidica usata per l'impregnazione.

Il tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

1. Resistenza a trazione delle fibre > 3500 [N/mm<sup>2</sup>]
2. Modulo elastico > 230 [kN/mm<sup>2</sup>]
3. Deformazione a rottura 1,5 [%] circa
4. Spessore di esercizio del tessuto 0,13 [mm]
5. Larghezza del tessuto 60 [cm]

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
4-S	Erosione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Calcestruzzo armato	Rettangolare

**Descrizione:**

Asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta.

**Cause possibili:**

Erosione meccanica da pioggia, erosione per abrasione da vento, aggressione chimica da inquinanti, formazione di ghiaccio negli strati superficiali.

**Fasi applicative:**

1. Pulire accuratamente il sottofondo di calcestruzzo mediante sabbiatura o idrosabbiatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo parti friabili o incoerenti. Applicare specifico inibitore di corrosione sui ferri di armatura affioranti.

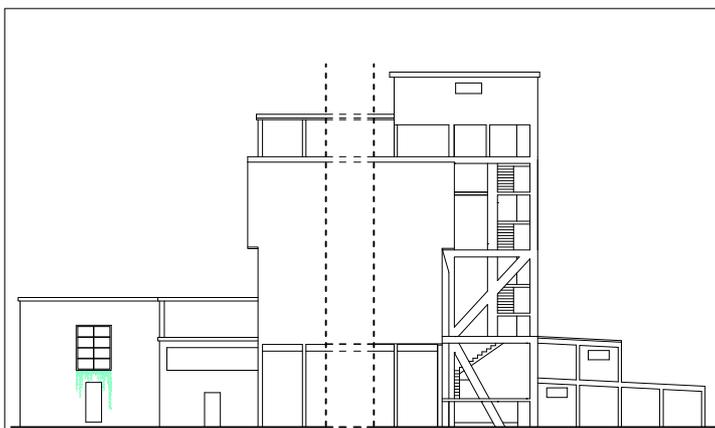
2. Ricostruire il calcestruzzo mediante malte pronte a base di cementi modificati con polimeri sintetici in emulsione e silicafume, contenente inerti selezionati, microfibre sintetiche a costruire una armatura diffusa, speciali additivi.

3. A stagionatura avvenuta della malta per il riconsolidamento dei pilastri applicare lo specifico tessuto unidirezionale in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) ad alte prestazioni secondo le seguenti fasi:

- a. Applicare sul sottofondo asciutto l'apposita resina epossidica, avente rapporto stechiometrico 4:1 con la funzione specifica di penetrare sul sottofondo ed ancorare il successivo strato di tessuto.
- b. Tagliare con una forbice il tessuto in fibra di carbonio unidirezionale del peso di 230 [g/m<sup>2</sup>] e stenderlo a mano lungo la superficie ricostruita facendo in modo di richiamare la resina già applicata. Fasciando la struttura effettuare delle sovrapposizioni di qualche centimetro.
- c. Applicare a rullo sul tessuto così steso la seconda mano della stessa resina epossidica usata per l'impregnazione.

Il tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

1. Resistenza a trazione delle fibre > 3500 [N/mm<sup>2</sup>]
2. Modulo elastico > 230 [kN/mm<sup>2</sup>]
3. Deformazione a rottura 1,5 [%] circa
4. Spessore di esercizio del tessuto 0,13 [mm]
5. Larghezza del tessuto 60 [cm]



**Immagine**



**Intervento:**

Rifacimento di intonaci su murature miste o sottofondi soggetti a risalita capillare con intonaci deumidificanti

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
5-S	Patina biologica	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Intonaco	Forma irregolare

Descrizione:
Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato

Cause possibili:
Azione di microrganismi autotrofi, Presenza di umidità o acqua, caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, asperità, rientranze, ecc.).

**Fasi applicative:**

Il risanamento avviene applicando sul sottofondo opportunamente preparato un intonaco deumidificante premiscelato, secondo le seguenti fasi:

1. Rimozione degli intonaci fatiscenti fino ad una altezza pari alla quota raggiunta dalla risalita capillare dell'umidità, aumentata di tre volte lo

spessore della muratura, avendo cura di scarnire in profondità le fughe cementizie tra gli elementi.

2. Pulire accuratamente le superfici da ogni parte incoerente, mediante idrolavaggio in pressione a saturazione del sottofondo, ma eliminando ristagni di acqua nelle cavità superficiali.

3. Nel caso la superficie del supporto presenti rilevanti vuoti o avvallamenti, realizzare un priempimento con materiale inerte o con una malta di calce-cemento, avente il solo scopo di regolarizzare la superficie di rivestimento per l'applicazione successiva dell'intonaco deumidificante.

4. Idratare l'intonaco premiscelato deumidificante, costituito da una miscela di leganti idraulici, inerti selezionati, agenti porogeni ed additivi catalizzanti dei sali solubili presenti nelle murature, nel rapporto acqua/prodotto 0,145 fino ad ottenere una consistenza plastico/fluida.

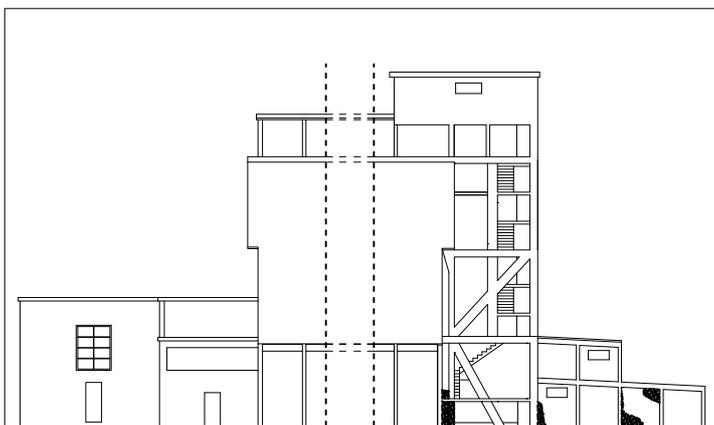
5. Applicare a cazzuola un primo sprizzo di aggrappo al sottofondo, avente spessore uniforme di 5 [mm], lasciandolo rustico.

6. Idratare l'ntonaco deumidificante nel rapporto acqua/prodotto 0,136 fino ad ottenere una consistenza plastica.

7. Applicare a cazzuola un rinzafo sullo sprizzo a consistenza plastica, sullo sprizzo rappreso lasciato rustico, per uno spessore omogeneo di 2[cm].

8. A seconda dell'aspetto estetico finale desiderato l'intonaco può essere lasciato grezzo, liscio rustico con stagge o frattazzo rigorosamente di legno, liscio civile mediante rasatura in strato sottile con un adeguato prodotto ad elevata traspirabilità, costituito da una miscela di legante cemento-calce, inerti di finissima granulometria, agenti porogeni, applicato a spatola dentata per uno spessore di 3 [mm].

9. È possibile un trattamento decorativo verniciante successivo, che dovrà avvenire rigorosamente con pitture colorate a base di calce o silicati; trattamenti idro repellenti incolore possono essere realizzati impiegando vernici impermeabili all'acqua ma permeabili al vapore a base di siliconi in solvente a rapida evaporazione, o vernici silossaniche in solvente a lenta evaporazione.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
6-S	Esfoliazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie.

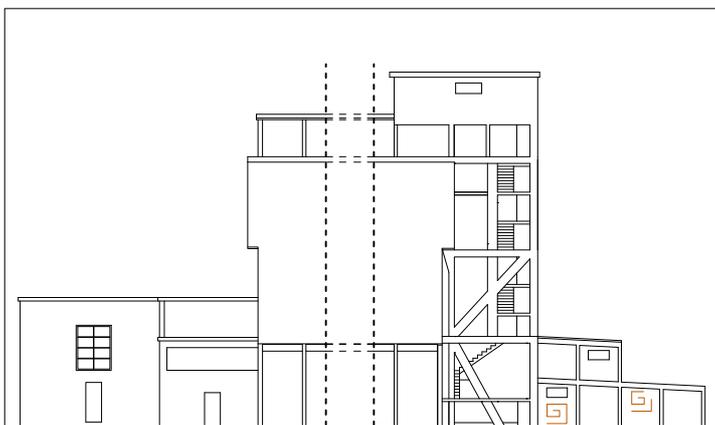
Cause possibili:
Movimento dell'acqua all'interno del substrato, azione di microrganismi, applicazione di prodotti vernicianti pellicolanti su supporti tradizionali, presenza di carbonato di calcio.

Intervento:
Analisi della profondità dello strato soggetto a disgregazione. Stuccature con malte antiritiro o formulanti epossidici e applicazione di un trattamento consolidante.

cemento-calce) e sabbia vagliata di granulometria 0÷3 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsione di resine acriliche stirene-butadiene, con effetto di alto potere coesivo, resistenza ed impermeabilità, nel rapporto di 1:1 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 5 [mm] lasciando al rustico.

3. Realizzare un rinzaffo sullo sprizzo lasciato rustico, con una malta a consistenza plastica, ottenuta miscelando nel rapporto 1:3 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia di granulometria 0÷8 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsionante di resine acriliche stirene-butadiene, nel rapporto di 1:3 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 10 - 12 [mm] per singolo strato, ricaricando se necessario.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco ammalorato dovrà essere rimosso fino al vivo del mattone e il sottofondo dovrà essere bagnato a rifiuto con acqua.
2. Realizzare lo sprizzo di aggrappante con una malta di consistenza fluida, ottenuta miscelando nel rapporto 1:2 in volume, cemento (o una miscela



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
9-S	Graffito vandalico	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.

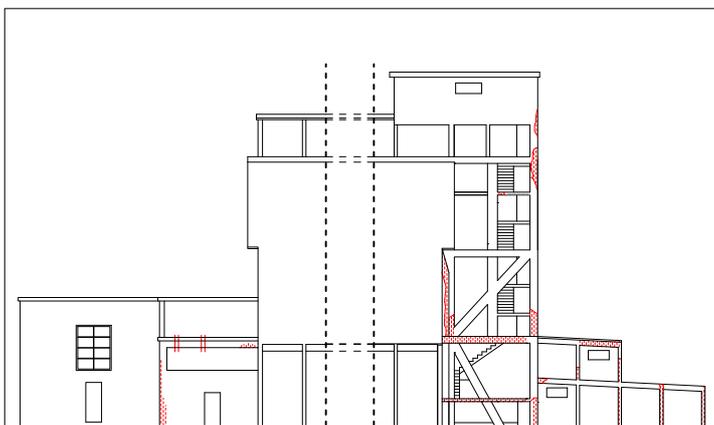
Cause possibili:
Insudiciamento mediante inchiostri, vernici o altre sostanze in gado di aderire e penetrare nell'intonaco.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. In relazione all'origine delle macchie intervenire con la semplice pulizia.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco deturpato sarà sottoposto a un lavaggio con acqua mista a sapone.
2. Sfregare la superficie con carta vetrata a grana sottile.
3. Utilizzo di appositi solventi applicati attraverso l'utilizzo di un compressore per far penetrare il

prodotto in ogni poro della superficie da trattare.

4. Utilizzo di una spazzola meccanica che attraverso lo sfregamento meccanico toglierà ogni residuo di vernice.
5. La protezione della struttura verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
6. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



**Intervento:**

Analisi delle cause e dell'entità del degrado. Ricostruzione dello strato di copriferro di travi, pilastri di strutture in calcestruzzo armato.

**Fasi applicative:**

1. Procedere alla demolizione di ogni parte in distacco o non dotata di sufficiente resistenza e coerenza. Le armature in avanzato stato di degrado saranno scoperte rimuovendo completamente lo strato di copriferro. Devono essere rimosse anche le tracce di precedenti eventuali interventi di riparazione o riporti non perfettamente aderenti. Tali operazioni dovranno essere eseguite con mezzi manuali o comunque tali da non danneggiare lo strato di calcestruzzo sano sottostante evitando eccessive vibrazioni.
2. Effettuare una accurata pulizia mediante sabbiatura di tutte le superfici interessate dai successivi trattamenti, con completa rimozione di sostanze o depositi estranei, ruggine, olio, grassi, pellicole superficiali sfarinanti. I ferri saranno ripuliti asportando completamente la ruggine e ricoperti a breve distanza con i successivi specifici trattamenti.
3. I ferri di armatura ripuliti saranno trattati mediante applicazione a pennello in due mani a distanza di circa 4 [h] l'una dall'altra, con miscela cementizia modificata con inibitori di corrosione, resine sintetiche, microsilica, a specifica funzione di protezione anticorrosiva e di ponte adesivo.
4. I riporti in spessore a ricostruzione del copriferro e di parti mancanti saranno realizzati, mediante riporto diretto di malta pronta a ritiro controllata ad elevata tixotropia, a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati fino a 2 [mm], microfibre ed additivi.
5. L'applicazione sarà eseguita a dorso di cazzuola e spatola per spessori fino a 2 [cm] per mano, curando di bagnare a rifiuto il sottofondo prima dell'applicazione.
6. Le superfici riparate si regolarizzeranno mediante applicazione di malta adesiva tixotropica a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati di fine granulometria, additivi e microfibre.
7. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna. La superficie riparata e l'intera struttura andranno poi protette contro la carbonatazione mediante un'apposita veniciatura.
8. La protezione anticorrosiva delle barre d'armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.
9. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
10. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
10-S	Esposizione dei ferri di armatura	

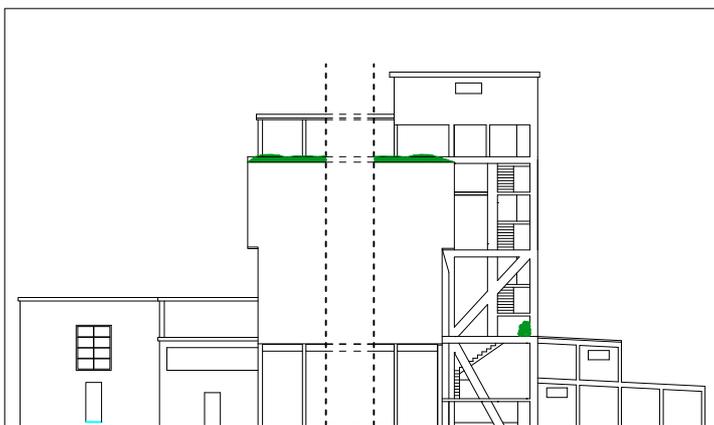
Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Calcestruzzo armato	Rettangolare

**Descrizione:**

Distacchi di parti in calcestruzzo con conseguente messa a nudo e corrosione dei ferri di armatura.

**Cause possibili:**

Condizioni di esercizio in ambiente marino, aggressioni chimico-fisiche.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
12-S	Presenza di vegetazione	↓

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Sud	Calcestruzzo	Longitudinale

Descrizione:
Presenza di individui erbacei, arbusti o arborei.

Cause possibili:
Accumuli di umidità, attacco di organismi autotrofi (batteri unicellulari, alghe, licheni, piante superiori).

Intervento:
Verifica delle eventuali rotture, dislocazioni e infiltrazioni. Rimozione della vegetazione, controllo delle condizioni degli strati sottostanti, eventuale applicazione di trattamenti anti infestanti, sostituzione degli elementi infestanti.

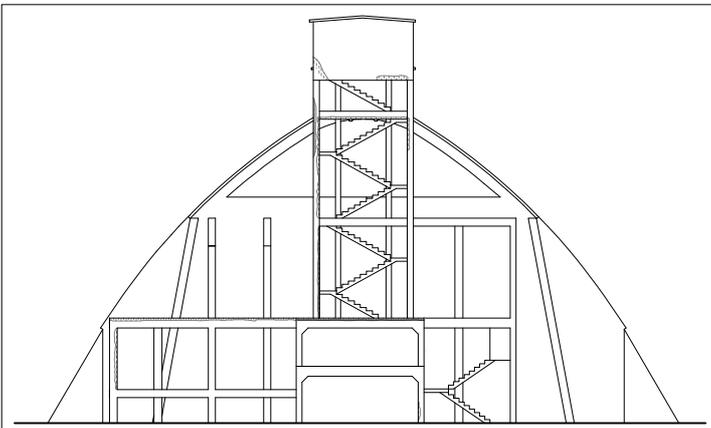
mezzo di spatola metallica per il muschio e di strappo manuale per le erbe infestanti.

4. Applicazione puntuale di sostanza lichenicida, non dilavabile dalla pioggia.

5. Trattamento consolidante diffuso con acqua di calce a spruzzo fino a rifiuto.

6. La superficie riparata andrà protetta applicando 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.

Fasi applicative:
1. Pulitura a secco diffusa con scopinetti e spazzole di saggina ed eventuale uso di aspiratori per polveri.
2. Successiva pulitura ad umido mediante bagnatura con acqua distillata e sfregamento con spazzole di saggina.
3. Applicazione puntuale di sostanza biocida ad azione diserbante, previa asportazione meccanica, per



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
1-E	Distacco	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Calcestruzzo armato	Rettangolare

Descrizione:
Soluzione di continuità tra strati del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, errori di posa in opera, errori di utilizzo di sabbie o malte, stress termici, formazioni di sali o efflorescenze.

Intervento:
Analisi dell'entità dei distacchi e delle cause che hanno determinato il fenomeno. Demolizioni delle zone interessate e ripristino delle parti mancanti.

Fasi applicative:
1. Il sottofondo in calcestruzzo dovrà essere accuratamente pulito mediante sabbatura, idrosabbatura o energica spazzolatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo parti friabili o incoerenti.
2. La ricostruzione e la finitura del calcestruzzo

saranno effettuate con malta cementizia a base di resine acriliche e fibre polipropileniche da miscelare con acqua secondo le indicazioni della scheda tecnica dell'azienda fornitrice, previa applicazione, sui ferri di armatura scoperti, di idoneo inibitore di corrosione.

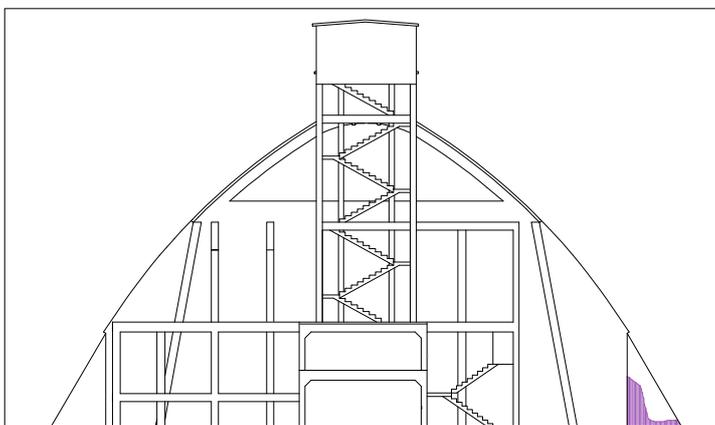
3. Qualora sia necessario un tempo di presa ed indurimento accelerato, come nei periodi invernali, la malta sarà idratata con una appropriata quantità di specifico accelerante privo di cloruri, più o meno miscelato con acqua in funzione dei tempi di presa desiderati, seguendo scrupolosamente i rapporti di miscelazione indicati nella scheda tecnica del fornitore.

4. Le superfici riparate saranno regolarizzate mediante l'applicazione di una malta cementizia adesiva, costituita da inerti selezionati di fine granulometria, leganti idraulici modificati con l'aggiunta di polimeri acrilici in dispersione ed opportuni additivi.

5. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna.

6. La protezione anticorrosiva delle barre di armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.

7. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.



**Immagine**



**Intervento:**

Realizzazione di barriera chimica continua orizzontale o verticale per il risanamento di murature soggette a umidità di risalita capillare.

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
3-E	Fronte di risalita	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Calcestruzzo armato	Irregolare

**Descrizione:**

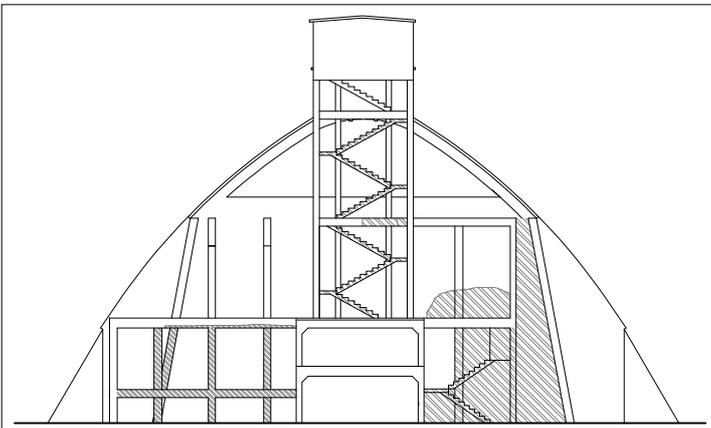
Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. È generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

**Cause possibili:**

Presenza di falda acquifera in fondazione, Ristagno d'acqua, Impermeabilizzazione inadeguata e/o danneggiata.

**Fasi applicative:**

1. Perforazione della muratura ad un'altezza di circa 15 [cm] dalla quota del pavimento, realizzando dei fori di 24 [mm] per una profondità leggermente inferiore allo spessore totale del muro ed interasse di 15 [cm].
2. Posizionamento degli appositi iniettori con malta antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.
3. Smontaggio degli iniettori.
4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.
5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.
6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.
7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm]
8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.



**Immagine**



**Intervento:**

Valutazione della profondità dello strato eroso. Applicazione di un trattamento protettivo idrorepellente, anticorrosione e antiusura.

base di cementi modificati con polimeri sintetici in emulsione e silicafume, contenente inerti selezionati, microfibre sintetiche a costruire una armatura diffusa, speciali additivi.

3. A stagionatura avvenuta della malta per il riconsolidamento dei pilastri applicare lo specifico tessuto unidirezionale in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) ad alte prestazioni secondo le seguenti fasi:

- a. Applicare sul sottofondo asciutto l'apposita resina epossidica, avente rapporto stechiometrico 4:1 con la funzione specifica di penetrare sul sottofondo ed ancorare il successivo strato di tessuto.
- b. Tagliare con una forbice il tessuto in fibra di carbonio unidirezionale del peso di 230 [g/m<sup>2</sup>] e stenderlo a mano lungo la superficie ricostruita facendo in modo di richiamare la resina già applicata. Fasciando la struttura effettuare delle sovrapposizioni di qualche centimetro.
- c. Applicare a rullo sul tessuto così steso la seconda mano della stessa resina epossidica usata per l'impregnazione.

Il tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

1. Resistenza a trazione delle fibre > 3500 [N/mm<sup>2</sup>]
2. Modulo elastico > 230 [kN/mm<sup>2</sup>]
3. Deformazione a rottura 1,5 [%] circa
4. Spessore di esercizio del tessuto 0,13 [mm]
5. Larghezza del tessuto 60 [cm]

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
4-E	Erosione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Calcestruzzo armato	Rettangolare

**Descrizione:**

Asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta.

**Cause possibili:**

Erosione meccanica da pioggia, erosione per abrasione da vento, aggressione chimica da inquinanti, formazione di ghiaccio negli strati superficiali.

**Fasi applicative:**

1. Pulire accuratamente il sottofondo di calcestruzzo mediante sabbiatura o idrosabbiatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo parti friabili o incoerenti. Applicare specifico inibitore di corrosione sui ferri di armatura affioranti.

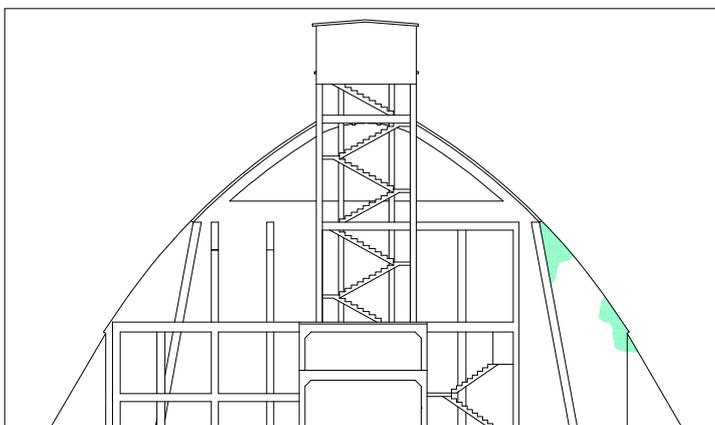
2. Ricostruire il calcestruzzo mediante malte pronte a base di cementi modificati con polimeri sintetici in emulsione e silicafume, contenente inerti selezionati, microfibre sintetiche a costruire una armatura diffusa, speciali additivi.

3. A stagionatura avvenuta della malta per il riconsolidamento dei pilastri applicare lo specifico tessuto unidirezionale in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) ad alte prestazioni secondo le seguenti fasi:

- a. Applicare sul sottofondo asciutto l'apposita resina epossidica, avente rapporto stechiometrico 4:1 con la funzione specifica di penetrare sul sottofondo ed ancorare il successivo strato di tessuto.
- b. Tagliare con una forbice il tessuto in fibra di carbonio unidirezionale del peso di 230 [g/m<sup>2</sup>] e stenderlo a mano lungo la superficie ricostruita facendo in modo di richiamare la resina già applicata. Fasciando la struttura effettuare delle sovrapposizioni di qualche centimetro.
- c. Applicare a rullo sul tessuto così steso la seconda mano della stessa resina epossidica usata per l'impregnazione.

Il tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

1. Resistenza a trazione delle fibre > 3500 [N/mm<sup>2</sup>]
2. Modulo elastico > 230 [kN/mm<sup>2</sup>]
3. Deformazione a rottura 1,5 [%] circa
4. Spessore di esercizio del tessuto 0,13 [mm]
5. Larghezza del tessuto 60 [cm]



**Immagine**



**Intervento:**

Rifacimento di intonaci su murature miste o sottofondi soggetti a risalita capillare con intonaci deumidificanti

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
5-E	Patina biologica	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Intonaco	Forma irregolare

**Descrizione:**

Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato

**Cause possibili:**

Azione di microrganismi autotrofi, Presenza di umidità o acqua, caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, asperità, rientranze, ecc.).

**Fasi applicative:**

Il risanamento avviene applicando sul sottofondo opportunamente preparato un intonaco deumidificante premiscelato, secondo le seguenti fasi:

1. Rimozione degli intonaci fatiscenti fino ad una altezza pari alla quota raggiunta dalla risalita capillare dell'umidità, aumentata di tre volte lo

spessore della muratura, avendo cura di scarnire in profondità le fughe cementizie tra gli elementi.

2. Pulire accuratamente le superfici da ogni parte incoerente, mediante idrolavaggio in pressione a saturazione del sottofondo, ma eliminando ristagni di acqua nelle cavità superficiali.

3. Nel caso la superficie del supporto presenti rilevanti vuoti o avvallamenti, realizzare un priempimento con materiale inerte o con una malta di calce-cemento, avente il solo scopo di regolarizzare la superficie di rivestimento per l'applicazione successiva dell'intonaco deumidificante.

4. Idratare l'intonaco premiscelato deumidificante, costituito da una miscela di leganti idraulici, inerti selezionati, agenti porogeni ed additivi catalizzanti dei sali solubili presenti nelle murature, nel rapporto acqua/prodotto 0,145 fino ad ottenere una consistenza plastico/fluida.

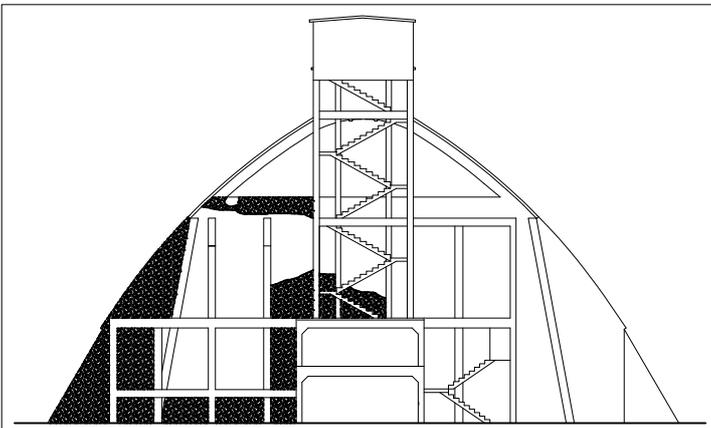
5. Applicare a cazzuola un primo sprizzo di aggrappo al sottofondo, avente spessore uniforme di 5 [mm], lasciandolo rustico.

6. Idratare l'intonaco deumidificante nel rapporto acqua/prodotto 0,136 fino ad ottenere una consistenza plastica.

7. Applicare a cazzuola un rinzaffo sullo sprizzo a consistenza plastica, sullo sprizzo rappreso lasciato rustico, per uno spessore omogeneo di 2[cm].

8. A seconda dell'aspetto estetico finale desiderato l'intonaco può essere lasciato grezzo, liscio rustico con stagge o frattazzo rigorosamente di legno, liscio civile mediante rasatura in strato sottile con un adeguato prodotto ad elevata traspirabilità, costituito da una miscela di legante cemento-calce, inerti di finissima granulometria, agenti porogeni, applicato a spatola dentata per uno spessore di 3 [mm].

9. È possibile un trattamento decorativo verniciante successivo, che dovrà avvenire rigorosamente con pitture colorate a base di calce o silicati; trattamenti idro repellenti incolore possono essere realizzati impiegando vernici impermeabili all'acqua ma permeabili al vapore a base di siliconi in solvente a rapida evaporazione, o vernici silossaniche in solvente a lenta evaporazione.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
6-E	Esfoliazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie.

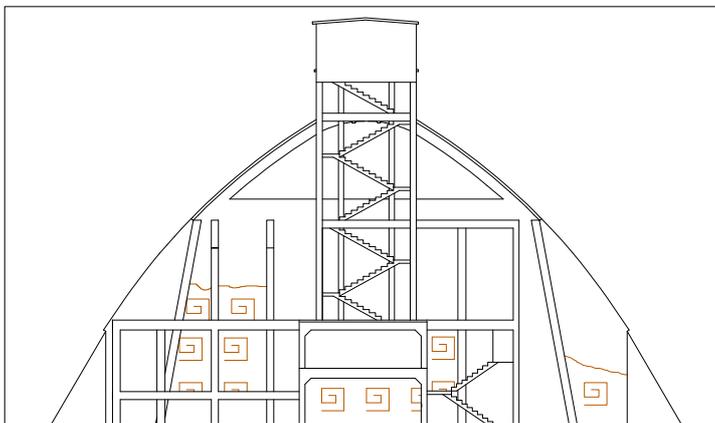
Cause possibili:
Movimento dell'acqua all'interno del substrato, azione di microrganismi, applicazione di prodotti vernicianti pellicolanti su supporti tradizionali, presenza di carbonato di calcio.

Intervento:
Analisi della profondità dello strato soggetto a disgregazione. Stuccature con malte antiritiro o formulanti epossidici e applicazione di un trattamento consolidante.

cemento-calce) e sabbia vagliata di granulometria 0÷3 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsione di resine acriliche stirene-butadiene, con effetto di alto potere coesivo, resistenza ed impermeabilità, nel rapporto di 1:1 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 5 [mm] lasciando al rustico.

3. Realizzare un rinzaffo sullo sprizzo lasciato rustico, con una malta a consistenza plastica, ottenuta miscelando nel rapporto 1:3 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia di granulometria 0÷8 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsionante di resine acriliche stirene-butadiene, nel rapporto di 1:3 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 10 - 12 [mm] per singolo strato, ricaricando se necessario.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco ammalorato dovrà essere rimosso fino al vivo del mattone e il sottofondo dovrà essere bagnato a rifiuto con acqua.
2. Realizzare lo sprizzo di aggrappante con una malta di consistenza fluida, ottenuta miscelando nel rapporto 1:2 in volume, cemento (o una miscela



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
9-E	Graffito vandalico	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.

Cause possibili:
Insudiciamento mediante inchiostri, vernici o altre sostanze in gado di aderire e penetrare nell'intonaco.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. In relazione all'origine delle macchie intervenire con la semplice pulizia.

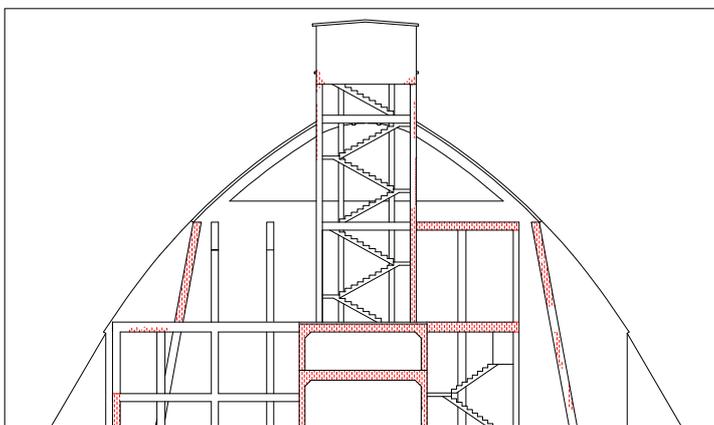
Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco deturpato sarà sottoposto a un lavaggio con acqua mista a sapone.
2. Sfregare la superficie con carta vetrata a grana sottile.
3. Utilizzo di appositi solventi applicati attraverso l'utilizzo di un compressore per far penetrare il

prodotto in ogni poro della superficie da trattare.

4. Utilizzo di una spazzola meccanica che attraverso lo sfregamento meccanico toglierà ogni residuo di vernice.

5. La protezione della struttura verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.

6. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



**Intervento:**

Analisi delle cause e dell'entità del degrado. Ricostruzione dello strato di copriferro di travi, pilastri di strutture in calcestruzzo armato.

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
10-E	Esposizione dei ferri di armatura	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Calcestruzzo armato	Rettangolare

**Descrizione:**

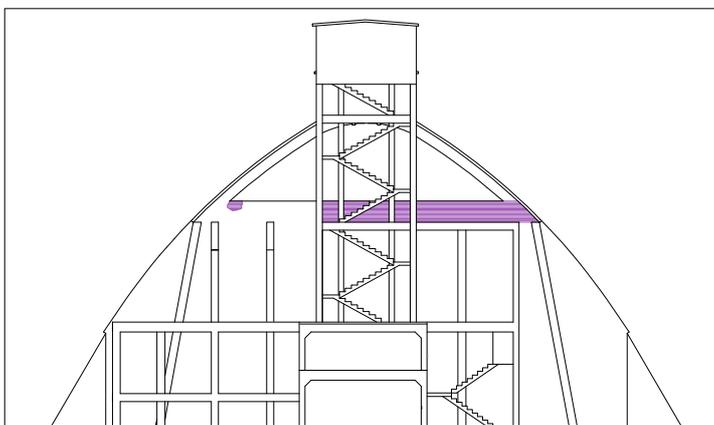
Distacchi di parti in calcestruzzo con conseguente messa a nudo e corrosione dei ferri di armatura.

**Cause possibili:**

Condizioni di esercizio in ambiente marino, aggressioni chimico-fisiche.

**Fasi applicative:**

1. Procedere alla demolizione di ogni parte in distacco o non dotata di sufficiente resistenza e coerenza. Le armature in avanzato stato di degrado saranno scoperte rimuovendo completamente lo strato di copriferro. Devono essere rimosse anche le tracce di precedenti eventuali interventi di riparazione o riporti non perfettamente aderenti. Tali operazioni dovranno essere eseguite con mezzi manuali o comunque tali da non danneggiare lo strato di calcestruzzo sano sottostante evitando eccessive vibrazioni.
2. Effettuare una accurata pulizia mediante sabbiatura di tutte le superfici interessate dai successivi trattamenti, con completa rimozione di sostanze o depositi estranei, ruggine, olio, grassi, pellicole superficiali sfarinanti. I ferri saranno ripuliti asportando completamente la ruggine e ricoperti a breve distanza con i successivi specifici trattamenti.
3. I ferri di armatura ripuliti saranno trattati mediante applicazione a pennello in due mani a distanza di circa 4 [h] l'una dall'altra, con miscela cementizia modificata con inibitori di corrosione, resine sintetiche, microsilica, a specifica funzione di protezione anticorrosiva e di ponte adesivo.
4. I riporti in spessore a ricostruzione del copriferro e di parti mancanti saranno realizzati, mediante riporto diretto di malta pronta a ritiro controllata ad elevata tixotropia, a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati fino a 2 [mm], microfibre ed additivi.
5. L'applicazione sarà eseguita a dorso di cazzuola e spatola per spessori fino a 2 [cm] per mano, curando di bagnare a rifiuto il sottofondo prima dell'applicazione.
6. Le superfici riparate si regolarizzeranno mediante applicazione di malta adesiva tixotropica a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati di fine granulometria, additivi e microfibre.
7. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna. La superficie riparata e l'intera struttura andranno poi protette contro la carbonatazione mediante un'apposita veniciatura.
8. La protezione anticorrosiva delle barre d'armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.
9. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
10. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
11-E	Mancanza	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Est	Laterizio	Irregolare

Descrizione:
Perdita di elementi tridimensionali.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, consistente presenza di formazioni saline, soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di fessurazioni e/o di lesioni strutturali.

Intervento:
Analisi delle cause, dell'entità del degrado e di eventuali problemi statici. Ripristino degli elementi o ricostruzione di parti mancanti attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci.

Fasi applicative:
1. Eliminazione del vecchio intonaco e di tutte le parti inconsistenti o mosse.
2. Accurata scarnitura dei giunti di malta con eliminazione di tutti i materiali friabili e poco consistenti.
3. Lavaggio con acqua in pressione di tutte le

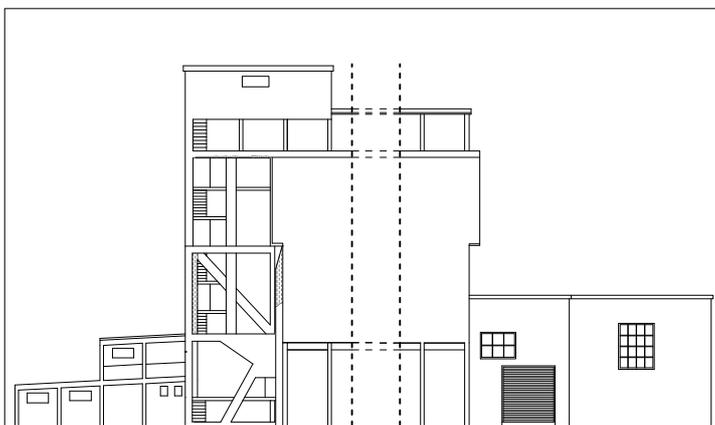
superfici.

4. Ricostituzione dell'elemento attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci con l'utilizzo di malta avete le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a compressione a 28 [gg]. 660 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza a flessione a 28 [gg] 165 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- prova di adesione: 5,8 [N/mm<sup>2</sup>]
- modulo elastico secante a compressione a 28 [gg] 227000 [KgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell' espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147

5. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.

6. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
1-N	Distacco	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo armato	Rettangolare

Descrizione:
Soluzione di continuità tra strati del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, errori di posa in opera, errori di utilizzo di sabbie o malte, stress termici, formazioni di sali o efflorescenze.

Intervento:
Analisi dell'entità dei distacchi e delle cause che hanno determinato il fenomeno. Demolizioni delle zone interessate e ripristino delle parti mancanti.

saranno effettuate con malta cementizia a base di resine acriliche e fibre polipropileniche da miscelare con acqua secondo le indicazioni della scheda tecnica dell'azienda fornitrice, previa applicazione, sui ferri di armatura scoperti, di idoneo inibitore di corrosione.

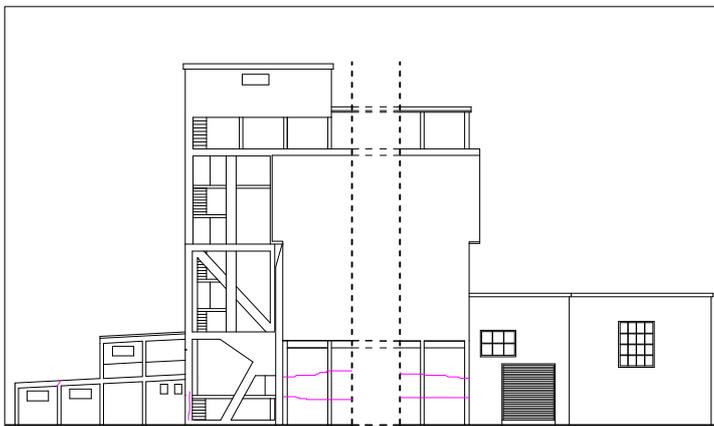
3. Qualora sia necessario un tempo di presa ed indurimento accelerato, come nei periodi invernali, la malta sarà idratata con una appropriata quantità di specifico accelerante privo di cloruri, più o meno miscelato con acqua in funzione dei tempi di presa desiderati, seguendo scrupolosamente i rapporti di miscelazione indicati nella scheda tecnica del fornitore.

4. Le superfici riparate saranno regolarizzate mediante l'applicazione di una malta cementizia adesiva, costituita da inerti selezionati di fine granulometria, leganti idraulici modificati con l'aggiunta di polimeri acrilici in dispersione ed opportuni additivi.

5. L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna.

6. La protezione anticorrosiva delle barre di armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.

7. La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di verniciatura elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa, previa applicazione di una mano di apposito primer consolidante, mediante pennello, rullo o spruzzo.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
2-N	Fratturazione o fessurazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo	Forma lineare

Descrizione:
Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Cause possibili:
Cicli di gelo e disgelo, Dissesto dell'apparato portante, Incompatibilità fisico/meccanico tra i materiali, Formazioni di ossidi, solfiti carbonati.

Intervento:
Consolidamento di murature mediante intonaci armati collaboranti a sandwich.

Fasi applicative:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eliminazione del vecchio intonaco e di tutte le parti inconsistenti o mosse.</li> <li>2. Accurata scarnitura dei giunti di malta con eliminazione di tutti i materiali friabili e poco consistenti.</li> <li>3. Lavaggio con acqua in pressione di tutte le</li> </ol>

superfici oggetto dell'intervento.

4. Applicazione su entrambi i lati della muratura, di rete elettrosaldata (maglia 10x10 tondino da 6 [mm]) fissata alla muratura con tondini da 8 [mm] ancorati al supporto con malta ad espansione controllata pronta all'uso in ragione di due-tre ancoraggi a m<sup>2</sup>. La malta sarà preparata con betoniera avendo cura di introdurre prima i 3/4 di acqua necessari per l'impasto, il prodotto e la rimanente acqua. La miscelazione sarà effettuata con cura fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

La malta avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

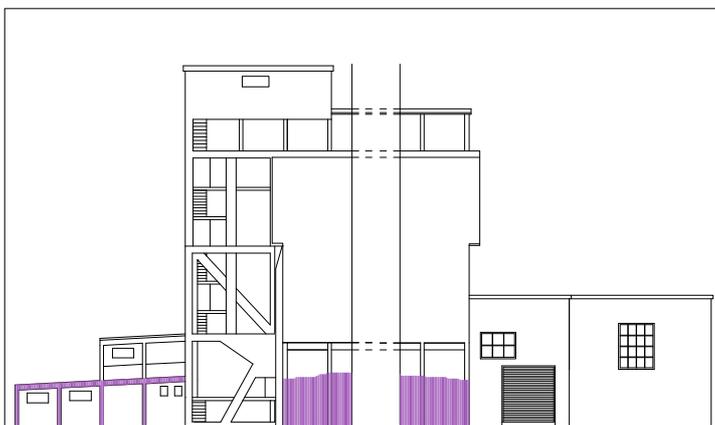
- resistenza a compressione a 28 [gg]. 660 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza a flessione a 28 [gg] 165 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- prova di adesione: 5,8 [N/mm<sup>2</sup>]
- modulo elastico secante a compressione a 28 [gg] 227000 [KgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell'espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147
- prova di sfilamento (Pull-Out) di barra da 16 [mm]: 106930 [N]

5. Bagnatura delle superfici e posa in opera di malta antiritiro ad alta resistenza fibroarmata con spessore non inferiore a tre centimetri. La malta sarà preparata con betoniera avendo cura di introdurre prima i 3/4 di acqua necessari per l'impasto, il prodotto e la rimanente acqua. La miscelazione sarà effettuata con cura fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

La malta avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a compressione: a 1 [g] 205 [kg/cm<sup>2</sup>]  
a 7 [gg] 470 [kg/cm<sup>2</sup>]  
a 28 [gg] 590 [kg/cm<sup>2</sup>]
- modulo di elasticità secante a compressione a 28 [gg] 220000 [kgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell'espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147
- adesione al supporto a 28 [gg] 6,2 [N/mm<sup>2</sup>]

Qualora fosse possibile intervenire da entrambi i lati, si procederà da un solo lato realizzando un getto di malta a ritiro compensato fibroarmata ad alta resistenza pronta all'uso dello spessore di 8 - 10 [cm], armata con rete elettrosaldata fissata al supporto con sei - otto ancoraggi a m<sup>2</sup> sigillati con malta ad espansione controllata pronta all'uso.



**Immagine**



**Intervento:**

Realizzazione di barriera chimica continua orizzontale o verticale per il risanamento di murature soggette a umidità di risalita capillare.

antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.

3. Smontaggio degli iniettori.

4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.

5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.

6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.

7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].

8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
3-N	Fronte di risalita	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo armato	Irregolare

**Descrizione:**

Limite di migrazione dell'acqua che si manifesta con la formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. È generalmente accompagnato da variazioni della saturazione del colore nella zona sottostante.

**Cause possibili:**

Presenza di falda acquifera in fondazione, Ristagno d'acqua, Impermeabilizzazione inadeguata e/o danneggiata.

**Fasi applicative:**

1. Perforazione della muratura ad un'altezza di circa 15 [cm] dalla quota del pavimento, realizzando dei fori di 24 [mm] per una profondità leggermente inferiore allo spessore totale del muro ed interasse di 15 [cm].

2. Posizionamento degli apposi iniettori con malta

antiritiro a rapido indurimento e successiva iniezione di resina impermeabilizzante ad alta penetrazione rispettando un consumo non inferiore a 0,2 [kg/m<sup>2</sup>] per ogni centimetro di spessore.

3. Smontaggio degli iniettori.

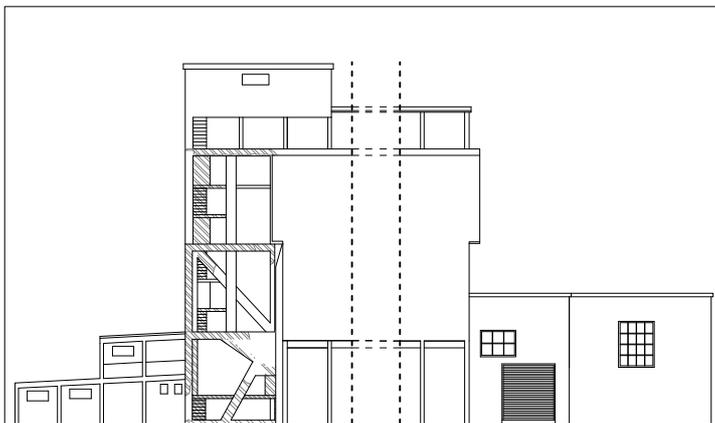
4. Dopo minimo una settimana dalla rimozione degli iniettori, intasamento dei fori con malta pronta all'uso desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.

5. Demolizione dell'eventuale intonaco sia interno che esterno.

6. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati, con un consumo totale di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa stuccatura di eventuali giunti aperti della muratura con malta idraulica additivata con resina acrilica adesivizzante.

7. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].

8. Dopo la stagionatura dell'intonaco, applicazione a spatola di malta idraulica deumidificante, rispettando un consumo di circa 2 [kg/m<sup>2</sup>], previa bagnatura del supporto.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
4-N	Erosione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo armato	Rettangolare

Descrizione:
Asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta.

Cause possibili:
Erosione meccanica da pioggia, erosione per abrasione da vento, aggressione chimica da inquinanti, formazione di ghiaccio negli strati superficiali.

Intervento:
Valutazione della profondità dello strato eroso. Applicazione di un trattamento protettivo idrorepellente, anticorrosione e antiusura.

**Fasi applicative:**

1. Pulire accuratamente il sottofondo di calcestruzzo mediante sabbiatura o idrosabbiatura in modo tale da eliminare dal calcestruzzo parti friabili o incoerenti. Applicare specifico inibitore di corrosione sui ferri di armatura affioranti.

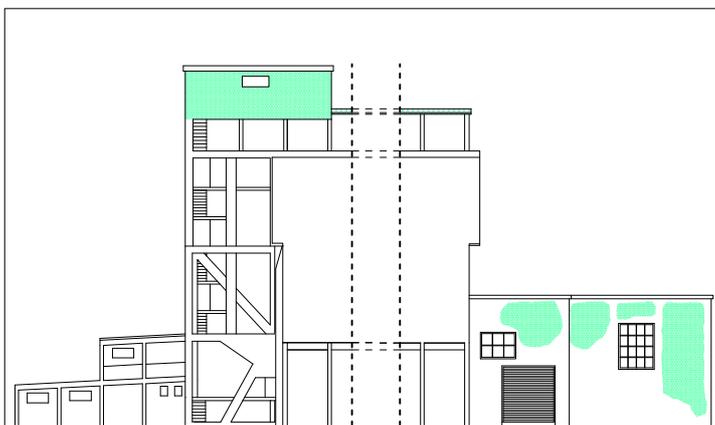
2. Ricostruire il calcestruzzo mediante malte pronte a base di cementi modificati con polimeri sintetici in emulsione e silicafume, contenente inerti selezionati, microfibre sintetiche a costruire una armatura diffusa, speciali additivi.

3. A stagionatura avvenuta della malta per il riconsolidamento dei pilastri applicare lo specifico tessuto unidirezionale in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) ad alte prestazioni secondo le seguenti fasi:

- a. Applicare sul sottofondo asciutto l'apposita resina epossidica, avente rapporto stechiometrico 4:1 con la funzione specifica di penetrare sul sottofondo ed ancorare il successivo strato di tessuto.
- b. Tagliare con una forbice il tessuto in fibra di carbonio unidirezionale del peso di 230 [g/m<sup>2</sup>] e stenderlo a mano lungo la superficie ricostruita facendo in modo di richiamare la resina già applicata. Fasciando la struttura effettuare delle sovrapposizioni di qualche centimetro.
- c. Applicare a rullo sul tessuto così steso la seconda mano della stessa resina epossidica usata per l'impregnazione.

Il tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- 1. Resistenza a trazione delle fibre > 3500 [N/mm<sup>2</sup>]
- 2. Modulo elastico > 230 [kN/mm<sup>2</sup>]
- 3. Deformazione a rottura 1,5 [%] circa
- 4. Spessore di esercizio del tessuto 0,13 [mm]
- 5. Larghezza del tessuto 60 [cm]



**Immagine**



**Intervento:**

Rifacimento di intonaci su murature miste o sottofondi soggetti a risalita capillare con intonaci deumidificanti

Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
5-N	Patina biologica	

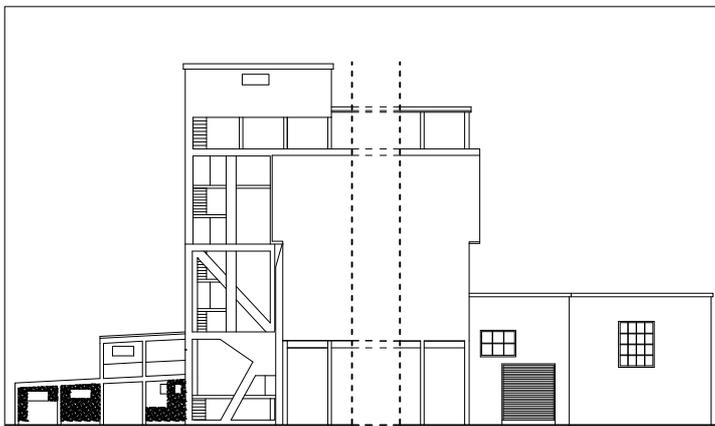
Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Intonaco	Forma irregolare

Descrizione:
Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato

Cause possibili:
Azione di microrganismi autotrofi, Presenza di umidità o acqua, Caratteristiche morfologiche del substrato (scabrosità, asperità, rientranze, ecc.).

Fasi applicative:
Il risanamento avviene applicando sul sottofondo opportunamente preparato un intonaco deumidificante premiscelato, secondo le seguenti fasi:

1. Rimozione degli intonaci fatiscenti fino ad una altezza pari alla quota raggiunta dalla risalita capillare dell'umidità, aumentata di tre volte lo spessore della muratura, avendo cura di scarnire in profondità le fughe cementizie tra gli elementi.
2. Pulire accuratamente le superfici da ogni parte incoerente, mediante idrolavaggio in pressione a saturazione del sottofondo, ma eliminando ristagni di acqua nelle cavità superficiali.
3. Nel caso la superficie del supporto presenti rilevanti vuoti o avvallamenti, realizzare un priempimento con materiale inerte o con una malta di calce-cemento, avente il solo scopo di regolarizzare la superficie di rivestimento per l'applicazione successiva dell'intonaco deumidificante.
4. Idratare l'intonaco premiscelato deumidificante, costituito da una miscela di leganti idraulici, inerti selezionati, agenti porogeni ed additivi catalizzanti dei sali solubili presenti nelle murature, nel rapporto acqua/prodotto 0,145 fino ad ottenere una consistenza plastico/fluida.
5. Applicare a cazzuola un primo sprizzo di aggrappo al sottofondo, avente spessore uniforme di 5 [mm], lasciandolo rustico.
6. Idratare l'intonaco deumidificante nel rapporto acqua/prodotto 0,136 fino ad ottenere una consistenza plastica.
7. Applicare a cazzuola un rinzafo sullo sprizzo a consistenza plastica, sullo sprizzo rappreso lasciato rustico, per uno spessore omogeneo di 2[cm].
8. A seconda dell'aspetto estetico finale desiderato l'intonaco può essere lasciato grezzo, liscio rustico con stagge o frattazzo rigorosamente di legno, liscio civile mediante rasatura in strato sottile con un adeguato prodotto ad elevata traspirabilità, costituito da una miscela di legante cemento-calce, inerti di finissima granulometria, agenti porogeni, applicato a spatola dentata per uno spessore di 3 [mm].
9. È possibile un trattamento decorativo verniciante successivo, che dovrà avvenire rigorosamente con pitture colorate a base di calce o silicati; trattamenti idro repellenti incolore possono essere realizzati impiegando vernici impermeabili all'acqua ma permeabili al vapore a base di siliconi in solvente a rapida evaporazione, o vernici silossaniche in solvente a lenta evaporazione.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
6-N	Esfoliazione	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Intonaco	Rettangolare

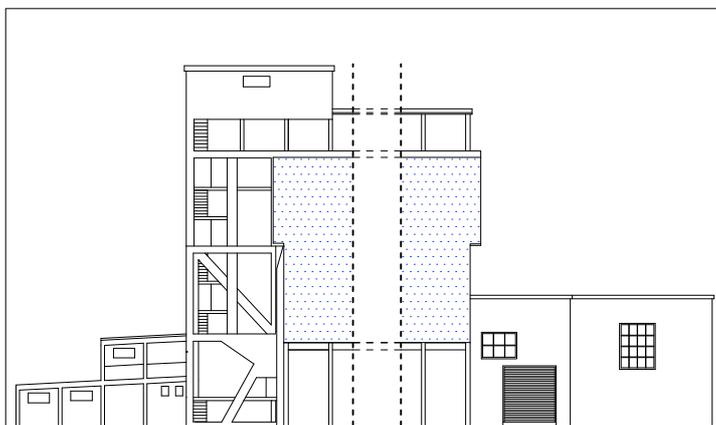
Descrizione:
Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie.

Cause possibili:
Movimento dell'acqua all'interno del substrato, azione di microrganismi, applicazione di prodotti vernicianti pellicolanti su supporti tradizionali, presenza di carbonato di calcio.

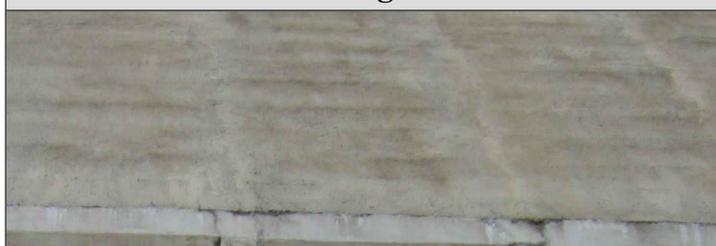
Intervento:
Analisi della profondità dello strato soggetto a disgregazione. Stuccature con malte antiritiro o formulanti epossidici e applicazione di un trattamento consolidante.

cemento-calce) e sabbia vagliata di granulometria 0÷3 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsione di resine acriliche stirene-butadiene, con effetto di alto potere coesivo, resistenza ed impermeabilità, nel rapporto di 1:1 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 5 [mm] lasciando al rustico.

3. Realizzare un rinzaffo sullo sprizzo lasciato rustico, con una malta a consistenza plastica, ottenuta miscelando nel rapporto 1:3 in volume, cemento (o una miscela cemento-calce) e sabbia di granulometria 0÷8 [mm], idratata con una soluzione di acqua e additivo a base di emulsionante di resine acriliche stirene-butadiene, nel rapporto di 1:3 in volume; applicabile a cazzuola o intonacatrice per spessori non superiori a 10 - 12 [mm] per singolo strato, ricaricando se necessario.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
7-N	Macchia	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo	Rettangolare

Descrizione:
Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia alla presenza di materiali estranei (acqua, sostanze organiche, microrganismi).

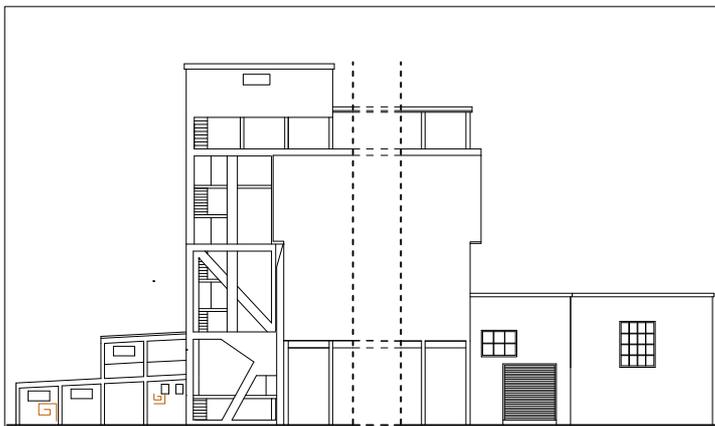
Cause possibili:
Biodeteriogeni, ossidazione di elementi metallici, acqua piovana, CO <sub>2</sub> , ambienti salini.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. In relazione all'origine delle macchie intervenire con la semplice pulizia o con la rimozione del calcestruzzo.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco deturpato sarà sottoposto a un lavaggio con acqua mista a sapone.
2. Sfregare la superficie con carta vetrata a grana sottile.
3. Utilizzo di appositi solventi applicati attraverso l'utilizzo di un compressore per far penetrare il

prodotto in ogni poro della superficie da trattare.

4. Utilizzo di una spazzola meccanica che attraverso lo sfregamento meccanico toglierà ogni residuo.
5. La protezione della struttura contro verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
6. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
9-N	Graffito vandalico	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Intonaco	Rettangolare

Descrizione:
Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate.

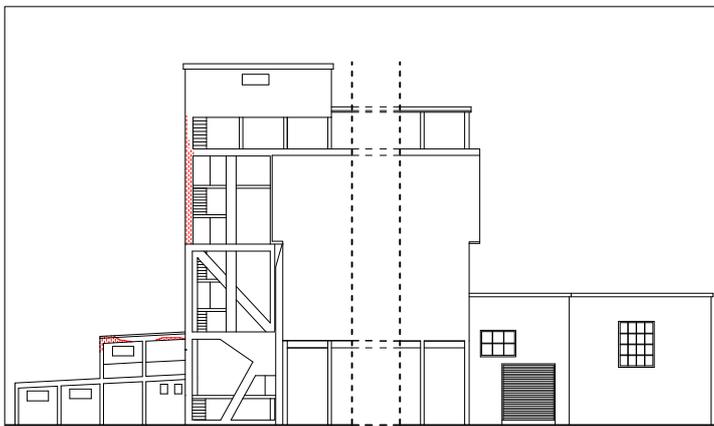
Cause possibili:
Insudiciamento mediante inchiostri, vernici o altre sostanze in gado di aderire e penetrare nell'intonaco.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. In relazione all'origine delle macchie intervenire con la semplice pulizia.

Fasi applicative:
1. Tutto l'intonaco deturpato sarà sottoposto a un lavaggio con acqua mista a sapone.
2. Sfregare la superficie con carta vetrata a grana sottile.
3. Utilizzo di appositi solventi applicati attraverso l'utilizzo di un compressore per far penetrare il

prodotto in ogni poro della superficie da trattare.

4. Utilizzo di una spazzola meccanica che attraverso lo sfregamento meccanico toglierà ogni residuo di vernice.
5. La protezione della struttura verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
6. In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
10-N	Esposizione dei ferri di armatura	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Calcestruzzo armato	Rettangolare

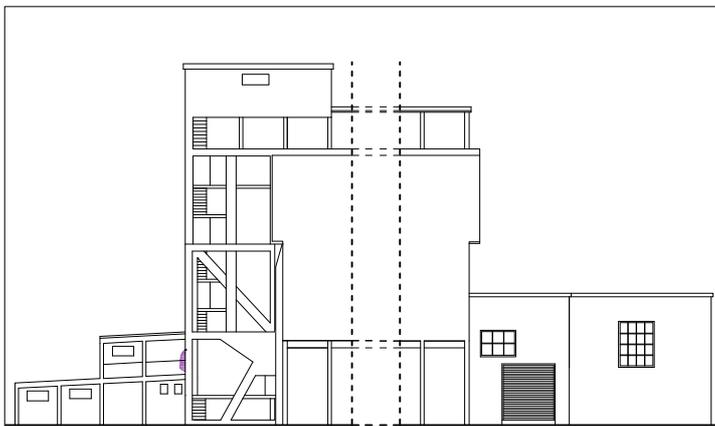
Descrizione:
Distacchi di parti in calcestruzzo con conseguente messa a nudo e corrosione dei ferri di armatura.

Cause possibili:
Condizioni di esercizio in ambiente marino, aggressioni chimico-fisiche.

Intervento:
Analisi delle cause e dell'entità del degrado. Ricostruzione dello strato di copriferro di travi, pilastri di strutture in calcestruzzo armato.

Fasi applicative:
1. Procedere alla demolizione di ogni parte in distacco o non dotata di sufficiente resistenza e coerenza. Le armature in avanzato stato di degrado saranno scoperte rimuovendo completamente lo strato

- di copriferro. Devono essere rimosse anche le tracce di precedenti eventuali interventi di riparazione o riporti non perfettamente aderenti. Tali operazioni dovranno essere eseguite con mezzi manuali o comunque tali da non danneggiare lo strato di calcestruzzo sano sottostante evitando eccessive vibrazioni.
- Effettuare una accurata pulizia mediante sabbiatura di tutte le superfici interessate dai successivi trattamenti, con completa rimozione di sostanze o depositi estranei, ruggine, olio, grassi, pellicole superficiali sfarinanti. I ferri saranno ripuliti asportando completamente la ruggine e ricoperti a breve distanza con i successivi specifici trattamenti.
  - I ferri di armatura ripuliti saranno trattati mediante applicazione a pennello in due mani a distanza di circa 4 [h] l'una dall'altra, con miscela cementizia modificata con inibitori di corrosione, resine sintetiche, microsilica, a specifica funzione di protezione anticorrosiva e di ponte adesivo.
  - I riporti in spessore a ricostruzione del copriferro e di parti mancanti saranno realizzati, mediante riporto diretto di malta pronta a ritiro controllata ad elevata tixotropia, a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati fini a 2 [mm], microfibre ed additivi.
  - L'applicazione sarà eseguita a dorso di cazzuola e spatola per spessori fini a 2 [cm] per mano, curando di bagnare a rifiuto il sottofondo prima dell'applicazione.
  - Le superfici riparate si regolarizzeranno mediante applicazione di malta adesiva tixotropica a base di cementi modificati con polimeri sintetici e microsilica, inerti selezionati di fine granulometria, additivi e microfibre.
  - L'applicazione sarà eseguita a spatola su sottofondo bagnato a rifiuto e successivamente finita con frattazzino di spugna. La superficie riparata e l'intera struttura andranno poi protette contro la carbonatazione mediante un'apposita veniciatura.
  - La protezione anticorrosiva delle barre d'armatura non precedentemente trattate sarà assicurata dall'applicazione di un inibitore di corrosione migrante applicato in 2 - 3 mani a pennello o rullo su tutte le superfici in c.a. esposte all'azione degli agenti atmosferici.
  - La protezione della struttura contro la carbonatazione verrà assicurata dall'applicazione di 2 - 3 mani mediante pennello o rullo di una vernice elastica protettiva e decorativa, traspirante al passaggio del vapore, impermeabile all'acqua ed ai gas aggressivi atmosferici, a base di resina acrilica in dispersione acquosa.
  - In alternativa, nei casi di sottofondo leggermente umido, verrà impiegata una specifica vernice protettiva e decorativa a base di resine acriliche in dispersione acquosa applicata a rullo, pennello o spruzzo in almeno due mani.



**Immagine**



Scheda:	Tipo di degrado:	Retino:
11-N	Mancanza	

Orientamento:	Collocazione:	Geometria:
Nord	Laterizio	Irregolare

Descrizione:
Perdita di elementi tridimensionali.

Cause possibili:
Fenomeni di umidità ascendente, consistente presenza di formazioni saline, soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di fessurazioni e/o di lesioni strutturali.

Intervento:
Analisi delle cause, dell'entità del degrado e di eventuali problemi statici. Ripristino degli elementi o ricostruzione di parti mancanti attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci.

Fasi applicative:
1. Eliminazione del vecchio intonaco e di tutte le parti inconsistenti o mosse.
2. Accurata scarnitura dei giunti di malta con eliminazione di tutti i materiali friabili e poco consistenti.
3. Lavaggio con acqua in pressione di tutte le

superfici.

4. Ricostuzione dell'elemento attraverso la tecnica del rincoccio e/o del cuci-scuci con l'utilizzo di malta avete le seguenti caratteristiche meccaniche:

- resistenza a compressione a 28 [gg]. 660 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- resistenza a flessione a 28 [gg] 165 [Kg/cm<sup>2</sup>]
- prova di adesione: 5,8 [N/mm<sup>2</sup>]
- modulo elastico secante a compressione a 28 [gg] 227000 [KgF/cm<sup>2</sup>]
- certificazione dell' espansione contrastata in base alla normativa UNI 8147

5. Applicazione in doppia mano a pennello di malta deumidificante e desalinizzante ad alta resistenza ai solfati.

6. Rifacimento dell'intonaco con malta a base di calce idraulica con spessore minimo di 2 [cm].

## Bibliografia

- Almesberger, D., Geometrante, R., Meriani, S., Rizzo, M, (2002). “Indagini Non Distruttive Per La Riquilificazione Del Capannone Nervi A Cagliari”; in *Atti Delle Giornate Aicap (2002) Bologna, 6-8 Giugno*. pp. 363-70
- Angius, V. e Casalis, G (1833-1856). Dizionario Angius/Casalis, *La Sardegna paese per paese - Cagliari* : L'Unione sarda, 2004-2005
- AA.VV (2013). *Repertorio plurilingue e variazione linguistica a Cagliari*. Milano. Franco Angeli Ed.
- Archivio Soprintendenza ai Beni Architettonici e Paesaggistici di Cagliari e Oristano - fascicolo
- Brigaglia M., Mastino A., Ortu G.G. (2002). *Storia della Sardegna 1: dalla Preistoria all'età bizantina*. Roma; Bari, Editori Laterza.
- Brigaglia M.- Mastino A.,Ortu G.G.(2006) *.Storia della Sardegna 2: dal Settecento ad oggi*. Roma; Bari, Editori Laterza.
- Corti, F. (1989) “La grande colmata”. In: *Almanacco di Cagliari, n23. 1989*
- Cadinu, M (2007). “Architettura e tecnologia nelle saline di Cagliari nell’800 e nel ‘900”. In AA.VV.:*Il Tesoro delle Città, Strenna dell’Associazione Storia della Città - Anno V 2007*,Kappa Edizioni di Architettura e Psicologia - Roma. pp. 99-113)
- Della Marmora, A. F. (1850). Quistioni marittime riguardanti l’isola di Sardegna, Cagliari, Timon, 1850, Tavola III, p. 49 nota 1. In Cadinu 2007: 107
- Massoli Novelli R, Mocci Demartis, A. (1989). *Le Zone umide della Sardegna*, Vallecchi ed, Firenze.
- Pennacchietti, F. A. (2001) “Un termine latino nell’iscrizione punica CIS n° 143? Una nuova congettura”.In BECCARIA-MARELLO, *La parola al testo*, 2001, pp. 302-315;
- Pittau, M. (2011). *I toponimi della Sardegna – Significato e origine*. Sassari: EDES (Editrice Democratica Sarda).
- Principe, I. (1998). *Le città nella storia d’Italia: Cagliari*. Edizioni Laterza, Bari, fig. 44 p. 79
- Scano, D. (1934).*Forma Kalaris*. (a cura del Comune di Cagliari, pref. di E. Endrich), Cagliari, Società Editrice Italiana (oggi in ed. anast. Cagliari, *La zattera*, 1970; Cagliari, 3T, 1989).
- Sullivan, L. (1986) “*The Tall Office Building Artistically Considered*”. Lippincott's Magazine, March 1896.
- Stiglitz, A. (2007) Cagliari fenicia e punica. In: *Rivista di Studi Fenici XXXV*, 1
- Taramelli, A. (1925). “Le saline di Cagliari”, in *Le Vie d’Italia*, Febbraio 1925
- Tubi, N. (2012). *Rilevamenti dello stato e tecniche degli interventi di ripristino negli edifici*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Zancanaro, C. (2001). *Il recupero degli edifici*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Zevi L. (2003) *Il nuovissimo manuale dell'architetto*. Mancosu Editore, Roma,;

## NORMATIVA

Autorità Portuale di Cagliari, Piano Regolatore Portuale 2009, Valutazione Ambientale e Strategica 21.01.2010

Autorità Portuale di Cagliari, Relazione idrologica idraulica, Settembre 2009

Comune di Cagliari - Servizio Lavori Pubblici - Determinazione n° 11392 / 2014 del 17/11/2014

L.R. 25 novembre 2004, n.8 Piano Paesaggistico Regionale

Regolamento Comunale Di Igiene Di Igiene e Sanità, Testo aggiornato, Deliberazioni di C.C.: n. 8 del 23.01.1998; n. 34 del 03.04.1998; n. 70 del 06.04.1999; n. 87 del 18.05.1999; n. 3 del 14.02.2000; n. 29 del 11.04.2006; n. 58 del 31.07.2006.

Piano Urbanistico Comunale - Norme Tecniche di Attuazione  
[https://www.comune.cagliari.it/normativa/index.php/Piano Urbanistico Comunale - Norme Tecniche di Attuazione](https://www.comune.cagliari.it/normativa/index.php/Piano_Urbanistico_Comunale_-_Norme_Tecniche_di_Attuazione) URL consultato Marzo 2020

UNI 11182:2006

UNI 3972:1981

## SITI INTERNET

<http://www.apmolentargius.it/le-saline-nella-storia/> URL consultato Febbraio 2020

<http://www.cagliarincompiuta.it/padiglione-nervi-cagliari/> URL consultato Marzo 2020

<http://www.camera.it/parlam/leggi/00388102.htm> URL consultato Febbraio 2020

<http://www.comuni-italiani.it/092/009/clima.html> URL consultato Marzo 2020

[\*Statistiche demografiche ISTAT\*](#) URL consultato Marzo 2020

[www.flickr.com](http://www.flickr.com) URL consultato Novembre 2019

<http://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=decauville> URL consultato Febbraio 2020

<http://www.parcomolentargius.it/articolo.php?art=885> URL consultato Febbraio 2020

[https://patrimonio.archivioluca.com/luce-web/detail/IL5000031629/2/notizie-dalla-sardegna.html?startPage=40&jsonVal={%22jsonVal%22:{%22query%22:\[%22\\*:\\*%22\],%22fieldDate%22:%22dataNormal%22,%22\\_perPage%22:20,%22luoghi%22:\[%22%22Cagliari%22%22\]}} in data 01/10/2017](https://patrimonio.archivioluca.com/luce-web/detail/IL5000031629/2/notizie-dalla-sardegna.html?startPage=40&jsonVal={%22jsonVal%22:{%22query%22:[%22*:*%22],%22fieldDate%22:%22dataNormal%22,%22_perPage%22:20,%22luoghi%22:[%22%22Cagliari%22%22]}} in data 01/10/2017) URL consultato Novembre 2019

<http://www.porto.cagliari.it/> URL consultato Marzo 2020

<http://www.protezionecivile.gov.it/documents/20182/1272515/Mappa+classificazione+sismica+al+31+gennaio+2020+per+comuni/df142eb4-4446-42ce-b53b-a3abde5d7d48> URL consultato a Giugno 2020

<2020http://www.regione.sardegna.it/j/v/2568?s=331926&v=2&c=348&t=1> URL consultato Marzo 2020

[https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_617\\_20160707134541.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_617_20160707134541.pdf) URL consultato Marzo 2020

<http://www.sardegnaoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai> URL consultato Marzo 2020

<http://www.sardegnaoportale.it> URL consultato Febbraio 2020

<http://www.sardegnaoportale.it/> URL consultato Marzo 2020

[https://www.urbismap.com/normativa/Cagliari/PUC#a\\_8410](https://www.urbismap.com/normativa/Cagliari/PUC#a_8410) URL consultato Marzo 2020

[https://it.wikipedia.org/wiki/Padiglione\\_del\\_Sale#/media/File:Padiglione\\_Nervi\\_Cagliari.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Padiglione_del_Sale#/media/File:Padiglione_Nervi_Cagliari.jpg) URL consultato Novembre 2019