

POLITECNICO DI MILANO - POLO REGIONALE DI LECCO -

Facoltà di Ingegneria Edile-Architettura

Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura



## **GREEN FOR LIFE**

---

*Recupero e riqualificazione dell'Area Pratogrande, Garlate*

Relatore:

Arch. Laura E. Malighetti

Correlatori:

Ing. Graziano Salvalai

Ing. Ferruccio Galmozzi

Ing. Matteo Colombo

Tesi di laurea di:

Alessandra Colombo

matr. 677492

Fabrizio Zanette

matr. 665122

Anno Accademico 2011 - 2012

---

## **ABSTRACT**

Nell'anno 2009 - 2010 viene indetto il bando di concorso "Riqualificare Garlate - Area Pratogrande" dalla società Pratogrande s.r.l. in collaborazione con il comune di Garlate e dal Polo Regionale di Lecco del Politecnico di Milano. L'obiettivo del bando è di valorizzare l'area Pratogrande (di competenza sia pubblica che privata) attraverso il recupero e la rifunzionalizzazione delle strutture sportive, e di realizzare un centro che sia all'avanguardia per attività sportive, benessere e salute.

In questa tesi presentiamo un progetto di recupero, riqualificazione e ampliamento del Centro Pratogrande a Garlate. In particolare, il progetto si occupa del recupero, della riqualificazione e dell'ampliamento degli edifici esistenti, al fine di creare una sinergia tra le strutture e di migliorare l'aspetto sia estetico che tecnologico. La tematica preminente del progetto è la natura, che ne diventa parte integrante.

Il piano della tesi è il seguente. Dapprima vengono presentate le analisi urbanistiche e le analisi di rilievo con l'individuazione delle anomalie presenti. Si procede poi con la descrizione del masterplan generale dell'area di progetto e della rifunzionalizzazione delle strutture. Infine, si giunge al cuore della tesi: il centro natatorio.

Il progetto del centro natatorio prevede tre tipi di intervento: recupero, riqualificazione e ampliamento.

Per quanto riguarda il recupero si è prestata particolare attenzione al risparmio energetico con le scelte prestazionali; la riqualificazione prevede la sostituzione della copertura esistente con un manto verde naturale; l'ampliamento definisce nuovi spazi e nuovi percorsi, al fine di conseguire un miglioramento spaziale - funzionale. La sezione ingegneristica dell'elaborato affronta il dimensionamento della nuova struttura in acciaio che copre la piscina esterna esistente. Per quanto riguarda il dimensionamento degli impianti, si è prestata particolare attenzione al risparmio energetico e al



---

comfort ambientale introducendo sistemi quali pannelli radianti, unità trattamento aria e caldaia a condensazione.

In 2009-2010 the public notification "Retrain Garlate - Pratogrande Area" is announced by the company Pratogrande Ltd. in collaboration with the City of Garlate and the Polo Regionale di Lecco of Politecnico di Milano. The purpose of the call is to enhance and improve the area Pratogrande (which is both public and private) through the renovation and refurbishing of the sport facilities, and to create a center that is at the forefront for sports, fitness and health.

In this thesis a renovation, refurbishing and enlargement plan of the Centre Pratogrande in Garlate is present. In particular, the project deals with the renovation, upgrading and enlargement of existing buildings in order to create a synergy between the structures and to improve both aesthetics and technology. The main theme of the project is nature, which becomes part of the project.

The plan of the thesis is the following. An urban analysis and planning is presented together with the analysis of anomalies. Then the general description of the masterplan of the project area and the renovation of existing structures are presented.

Finally the core of the thesis, the swimming pool center, is presented. The design of the swimming center involves three types of intervention: renovation, refurbishing and expansion. As for the renovation, special care has been paid to the energy performance of the structures; the refurbishing involves the replacement of the existing roof with a grass layer; the enlargement defines new spaces and new routes in order to achieve spatial - functional improvements. The engineering section of the thesis deals with

---

sizing of the new steel cover for the existing outdoor pool. As for the sizing of facilities, particular attention has been paid to energy saving and environmental comfort by introducing systems such as: underfloor heating, air handling units and condensing boilers.

---

## INDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>   | <b>VII</b> |
| <b>CAPITOLO 1 IL BANDO DI CONCORSO E I RIFERIMENTI ARCHITETTONICI.....</b> | <b>1</b>   |
| 1.1 Il bando di concorso .....   | 1          |
| 1.1.1 Programma funzionale inerente all' "Area Pratogrande" .....          | 1          |
| 1.1.2 Il programma funzionale del progetto di recupero e ampliamento.....  | 2          |
| 1.1.3 Programma funzionale inerente all' "Area Comunale" .....             | 4          |
| 1.2 Riferimenti architettonici.....  | 5          |
| <b>CAPITOLO 2 ANALISI URBANISTICA .....</b>                                | <b>10</b>  |
| 2.1 Inquadramento territoriale .....                                       | 10         |
| 2.2 Analisi del territorio .....   | 12         |
| 2.2.1 Il sistema viabilistico .....  | 12         |
| 2.2.2 Analisi climatica .....  | 15         |
| 2.2.3 Analisi del verde .....  | 17         |
| 2.2.4 Analisi del contesto .....   | 21         |
| 2.2.5 Analisi dei vincoli.....   | 22         |
| 2.3 Analisi F.D.O.M. ....  | 25         |
| 2.3.1 F.D.O.M. del comune di Garlate .....                                 | 25         |
| 2.3.2 F.D.O.M. dell'area di intervento .....                               | 27         |
| <b>CAPITOLO 3 ANALISI DI CONSERVAZIONE E RECUPERO .....</b>                | <b>29</b>  |
| 3.1 Conoscenza dell'oggetto .....  | 29         |
| 3.2 Palazzina dell'ex Custode .....  | 30         |
| 3.3 Palestra Comunale.....   | 35         |
| 3.4 Centro Pratogrande.....  | 41         |
| 3.4.1 Rilievo dello stato di fatto .....                                   | 43         |
| <b>CAPITOLO 4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>                           | <b>81</b>  |
| 4.1 Concept plan.....  | 81         |
| 4.2 Progetto di rifunionalizzazione su piccola scala .....                 | 82         |
| 4.3 Progetto Centro Natatorio .....  | 89         |

---

|   |            |
|---|------------|
| 4.4 Verifica di congruità del progetto .....                            | 101        |
| 4.4.1 Diversamente abili .....  | 101        |
| 4.4.2 Vigili del fuoco .....  | 109        |
| <b>CAPITOLO 5   PRESTAZIONI TECNOLOGICHE EDIFICIO DI RECUPERO .....</b> | <b>115</b> |
| 5.1 Verifica prestazionale degli elementi tecnici.....                  | 115        |
| 5.2 La parete verde .....   | 125        |
| 5.3 Sezioni tecnologiche.....   | 129        |
| <b>CAPITOLO 6   DIMENSIONAMENTO ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>           | <b>139</b> |
| 6.1 Descrizione della struttura .....                                   | 139        |
| 6.2 Normativa di riferimento.....                                       | 139        |
| 6.3 Analisi dei carichi.....  | 141        |
| 6.3.1 Combinazione dei carichi agli stati limite .....                  | 149        |
| 6.4 Dimensionamento trave secondaria.....                               | 151        |
| 6.5 Trave primaria .....  | 153        |
| 6.6 Dimensionamento trave di facciata .....                             | 157        |
| 6.7 Dimensionamento dei Pilastri.....                                   | 157        |
| 6.8 Il controvento .....  | 162        |
| 6.9 Trave di fondazione.....  | 164        |
| 6.10   Unione bullonata .....   | 166        |
| 6.10.1   Unione trave secondaria HEB 160 - trave primaria HEB 160.....  | 167        |
| 6.10.2   Unione trave primaria HEB 160 – pilastro HEB 140.....          | 168        |
| <b>CAPITOLO 7   DIMENSIONAMENTO IMPIANTISTICO .....</b>                 | <b>169</b> |
| 7.1 L'impianto esistente .....  | 169        |
| 7.2 Il riscaldamento del centro sportivo .....                          | 170        |
| 7.2.1 Calcolo della potenza termica da assegnare all'edificio .....     | 171        |
| 7.2.2 Calcolo dispersione per ventilazione .....                        | 175        |
| 7.3 Impianto caldaia e corpi scaldanti .....                            | 177        |
| 7.4 I pannelli radianti .....   | 178        |
| 7.4.1 Dimensionamento dei pannelli radianti.....                        | 178        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 7.5Trattamento dell'aria .....                    | 179        |
| 7.5.1 Dimensionamento unità trattamento aria..... | 180        |
| 7.6La caldaia a condensazione.....                | 182        |
| 7.6.1 Dimensionamento della caldaia .....         | 182        |
| <b>CONCLUSIONI....</b> .....                      | <b>185</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b> .....                    | <b>187</b> |
| <b>SITI INTERNET.....</b> .....                   | <b>187</b> |
| <b>INDICE DELLE IMMAGINI .....</b>                | <b>188</b> |
| <b>INDICE DELLE TABELLE .....</b>                 | <b>190</b> |
| <b>INDICE DELLE TAVOLE.....</b>                   | <b>191</b> |

---

## INTRODUZIONE

Questa tesi di laurea nasce da un progetto sviluppato nell'ambito del corso di "Recupero e riqualificazione degli edifici" tenuto dalle docenti L. E. Malighetti e C. Salvini, nell'anno accademico 2009 – 2010, presso il Politecnico di Milano, sede di Lecco. Durante il corso ci è stata proposta la partecipazione al concorso "Riqualificare Garlate - Area Pratogrande". Vi abbiamo partecipato con il progetto "Green For Life", che qui presentiamo.

L'oggetto della tesi è il recupero e la riqualificazione del Centro Pratogrande, nel comune di Garlate a Lecco. L'area di progetto si estende per 12.000 m<sup>2</sup> sulle sponde del Lago di Garlate e accoglie al suo interno diversi edifici dove si svolgono attività prettamente sportive, legate sia al nuoto sia allo sforzo fisico di tipo ginnico.

Il progetto di recupero e riqualificazione dell'Area Pratogrande prende il nome di "Green For Life" per evocare e sottolineare quei temi di salute e natura che caratterizzano sport e benessere.

L'attività sportiva in una città come Lecco è molto importante, favorita dalla peculiarità del territorio: le montagne e il lago. Lecco vede una continua crescita dell'attività sportiva dalla prima metà del '900, periodo a partire dal quale si formano società e gruppi sportivi, con la successiva edificazione di strutture dedicate allo sport. Il primo complesso che viene costruito è la "Canottieri", nel cuore della città: offre strutture per gli sport acquatici, come il nuoto, la canoa e il canottaggio. In un secondo momento, in una zona limitrofa della città viene realizzato il centro sportivo "Bione": qui si svolgono tutti i tipi di attività, dal nuoto al calcio e all' atletica. Gli anni '70 vedono la realizzazione del Centro Pratogrande in un comune vicino a Lecco, Garlate. Oggi quest'area comprende sei edifici, realizzati in tempi differenti: il primo è stato il Capannone per il rimessaggio barche, poi, contemporaneamente, sono stati costruiti lo Yacht Club e la Palestra Comunale. Successivamente nascono la Palazzina dell'Ex Custode e il

---

centro natatorio con annessi palestra, campi da tennis e da pallavolo. In ultimo sorge l'Hotel Nuovo.

Nonostante i complessi edili presenti in quest'area oggi risultino sorpassati e decadenti, tuttora il centro registra una grande affluenza. Costruita secondo le tecniche all'avanguardia per quei tempi, oggi l'area si presenta in stato decadente sia per la mancata manutenzione sia per alcuni problemi strutturali.

L'obiettivo del progetto è recuperare la struttura esistente, apportando migliorie sia a livello estetico che tecnologico e funzionale, garantendo un benessere e un comfort che attualmente non sono più presenti.

In architettura, il recupero è quel complesso di interventi e trasformazioni che mirano alla conservazione delle strutture il più possibile nel rispetto dell'esistente e tenendo presente le esigenze dei fruitori e delle risorse disponibili. Mira a ripristinare la parte ammalorata con piccoli interventi che devono garantire il riutilizzo dell'edificio mantenendo, però, là dove sia possibile, le sue origini. È importante tenere conto nel progetto dei caratteri specifici e di unicità dell'edificio su cui si interviene per non rischiare di perderne l'identità storica. Il progetto deve evitare di cancellare ma, al contrario, evidenziare tutte le fasi storiche significative che l'edificio ha vissuto nel tempo.

---

# CAPITOLO 1 IL BANDO DI CONCORSO E I RIFERIMENTI ARCHITETTONICI

Questo capitolo riporta *verbatim* un estratto degli aspetti salienti del bando di concorso "Riqualificare Garlate - Area Pratogrande" indetto nel 2009 - 2010 dal proprietario dell'Area Pratogrande, Fabio Milani, in collaborazione con la Professoressa Laura Malighetti. Il capitolo si conclude con una presentazione schematica dei riferimenti architettonici che hanno ispirato il nostro progetto.

## 1.1 IL BANDO DI CONCORSO

Lo scopo del concorso è quello di stimolare nei partecipanti, ai fini della formazione progettuale, la partecipazione attiva nonché la capacità propositiva di elaborare idee originali e fattibili, relative alla valorizzazione dell'area denominata Pratogrande sulle sponde del Lago di Garlate, attraverso il recupero e la rifunzionalizzazione delle strutture sportive "Centro Sportivo Pratogrande", della società Pratogrande s.r.l. e dell'area a servizi di interesse pubblico e del Centro Sportivo Comunale, per farne un centro all'avanguardia con lo sport, il benessere e la salute.[...]

### 1.1.1 Programma funzionale inerente all'"Area Pratogrande"

L'area interessata dal centro si estende per circa 12000 mq sulle rive del lago di Garlate in un contesto naturale di pregio, circondato da una corona di montagne che parte dal Resegone a Nord fino ad arrivare al promontorio del Monte Barro.

Il complesso sportivo, risalente al 1973, è immerso in un parco ed è formato da:

- volume della piscina coperta: costruita in calcestruzzo armato di due piani fuori terra e uno interrato comprendente n.1 piscina



---

regolamentare da 25 m, n.1 piscina per bambini, palestra, spogliatoi, reception, bar

- palazzina "ex custode": costruzione in calcestruzzo armato di due piani fuori terra ubicata sulla Strada Statale 36, comprendente un centro estetico e una palestra pesi
- strutture sportive all'aperto: n.1 piscina esterna regolamentare da 25 m e n.1 piscina esterna per bambini con annesso idromassaggio e recente ristrutturazione, n.2 campi da tennis/calciotto di cui uno chiudibile durante la stagione invernale, n.1 campo gioco pallavolo, n.1 area gioco all'aperto.

### **1.1.2 Il programma funzionale del progetto di recupero e ampliamento**

Il programma funzionale prevede il recupero della struttura del volume della piscina coperta e l'ampliamento dell'offerta sport attraverso la costruzione di una nuova piscina coperta da 25 m con l'obiettivo di fornire una risposta adeguata alle esigenze del centro sportivo, con un ampliamento degli spazi benessere e dei servizi ai bambini. La nuova struttura dovrà essere pensata per garantire continuità di erogazione dei servizi oggi offerti dal centro sportivo durante i lavori di recupero e adeguamento della piscina esistente.

Il progetto di recupero-ampliamento dovrà essere messo a punto considerando la struttura dell'albero Hotel Nuovo come complementare a quella del Centro Sportivo pur prevedendo la necessaria autonomia funzionale e l'indipendenza degli accessi. Il progetto di recupero potrà prevedere la demolizione della palazzina "ex custode" e considerare un collegamento con l'adiacente Centro Nautico. Esso dovrà garantire il controllo delle aree a pagamento, la possibilità di chiudere settori/attività che potrebbero seguire orari o giorni di apertura diversi in riferimento alle aree a pagamento aperte al pubblico. La struttura sportiva comprensiva di spazi recuperati e di nuova costruzione dovrà comprendere:

- 
- Area reception: la reception dovrà garantire le mansioni di informazione, vendita, gestione ingressi-iscrizioni e avere il controllo visivo degli accessi alle strutture sportive a pagamento di piscina e palestra
  - Area ristorazione: superficie complessiva di circa 200 m<sup>2</sup> comprensiva di cucina, servizi e sala espandibile durante la stagione estiva (circa 100 mq - 50 coperti), dotata di spazio esterno. L'area ristorazione dovrà essere accessibile anche al pubblico esterno che non usufruisce dei servizi a pagamento offerti dal centro sportivo
  - N.2 piscine coperte da 25 m, di cui una con caratteristiche di "piscina tempo libero" dotata di area ludica
  - N.2 piscine ludiche per bambini ad altezza variabile, di cui una ad uso polivalente dotata di spazio acqua per riabilitazione
  - N.1 palestra: palestra attrezzata con attrezzature cardiotoniche e isotoniche di circa 500 m<sup>2</sup> comprese n.2 sale fitness da 50 m<sup>2</sup>. La palestra dovrà essere in stretto contatto con la palestra di riabilitazione
  - N.1 palestra di riabilitazione: spazio di circa 100 m<sup>2</sup>, comprensivo n.4 stanze mediche (9m<sup>2</sup> ciascuna), collegato alla palestra principale
  - N.1 campo da tennis/calciotto chiudibile nella stagione invernale
  - Spogliatoi: gli spogliatoi (circa 250 m<sup>2</sup>) saranno comuni alle funzioni piscina, palestra. Uno spogliatoio dedicato e indipendente dovrà essere previsto per gli utenti del tennis/calciotto
  - Centro estetico: spazio di circa 100-150 mq comprendente n. 4/6 stanze per trattamenti estetici/massaggi (9mq ciascuna), 1 sauna,1 idromassaggio,1 bagnoturco
  - Ludoteca: spazio di circa 100-150 m<sup>2</sup> comprensivo di servizi igienici

Gli spazi all'aperto immersi nel parco dovranno comprendere:

- n.1 piscina all'aperto da 25 m (esistente)
- n.1 piscina per bambini all'aperto (esistente)
- area giochi per bambini all'aperto
- n.1 campo per gioco pallavolo

---

### 1.1.3 Programma funzionale inerente all' "Area Comunale"

L'amministrazione Comunale, nel proprio strumento urbanistico, ha destinato un'area, in località Pratogrande, sulla sponda del lago di Garlate (individuata nel Piano Regolatore Generale, vigente come Area VS1-opere di urbanizzazione secondaria esistenti e di previsione) a servizio per la collettività a prevalente orientamento sportivo. L'area è parzialmente utilizzata per attività sportive, stante la presenza di una palestra realizzata qualche decina di anni fa. [...]

Nello specifico, è intenzione dell'amministrazione comunale ottenere idee volte a ricercare un completamento dell'area integrato con l'intero comparto composto dal centro sportivo Pratogrande, dell'Hotel e dal Centro Nautico, nonché con le infrastrutture pubbliche di collegamento pedonale e ciclabile. L'obiettivo generale, auspicato dall'amministrazione, è di realizzare un centro di aggregazione dedicato allo sport, al turismo, alla cultura e all'ambiente aperto.

A tale scopo l'Amministrazione Comunale individua le seguenti funzioni e spazi di prevalente interesse da collocare nell'area:

- pontile per attracco canoe a servizio del campo di gara di canottaggio Pescate - Garlate
- pista per biciclette BMX
- Pista ciclopedonale da collegare all'esistente
- Spazi e attrezzature all'aperto per rappresentazioni culturali e per attività ricreative e sportive ad utilizzo della comunità locale.

Al fine di realizzare e completare lo sviluppo dell'area comunale, integrata con le funzioni e le attività sportive private, esistenti e previste, l'Amministrazione Comunale auspica l'individuazione di un disegno che riguardi l'intera area prevista nel PRG.

---

A tale scopo, per favorire e sollecitare l'interesse dei privati proprietari delle aree comprese nell'ambito a servizi i concorrenti potranno prevedere la realizzazione di unità residenziali da collocarsi preferibilmente nella parte settentrionale e/o nella fascia orientale dell'area. Tali residenze, che non potranno complessivamente superare i 1000 mq di SLP, dovranno rispettare le altezze e gli altri parametri urbanistici previsti nelle zone limitrofe. Anche la tipologia dovrà adeguarsi a quelle presenti nelle zone limitrofe, anche se, a fini di studio, i concorrenti potranno proporre e suggerire altre soluzioni tipologiche che ritengano più adeguate anche ai fini del risparmio energetico e dell'uso di materiali e tecnologie attente ai consumi di risorse naturali non rinnovabili.

I concorrenti dovranno prestare attenzione, nell'elaborazione delle configurazioni progettuali riguardanti l'intera area:

- Alle connessioni e ai collegamenti viabilistici e ciclo - pedonali per garantire flussi di traffico e di mobilità adeguati alle funzioni previste e ai volumi di traffico che si potranno ingenerare, nonché alla sicurezza e alla garanzia di accessibilità per tutti
- Al mantenimento, per quanto possibile, delle piante esistenti, e in particolare di quelle ritenute di valore, e alla loro integrazione di un disegno di verde e spazi pubblici adeguati alle funzioni e alla rilevanza del luogo.

## **1.2 RIFERIMENTI ARCHITETTONICI**

Segue una breve rappresentazione dei riferimenti progettuali delle strutture inerenti al bando di concorso: centro benessere, centro sportivo e centro natatorio.



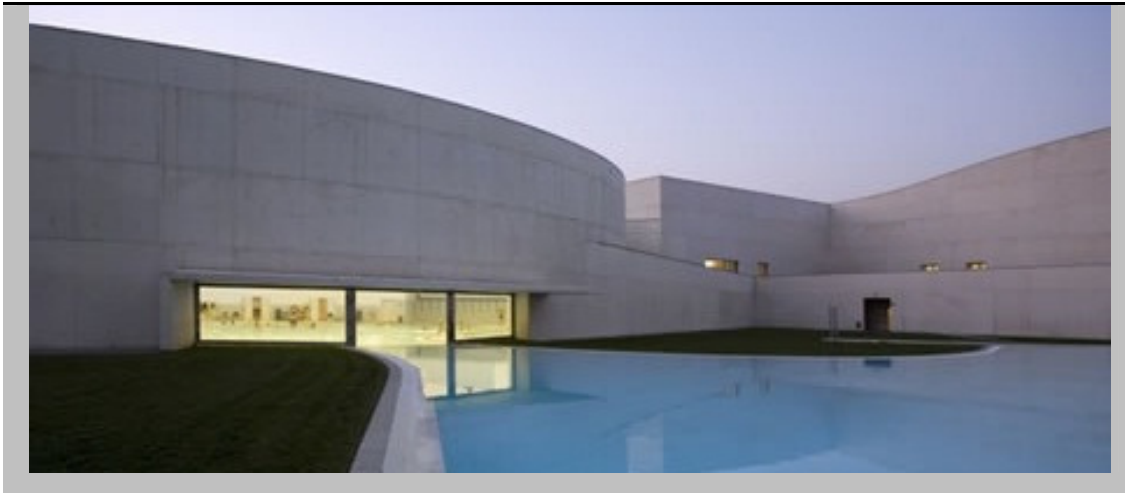
|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| <b>Luogo</b>                | Vals, Svizzera   |
| <b>Progettista</b>          | Peter Zumthor    |
| <b>Anno di apertura</b>     | 1996             |
| <b>Area (m<sup>2</sup>)</b> | 10.000           |
| <b>Tipologia</b>            | Centro benessere |

#### Presentazione

Le terme di Vals sono un teatro di pietra e acqua, dove l'effetto della costruzione richiama la preistoria, con percorsi che si sviluppano come meandri ricavati da un sistema di caverne poste ad angolo retto. La luce del giorno e la vista panoramica creano una zona permeabile tra l'interno e l'esterno, incorniciata dal magnifico paesaggio. Il progetto è caratterizzato dall'uso di materiali naturali, quali il legno e la pietra, e da percorsi scenografici che si snodano in ambiente naturale. L'elemento caratterizzante di queste terme e che noi riprendiamo per il nostro progetto (Centro Benessere) è l'utilizzo di materiale naturale e di grandi vetrate che mettono in comunicazione l'ambiente interno con quello esterno.

#### Altre immagini





|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| <b>Luogo</b>                | Barcellona       |
| <b>Progettista</b>          | Aalvaro Siza     |
| <b>Anno di apertura</b>     | 2005             |
| <b>Area (m<sup>2</sup>)</b> | 40.000           |
| <b>Tipologia</b>            | Centro natatorio |

**Presentazione**

Si tratta di un complesso sportivo arretrato rispetto alla strada urbana ed è costituito da un gruppo distinto di grandi volumi di incastro di cemento bianco, che esprimono la funzione principale dei programmi che vi ospitano al suo interno. Nel dettaglio, ritroviamo una scatola di tipo rettangolare destinata al palazzetto dello sport (in grado di ospitare 2.500 posti), e un tamburo di forma ovale destinato al nuoto, che contiene una piscina e un bar di forma allungata per i servizi ausiliari. L'elemento caratterizzante di questo complesso sportivo e che noi riprendiamo per il nostro progetto (Centro Benessere) è rappresentato dalle "bolle" incastonate nella copertura del soffitto.

**Altre immagini**







Luogo

Toronto

Progettista

Frank Darling e John A. Pearson

Anno di apertura

1914

Area (m<sup>2</sup>)

17.500

Tipologia

Museo

### Presentazione

A livello architettonico la nostra palestra comunale si ispira al museo ROM progettato da Frank Darling e John A. Pearson a Toronto, uno dei maggiori musei di scienze naturali al mondo. Col trascorrere del tempo l'edificio ha subito interventi importanti, soprattutto di ampliamento e la facciata originale è stata restaurata. Oggi vanta la convivenza di due stili architettonici: da una parte sopravvive quello originario italiano neo-romanico, dall'altra prende piede l'architettura moderna, costituita dalla realizzazione di un involucro a forma prismatica. Per il nostro progetto si vuole evidenziare la forma prismatica che fuoriesce dall'edificio.

### Altre immagini



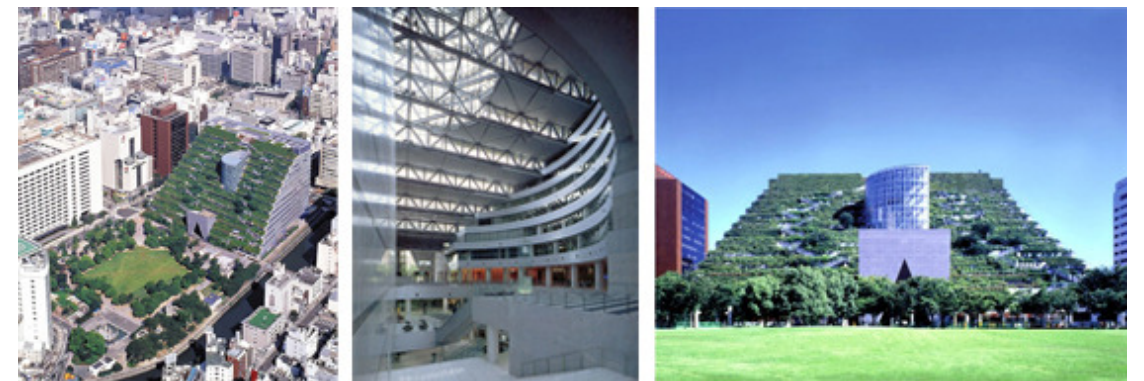


|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| <b>Luogo</b>                | Fukuoka, Giappone |
| <b>Progettista</b>          | Emilio Ambasz     |
| <b>Anno di apertura</b>     | 1994              |
| <b>Area (m<sup>2</sup>)</b> | 1.000.000         |
| <b>Tipologia</b>            | Centro uffici     |

**Presentazione**

L'edificio è caratterizzato dalla forte presenza di verde naturale. Sulla facciata Nord domina un vasto manto verde; la parte Sud è completamente vetrata e si affaccia su un parco. Nell'edificio sono presenti 35.000 piante, di 76 specie diverse. La vegetazione aiuta a mantenere la temperatura all'interno dell'edificio a un livello confortevole, riducendo così il consumo energetico. Per il nostro progetto utilizziamo il verde come finitura della facciata, per garantire una continuità con l'ambiente naturale e l'interno dell'edificio.

**Altre immagini**





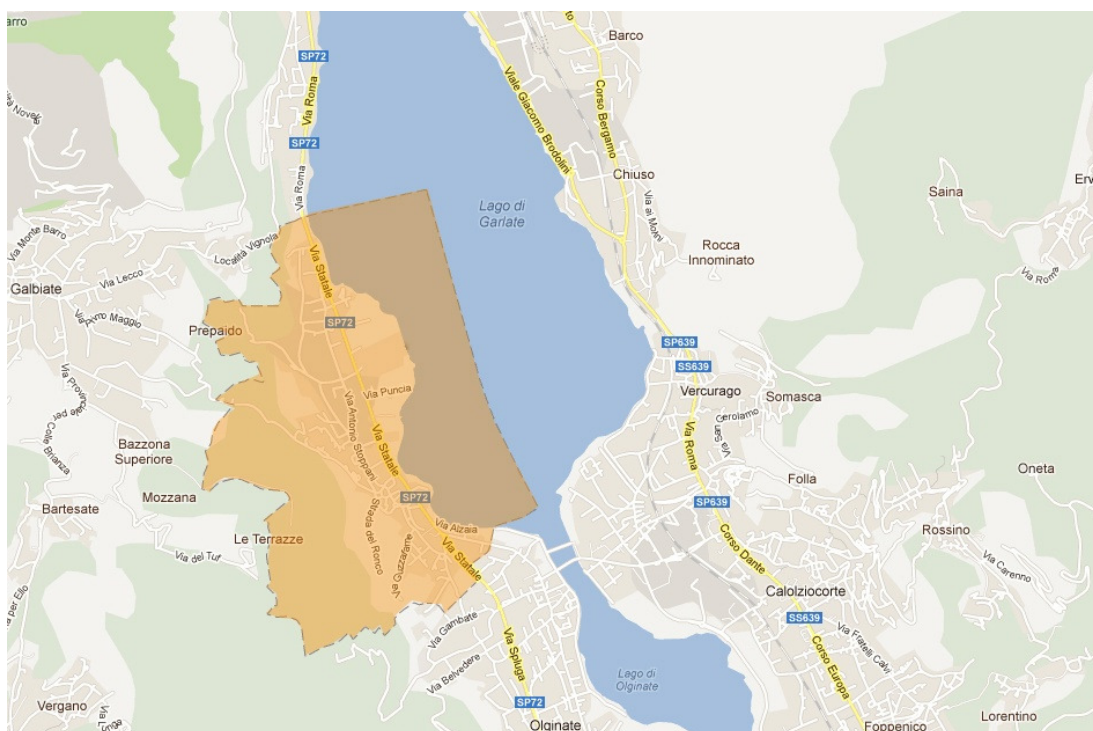
---

## CAPITOLO 2 ANALISI URBANISTICA

Questo capitolo tratta le condizioni dell'area di progetto e il contesto in cui è inserita, evidenziando gli aspetti viabilistici e climatici.

### 2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di intervento presa in esame si trova in Italia, nella Regione Lombardia, in un comune della Provincia di Lecco, Garlate.



**Figura 2.1-1 Individuazione del comune di Garlate (Garlate, Google maps, <http://maps.google.it>)**

La Regione Lombardia è caratterizzata dalla presenza di una morfologia molto particolare: nella parte settentrionale spiccano le vette delle Alpi, nella zona più meridionale si estende la Pianura Padana.

L'area di progetto sorge in una zona piuttosto pianeggiante, sulla sponda del Lago di Garlate, e spostata verso Sud rispetto alla città di Lecco. Lecco e Garlate sono collegate mediante la Strada Provinciale SP 72, che oltre a

---

dividere nettamente in due parti il territorio, è anche l'unico allacciamento con le zone insediative circostanti.



**Figura 2.1-2 Analisi della morfologia su grande scala**

Garlate confina nella parte Nord con il comune di Pescate, a Sud con quello di Olginate, a Ovest con quello di Galbiate, a Est con il Lago di Garlate.

Garlate è un comune di 2.525 abitanti, ha una superficie di 2,1 km<sup>2</sup> per una densità abitativa di 1202,38 abitanti per km<sup>2</sup>. Sorge a 205 m sopra il livello del mare e il territorio del comune risulta compreso tra i 198 e i 538 m sul livello del mare. L'escursione altimetrica complessiva risulta essere pari a 340 m.

Il comune di Garlate è diviso in venti località. L'area di intervento si trova in quella che viene chiamata "Pratogrande".

---

## **2.2 ANALISI DEL TERRITORIO**

### **2.2.1 Il sistema viabilistico**

#### ***Analisi della viabilità a grande scala***

Il comune di Garlate è caratterizzato da un grande collegamento viabilistico lungo l'asse Nord - Sud denominato Strada Statale 36 del Lago di Como e dello Spluga , un importante asse viario della Lombardia e la principale via di collegamento tra la Valtellina e il cantone Svizzero dei Grigioni, e Milano. Un nodo di connessione molto importante si trova a Nord del traforo del Monte Barro: qui avviene il collegamento tra la SS36 e la Strada Provinciale SP 72, che garantisce il collegamento tra Garlate e Lecco. La SP 72 prosegue anche verso Sud e nei pressi di Olgiate Molgora (LC) si incrocia con la SS 342 dir Briantea, che costeggia parallelamente il fiume Adda, terminando ad Usmate (MI). La Strada Statale 639 dei Laghi di Pusiano e di Garlate, è un'importante strada provinciale che collega tre tra le più importanti province lombarde lungo l'asse orientale - occidentale, Como, Lecco, Bergamo.

L'aeroporto più vicino a Lecco e Garlate è Orio al Serio 'Il Caravaggio', in Provincia di Bergamo e dista 35 Km. Anche l'aeroporto di Linate e quello di Malpensa sono relativamente vicini (distanza 61 e 96 Km rispettivamente).

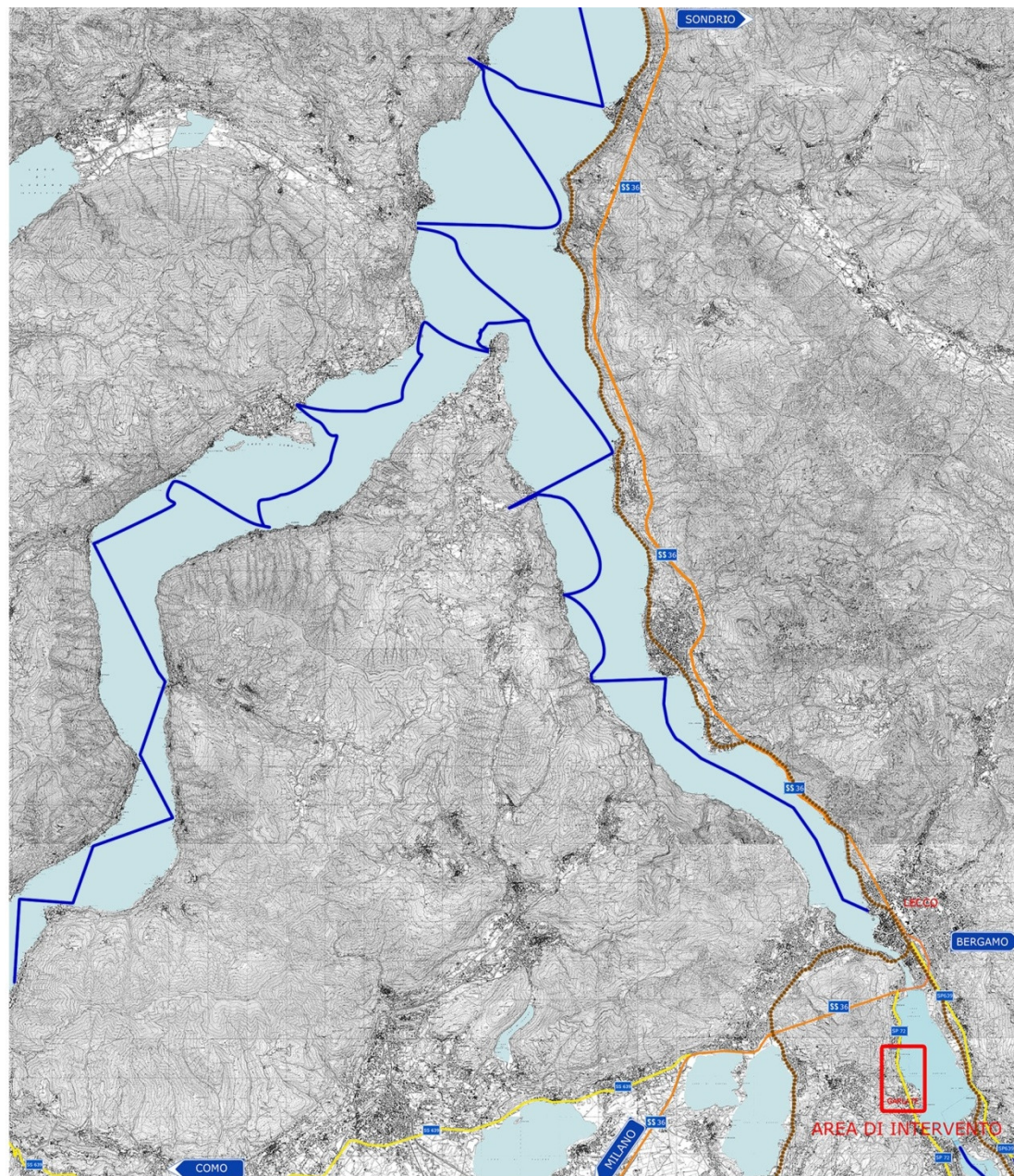
#### ***Analisi della viabilità a piccola scala***

La viabilità del suolo garlatese è caratterizzata dalla presenza di una strada principale (SP 72) che attraversa il comune da Nord a Sud. Sono presenti anche piccole connessioni interne comunali, che si collegano a loro volta con la strada principale. Garlate è caratterizzato dalla presenza di una pista ciclopedonale, che si snoda lungo le sponde del Lago. Il comune è sprovvisto di una comunicazione ferroviaria. Le stazioni ferroviarie più vicine sono quelle di Lecco e di Calolziocorte.

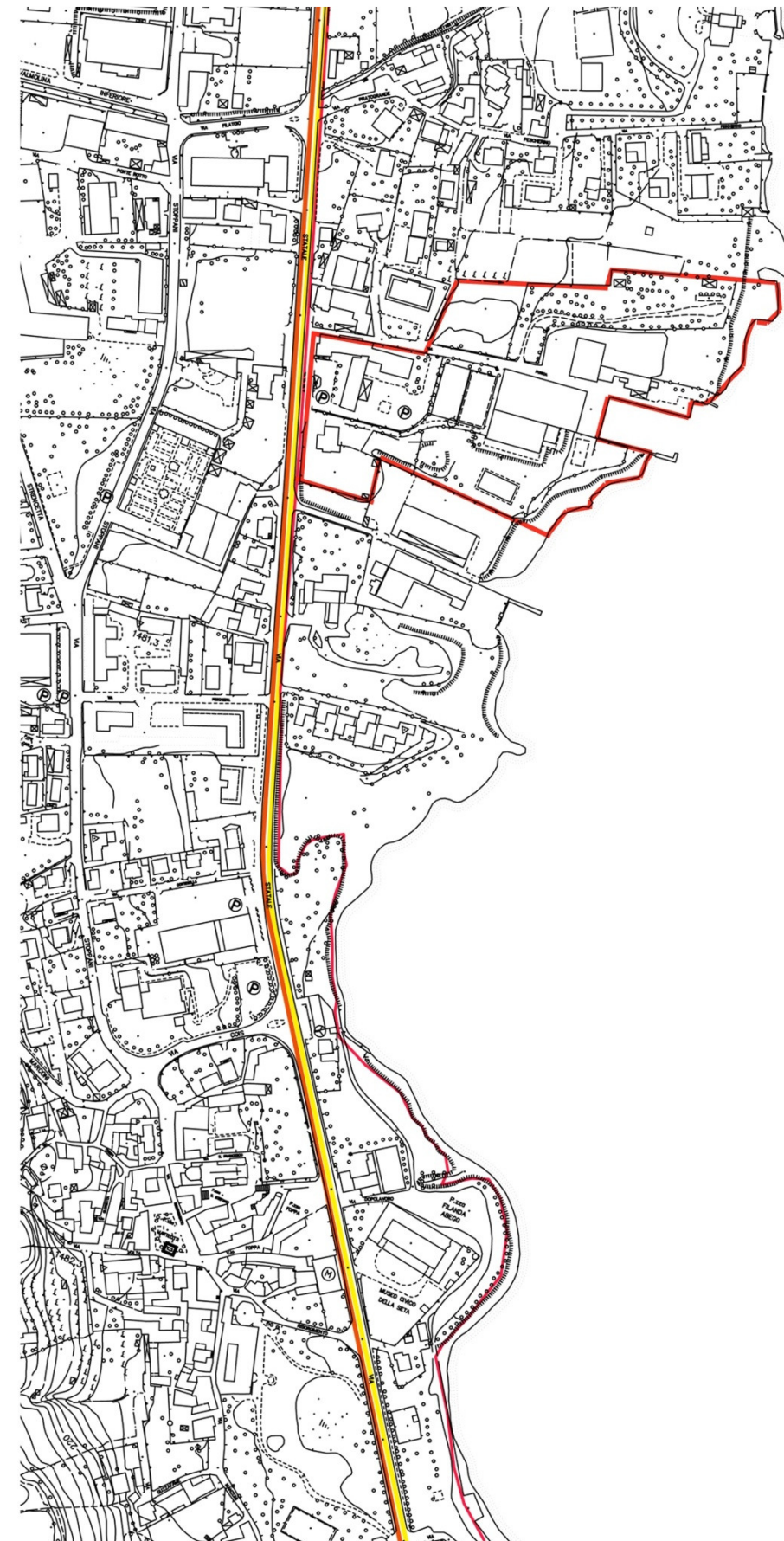
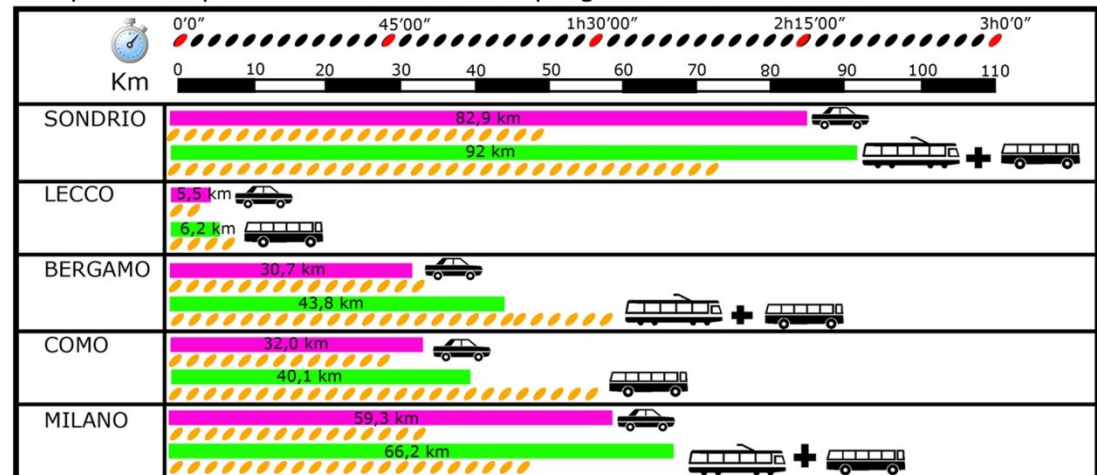
---






Sono presenti pochissime linee d'autobus, che si collegano prevalentemente con la città di Lecco o con i Comuni sulla sponda orientale del Lago.





Tempistica di percorrenza dall'area di progetto alle città vicine



-  Strada extraurbana principale
-  Strada extraurbana secondaria
-  Itinerario ferroviario
-  Pista ciclopedonale
-  Percorso battello





---

## 2.2.2 Analisi climatica

L'analisi climatica è cruciale perché permette di comprendere meglio il livello di degrado degli edifici. Il deterioramento delle strutture è altamente dipendente dagli agenti atmosferici.

La città di Lecco possiede una sua stazione meteorologica, (situata in località Parco Belvedere, zona Viale Turati).

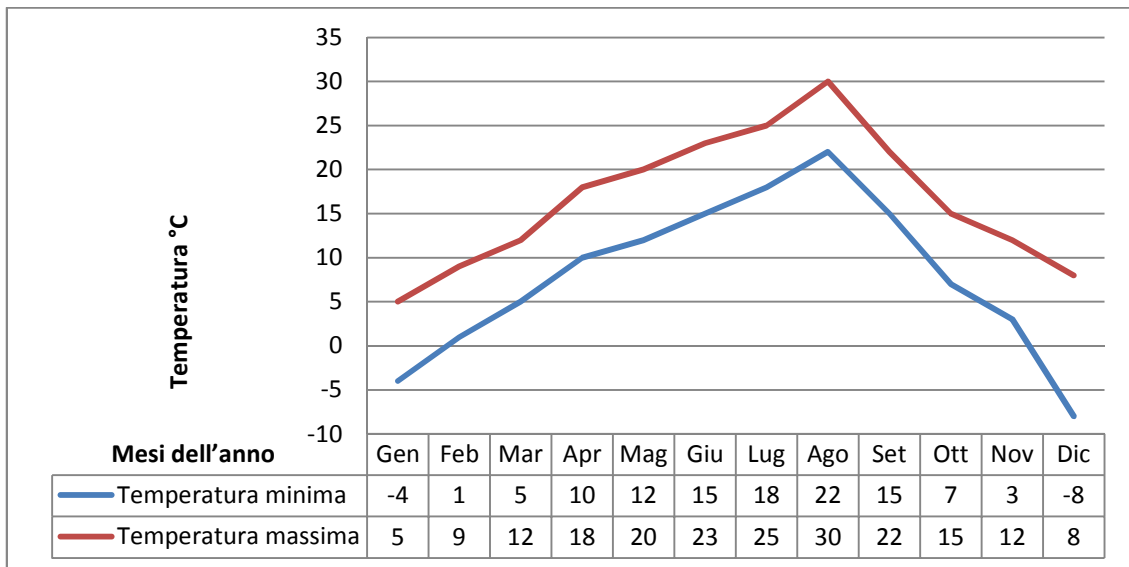
Lecco e Garlate, sorgono su un deposito alluvionale, in una conca delimitata dalle Prealpi e dal lago Lario. Grazie a questi fattori il clima di Lecco è di tipo temperato - sub continentale. Inoltre a causa dell'alternarsi delle grandi masse d'aria centro - europee, fredde e asciutte e di quelle atlantiche e mediterranee, umide, si succedono periodi di tempo più o meno perturbato con una notevole variabilità nei diversi anni.

| Mese      | T min | T max | Precip. | Umidità | Vento        |
|-----------|-------|-------|---------|---------|--------------|
| Gennaio   | -2 °C | 6 °C  | 71 mm   | 75%     | 5,1 Km/h NNE |
| Febbraio  | 0 °C  | 8 °C  | 64 mm   | 75%     | 5,6 Km/h NNE |
| Marzo     | 3 °C  | 12 °C | 83 mm   | 68%     | 6 Km/h NNE   |
| Aprile    | 7 °C  | 16 °C | 89 mm   | 71%     | 7,1 Km/h NNE |
| Maggio    | 11 °C | 21 °C | 127 mm  | 69%     | 7,5 Km/h NNE |
| Giugno    | 14 °C | 25 °C | 113 mm  | 67%     | 5,5 Km/h NNE |
| Luglio    | 17 °C | 28 °C | 110 mm  | 67%     | 6 Km/h NNE   |
| Agosto    | 17 °C | 27 °C | 129 mm  | 68%     | 6,5 Km/h NNE |
| Settembre | 14 °C | 23 °C | 94 mm   | 71%     | 5,1 Km/h NNE |
| Ottobre   | 9 °C  | 18 °C | 109 mm  | 75%     | 4,2 Km/h NNE |
| Novembre  | 4 °C  | 11 °C | 111 mm  | 78%     | 8,1 Km/h NNE |
| Dicembre  | -1 °C | 6 °C  | 56 mm   | 79%     | 6,1 Km/h NNE |

**Tabella 2.2-1 Medie annuali della città di Lecco (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <http://www.meteolecco.it/>)**

L'inverno non è mai rigido (le temperature non scendono mai al di sotto di -10° C), ma occasionalmente si verificano nevicate nel periodo di dicembre

e gennaio. La primavera è piuttosto fresca con una temperatura media massima di 16° C. L'estate è molto variabile: in alcuni anni si verifica pioggia torrenziale e clima piuttosto gradevole, in altri anni il clima è molto afoso e caldo. L'autunno è piuttosto mite, con temperature che si aggirano sui 10 ° C e sono presenti periodi di forti piogge.



**Tabella 2.2-2 Grafico delle temperature registrate durante l'anno (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <http://www.meteolecco.it/>)**

I venti prevalenti nella zona sono quelli settentrionali, secchi: la tramontana (freddo) e il favonio (tiepido).

Analizzando singolarmente i mesi si può dedurre che non sono presenti grandi disparità, ma ottobre è il mese che risulta avere più vento toccando i 70 Km/h.

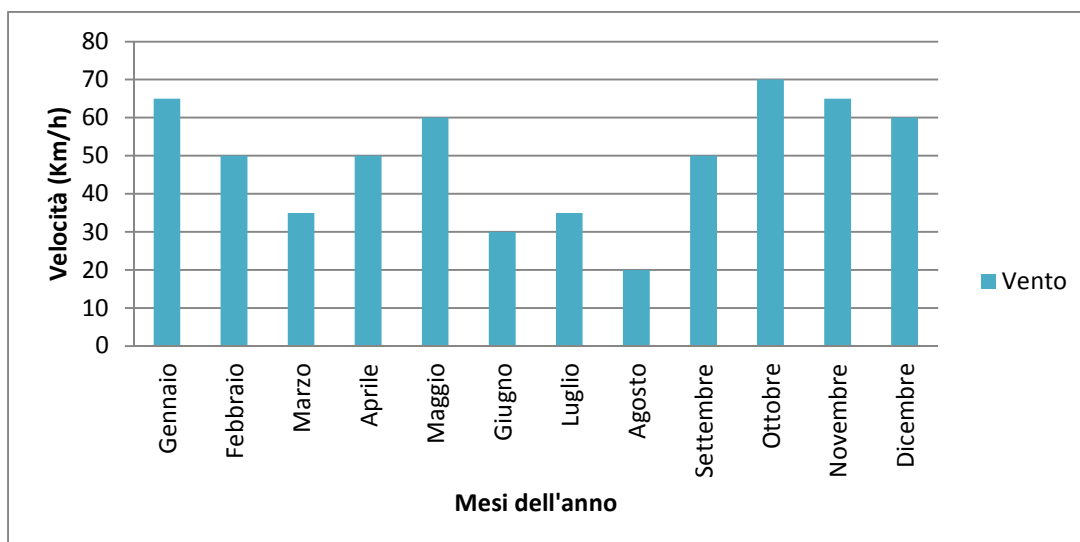


Tabella 2.2-3 Valori della velocità media registrata per ogni mese dell'anno (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <http://www.meteolecco.it/>)

## 2.2.3 Analisi del verde

### *Analisi delle aree verdi su grande scala*

Nel passato il suolo garlatese era ricco di vegetazione. C'erano folti boschi, distese di prati che rivestivano le colline, e la riva del Lago era tenuta a prato. Con l'aumentare della popolazione molto terreno boschivo è stato sottratto alle abitazioni e sulle colline sono nate molte industrie. La riva del Lago è l'unica zona ancora oggi tutelata (è protetta dal Parco dell'Adda Nord). Attualmente Garlate fa parte della Comunità Montana del Lario Orientale e del Parco del Monte Barro e ciò permette una discreta tutela del territorio.

Una caratteristica del comune è quella di possedere grandi potenzialità faunistiche e floristiche tipiche della zona lacustre.

Il comune oltre a godere di questi beni naturalistici possiede un piccolo parco attrezzato vicino al cuore del centro storico (vedi tavola Analisi del verde a livello Comunale, cono ottico 2).



---

### ***Analisi delle aree verdi su piccola scala***

L'area di intervento sorge in prossimità della sponda del Lago di Garlate. Trovandosi nella fascia protetta del Parco dell'Adda Nord, si possono trovare diverse tipologie di flora e di fauna.

Direttamente a contatto con l'acqua c'è un folto canneto che funge da filtro. Man mano che si procede verso la cittadina, lasciandosi alle spalle il lago, si trovano grandi distese di verde per quanto riguarda l'area privata, mentre la porzione di lotto comunale è costituita dalla presenza di un fitta macchia di alberi d'alto fusto. Nello specifico, la nostra catalogazione evidenzia che la porzione di lotto comunale presenta specie arboree di vario genere non autoctone, mentre l'area privata è adornata da alberi autoctoni e tutelati poiché parte del Parco dell'Adda Nord.





- Legenda:**
- Macchia boschiva
  - Verde di proprietà privata
  - Verde di proprietà comunale
  - Confine Parco Adda Nord
























**N**  
Scala 1:3000





Legenda:

- Distese di prato
- Canneto
- Confine Parco Adda Nord

| Quantità | Codice    | Nome  | Età (anni) |
|----------|-----------|---|------------|
| 1        | 1,1       |  Abete Rosso           | 10         |
| 21       | 2,1-2,21  |  Abete Rosso           | 25         |
| 2        | 3,1-3,2   |  Acero Campestre       | 80         |
| 1        | 4,1       |  Pinus Nigra           | 25         |
| 12       | 5,1-5,12  |  Betula Bianca         | 15         |
| 1        | 6,1       |  Carpino               | 80         |
| 18       | 7,1-7,18  |  Fagus Sylvaticae      | 15         |
| 1        | 8,1       |  Laurus Nobilis        | 30         |
| 5        | 9,1-9,5   |  Ligustrum Lucidum     | 10         |
| 1        | 10,1      |  Noce                 | 25         |
| 1        | 11,1      |  Noce                | 80         |
| 1        | 12,1      |  Noce Negra          | 12         |
| 5        | 13,1-13,5 |  Pioppo              | 80         |
| 3        | 14,1-14,3 |  Platano             | 30         |
| 1        | 15,1      |  Populus Tremula     | 50         |
| 8        | 16        |  Prunus laurocerasus | 10         |
| 2        | 17,1-17,2 |  Prunus laurocerasus | 5          |
| 1        | 18,1      |  Prunus susina       | 10         |
| 1        | 19,1      |  Prunus serrulata    | 20         |
| 1        | 20,1      |  Salice piangente    | 60         |
| 1        | 21,1      |  Thuja plicata       | 20         |
| 1        | 22,1      |  Tuja                | 25         |
| 13       |           |  Pinus Pinaster      | 40         |



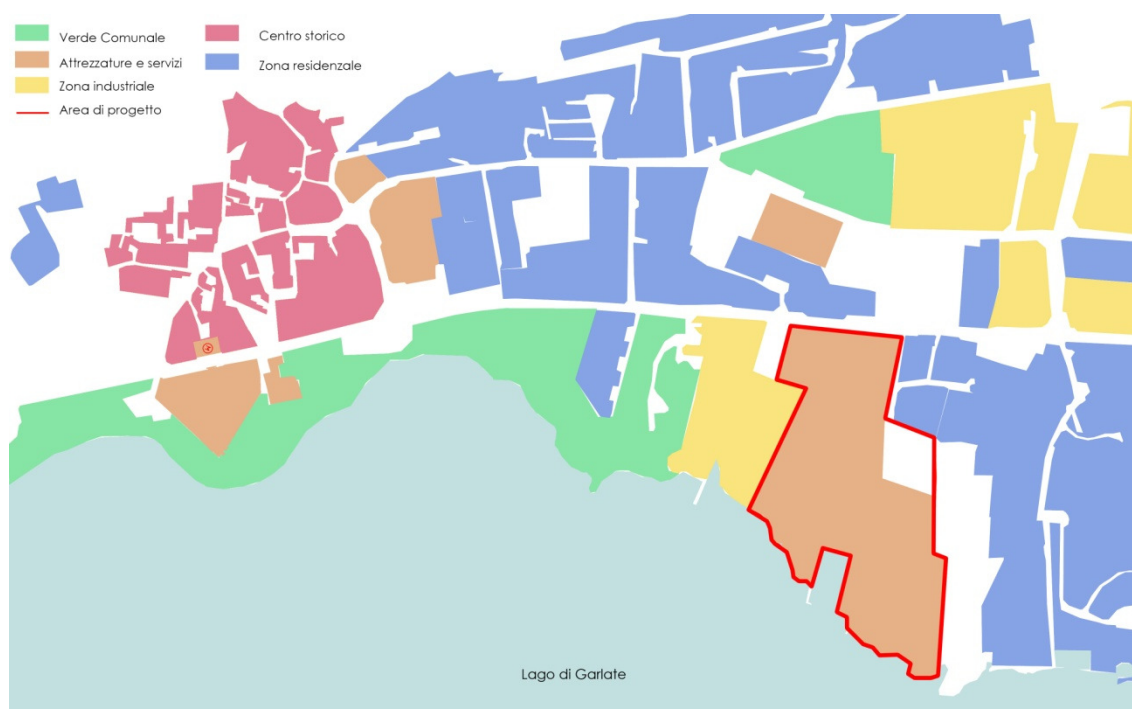
Scala 1:500  
ANALISI DEL VERDE AREA PRATOGRANDE

---

## 2.2.4 Analisi del contesto

Il comune di Garlate è diviso geograficamente in funzione delle attività che vi si svolgono:

- L'attività agricola occupa la fascia alta del comune
- L'attività industriale, che vede la presenza di piccole e medie industrie, è nella zona intermedia del comune
- La fascia residenziale occupa in due modi il suolo garlatese: un terzo della popolazione risiede nel nucleo storico, mentre la parte rimanente si estende sui colli o nelle zone limitrofe al Lago.



**Figura 2.2-1 Analisi delle destinazioni d'uso che occupano il suolo del comune di Garlate.**

---

## 2.2.5 Analisi dei vincoli

Nel Piano Regolatore Comunale l'area di intervento è identificata come area Vs1 (interventi comunali) e Vs2 (interventi non comunali).

Per quanto riguarda gli interventi di tipo comunale, come la realizzazione della palestra nell'area comunale, sono già contemplati dall'attuale Piano Regolatore e non è stato necessario attuare varianti o modifiche.

Le limitazioni sono riguardanti la nuova edificazione e la sua volumetria, in quanto la normativa è molto restrittiva sulle altezze massime degli edifici e sulle distanze con gli edifici limitrofi. La normativa è molto restrittiva in quanto, come abbiamo già visto, l'area di progetto fa parte del Parco dell'Adda Nord.

Per l'attuazione delle opere nelle aree Vs1 e Vs2 ci si atterrà alle seguenti destinazioni, modalità di intervento e indici, estratte dalla N.T.A. vigente sul suolo e riguardanti l'area di progetto:

### *Destinazione*

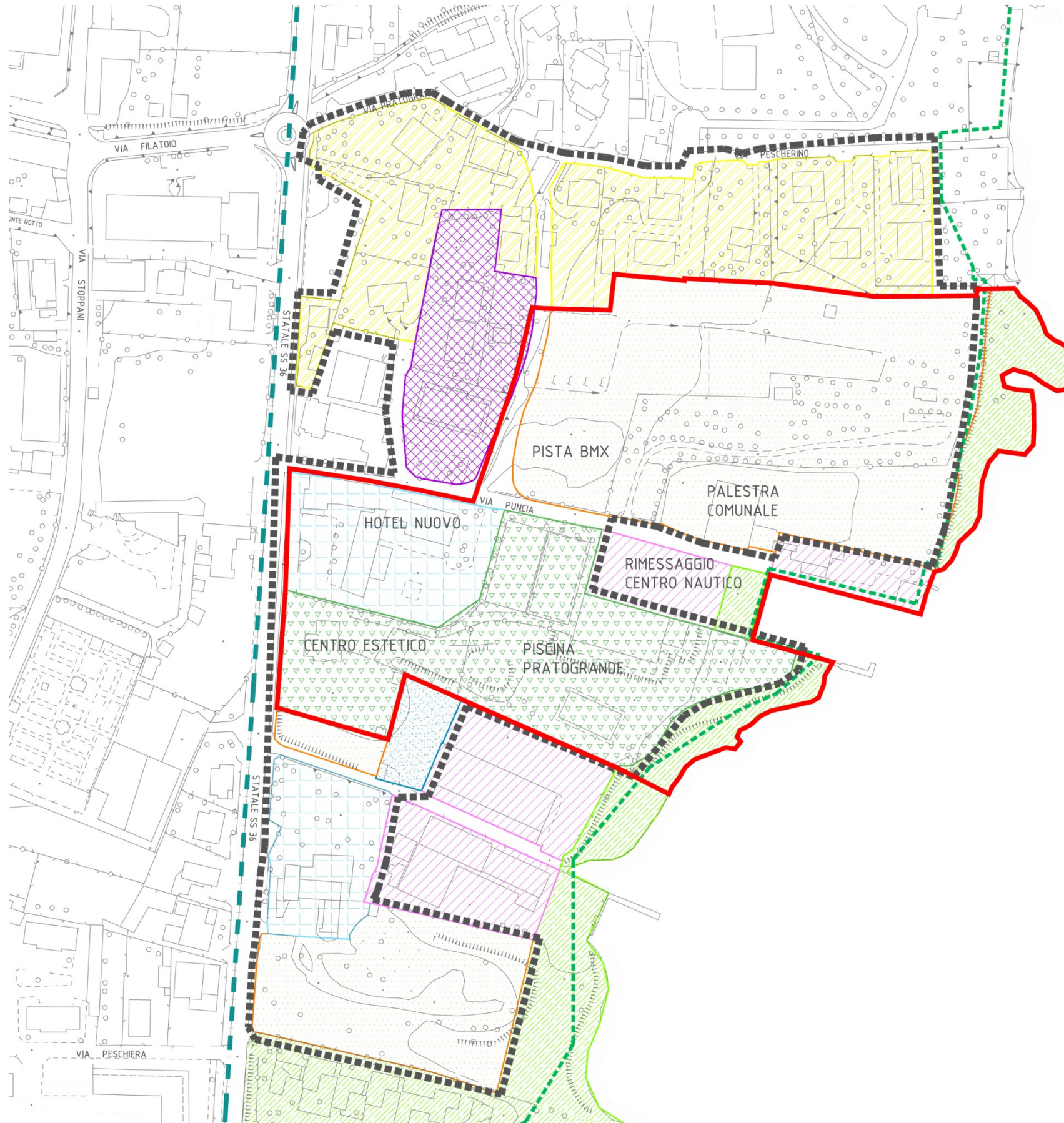
Le aree Vs1 e Vs2 sono destinate alla realizzazione delle attrezzature pubbliche, o a esse assimilabili, al servizio degli insediamenti residenziali ed in particolare per: centri sportivi, centri sociali parchi e aree verdi connesse alle zone urbanizzate, isole pedonali.

### *Indici*

- $S_c$ : pari ad  $\frac{1}{4}$  di  $S_f$
- $S_i$ : pari ad  $\frac{1}{2}$  di  $S_f$
- $h_c$ : 8,00 m, misurata a valle, all'esterno del perimetro dei parchi e 3,50 m; particolari strutture tecniche o attrezzature sportive ad un piano (palestre, piscine e simili) che comunque non potranno superare 5,50 m
- $S_p$ : pari al 50% di  $S_f$

- 
- $h_{d1}$ : 1,80 m (verso gli altri spazi pubblici e per un risvolto pari ad almeno 6,00 m per i lati perpendicolari agli stessi); 2,00 m per le altre parti (qualora non interessate da edifici di servizio a confine); 2,80 m (per le parti definite da costruzioni a confine)
  - $h_{d2}$ : 1,00 m come parte eventuale di  $h_{d1}$
  - $h_e$ : n.2 piani abitativi
  - $d_a$ : 8,00 m (dalla viabilità principale); 6,00 m (negli altri casi)
  - $d_b$ : 6,00 m
  - $d_c$ : 6,00 m (qualora in assenza di parcheggi e di isole pedonali)
  - $e_a$ : 1 ogni 300 m<sup>2</sup> di  $S_i$  per le aree edificabili e 2 ogni 300 m<sup>2</sup> di  $S_t$  per le parti inedificabili.





**LEGENDA**  
**NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE**

Area VS1

Per Opere di Urbanizzazione Secondaria esistenti e di previsione, funzionali alle Zone Residenziali (Zone A,B,C) distinte, con apposito simbolo nelle TA, in Aree Edificabili destinate ad attrezzature scolastiche, sportive e collettive e Aree Inedificabili destinate a parchi, giardini comunali, parcheggi ed attrezzature all'aperto.

**Destinazione**  
Tali aree sono destinate alla realizzazione delle attrezzature pubbliche, o ad esse assimilabili, al servizio degli insediamenti residenziali ed in particolare per: asili; scuole dell'obbligo; centri sociali; attrezzature e servizi religiosi; attrezzature culturali, sportive e sanitarie; impianti collettivi; mercati; edifici comunali; giardini, parchi e aree verdi connesse alle zone urbanizzate, isole pedonali; servizi amministrativi e socio sanitari; parcheggi in superficie e sotterranei. Le aree di cui sopra sono distinte tra aree edificabili, e aree prevalentemente destinate a verde, parchi e giardini, o attrezzature all'aperto. Sulle aree edificabili è consentita la realizzazione di cabine, camerette ed impianti per l'erogazione dell'energia elettrica, dell'acqua, del gas, per il servizio telefonico; nonché per impianti per la raccolta e lo stoccaggio differenziato dei rifiuti. Per le aree non edificabili è consentita l'edificazione in elevazione solo di strutture complementari e funzionali all'uso delle aree e degli impianti all'aperto, come: percorsi pedonali coperti; ingressi e biglietterie; edicole, spogliatoi e tribune; opere di illuminazione; aduzione e disperdimento delle acque piovane; cabine elettriche; monumenti e fontane.

**Modalità di intervento**  
Concessione Edilizia ed Autorizzazione

Area VS2

Per Opere di Urbanizzazione Secondaria e Servizi di interesse pubblico non comunali, esistenti e di previsione, anch'esse funzionali alle Zone Residenziali, distinte in Aree Edificabili destinate a servizi ed attrezzature religiose o di altri enti pubblici e a carattere pubblico e Aree Inedificabili destinate a parchi, giardini parcheggi e attrezzature all'aperto.

**Destinazione**  
Vedi area VS1  
**Modalità di intervento**  
Vedi area VS1

Zona F2

Per attrezzature di fruizione territoriale per l'utilizzo del Parco, del fiume e della navigazione, compresa nel perimetro del Parco Adda Nord e soggetta alla specifica normativa del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco.

**Destinazione**  
Area destinata ad attrezzature di fruizione territoriale per l'utilizzo del Parco, del fiume e della navigazione, quali quelle di cantieristica navale, rimessaggio barche, scuole ed istituti secondari; impianti sportivi; attrezzature e centri culturali, congressuali con attrezzature a carattere ricettivo; centro museale; attrezzature per il campeggio. Per gli edifici esistenti, con destinazione in contrasto con quelle definite dal PRG e dal Piano Territoriale di coordinamento del Parco Adda Nord sono consentiti ristrutturazioni ed ampliamenti contenuti nel rispetto del Regolamento del Parco stesso. Ciò qualora le destinazioni esistenti non siano moleste, di disturbo, insalubri o a rischio.

**Modalità di intervento**  
Concessione Edilizia ed Autorizzazione e Ordinanze sindacali

Zona F3

Area di salvaguardia ambientale e paesaggistica compresa nel perimetro del Parco Adda Nord e soggetta alla specifica normativa del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco.

**Destinazione**  
Salvaguardia ambientale e paesaggistica; è di interesse naturalistico.  
**Modalità di intervento**  
Vedi zona F2

Zona DTC

Assoggettate a Piano Esecutivo e destinate ad attività turistiche, direzionali e terziarie.

Zona E2b

Area per la tutela e il rimboscimento per la protezione ambientale e paesistica

Zona Cb2

Area di conferma e completamento a bassa densità e di protezione di giardini e valori paesaggistici ed ambientali interne al perimetro del Parco Adda Nord

**Area d'intervento**  
 Area d'intervento  
 Area in ambito di variante  
 Perimetro Parco Adda Nord (L.R. n. 85/83)  
 Perimetro Parco Adda Nord così come definito dal Piano Territoriale di Coordinamento





---

## 2.3 ANALISI F.D.O.M.

L'analisi F.D.O.M. (Forze Debolezze Opportunità Minacce) è un metodo molto semplice che permette di sintetizzare tutto ciò che è stato preso in considerazione durante i sopralluoghi.

L'F.D.O.M. è stata sviluppata secondo due differenti grandezze di scala:

- La prima riguarda il contesto urbano in cui si trova l'area di progetto
- La seconda riguarda l'area di intervento.

### 2.3.1 F.D.O.M. del comune di Garlate

#### **F**ORZE

Garlate possiede una pista ciclo - pedonale che mette in comunicazione la parte settentrionale del suo territorio con quella meridionale.

Garlate affacciandosi sul Lago e sviluppandosi sia in pianura che in collina, gode di un'ottima visuale a livello paesaggistico (rappresentato in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: verde e alberi).

Il comune risulta essere ben collegato con la città di Lecco (rappresentato in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: linea rosa).

Garlate gode della presenza di numerose aree verdi e boschive (rappresentate in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: verde ed alberi).

#### **D**EBOLEZZE

La strada statale divide nettamente in due parti il comune, creando così una cesura. Ciò comporta difficoltà nell'attraversamento sia pedonale che

carraio (rappresentato in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: X rosa, segnalazione semaforica, sottopassaggio color arancione).

Un'altra debolezza è legata alla pista ciclo - pedonale che si interrompe in diversi punti. Ciò causa un deficit di connessione con i comuni limitrofi (rappresentato in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: linea gialla).

## OPPORTUNITÀ

Il bando di concorso Premio Studio Paolo Milani, è uno spunto significativo, grazie al quale è verosimile aspettarsi il coinvolgimento di tutto il comune, nella riqualificazione della pista ciclopeditonale delle zone paludose (vedi CAPITOLO 1 ' Il bando di concorso').

## MINACCE

Il comune annovera molte industrie manifatturiere che minacciano la salubrità ambientale. Inoltre l'inquinamento atmosferico è incrementato dalla presenza di un forte traffico sulla strada statale (rappresentato in Figura 2.3-1 con simbolo grafico: nuvole grigie).

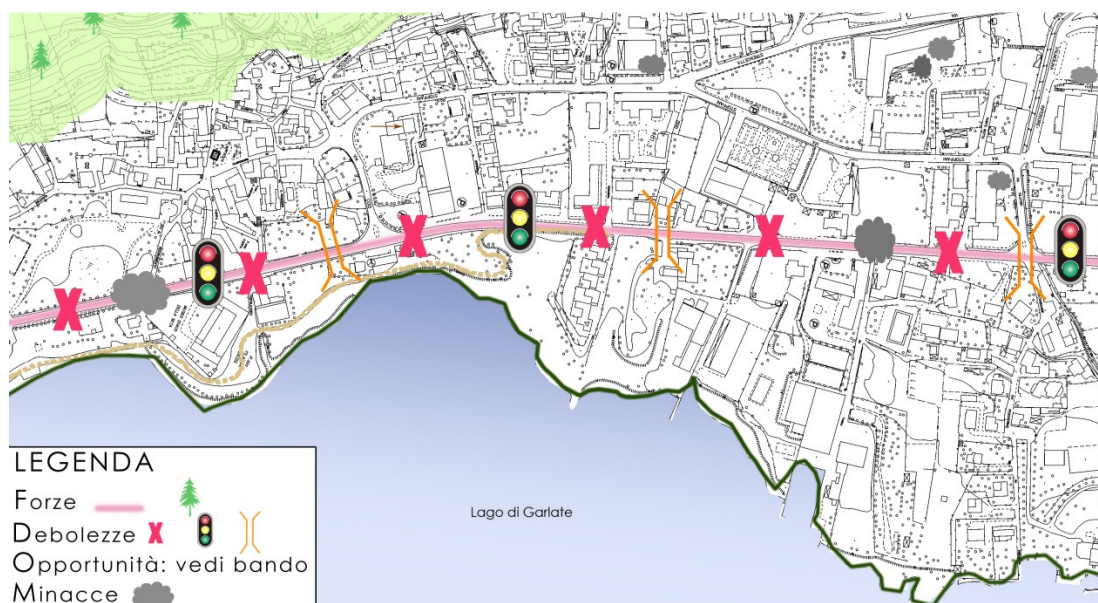


Figura 2.3-1 Analisi F.D.O.M comune di Garlate

---

### 2.3.2 F.D.O.M. dell'area di intervento

#### **F**ORZE

L'area di progetto sorge in un'area favorevole dal punto di vista paesaggistico (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: alberi verdi).

#### **D**EBOLEZZE

L'area presenta barriere architettoniche importanti date dalla mancata manutenzione del ciottolato degli elementi connettivi e dalla presenza di forti pendenze nel giardino (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: divieto rosso e frecce gialle).

Un'altra debolezza è legata al traffico presente sulla strada statale, comportando difficoltà nell'attraversamento sia carraio sia pedonale per raggiungere l'area (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: frecce verdi).

#### **O**PPORTUNITÀ

Il bando di concorso offre l'opportunità di apportare migliorie funzionali, distributive, e di riqualificare le strutture esistenti (vedi CAPITOLO 1 ' Il bando di concorso').

Il completamento della pista ciclopedonale all'interno dell'area di progetto permetterà una migliore integrazione con il contesto creando continuità tra l'area e il circondario (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: linea rosa).

I numerosi spazi verdi permettono la creazione di aree adibite ad uso ludico e ricreativo (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: alberi verdi).

## MINACCE

Il lotto è mal collegato con il circondario (rappresentato in Figura 2.3-2 con simbolo grafico: frecce blu scuro).

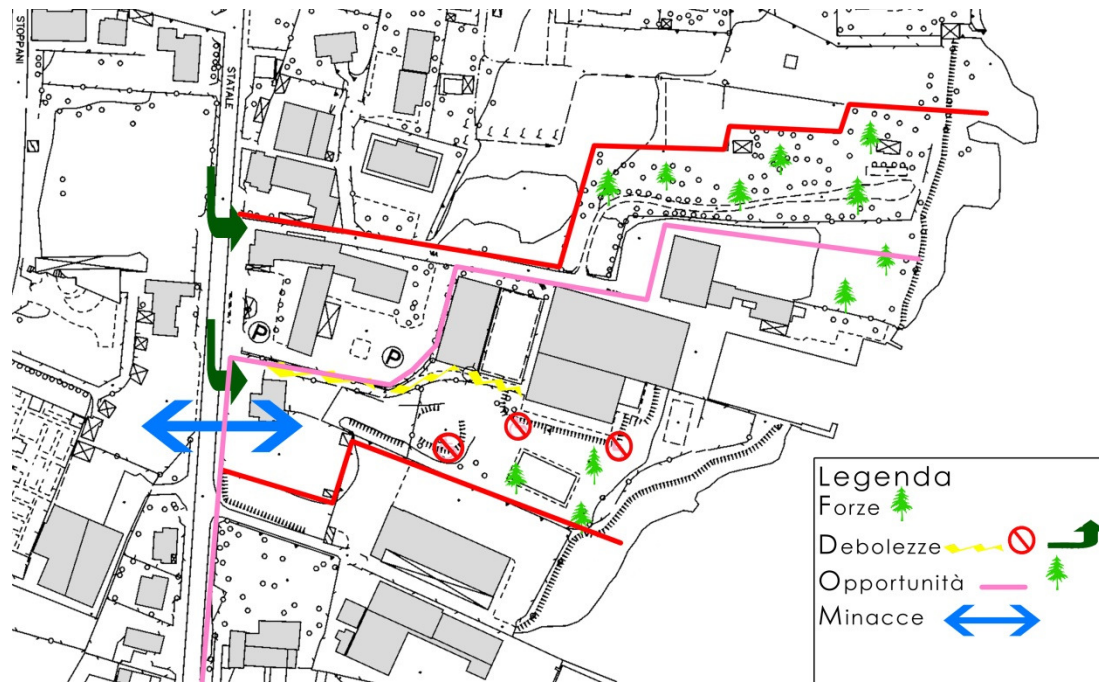


Figura 2.3-2 Analisi F.D.O.M area di intervento

---

# CAPITOLO 3 ANALISI DI CONSERVAZIONE E RECUPERO

Questo capitolo tratta lo stato di fatto degli edifici presenti nell'area di progetto. In particolare si presenta il rilievo dell'edificio da conservare e riqualificare; e si presentano le ragioni per cui gli altri due edifici non verranno mantenuti.

## 3.1 CONOSCENZA DELL'OGGETTO

Fino agli anni '60 l'Area Pratogrande era una distesa di verde, che si estendeva dalla Strada Statale alla sponda del Lago.

Il primo edificio, il capannone di rimessaggio barche (1), venne realizzato nel 1963. In seguito, nei primi anni '70, vennero realizzati lo Yacht Club (2) e la Palestra Comunale (3) e il complesso Pratogrande così come è oggi: Palazzina ex Custode (4), campi da tennis e pallavolo, e la piscina (5). Da ultimo è stata realizzata la struttura alberghiera (6).



Figura 3.1-1 Area di progetto allo stato attuale con evidenziazione degli edifici presenti ed ordine di realizzazione.



---

Si premette che il nostro progetto non riguarda il rimessaggio barche, la struttura alberghiera e lo yacht club, che rimangono invariati.

### **3.2 PALAZZINA DELL'EX CUSTODE**

Allo stato attuale, appena si accede al lotto di intervento, sorge la Palazzina dell'ex Custode(4). L'edificio confina, sul lato meridionale con un parcheggio da pochi posti auto, a Nord con l'Hotel Nuovo, a Est con la strada statale SP 72, a Ovest con il giardino del Pratogrande.

Nel bando di concorso viene richiesta la demolizione della Palazzina dell'ex Custode. Per questo motivo viene presentata solo un'analisi succinta dell'edificio.

La struttura consta di un piano fuori terra ed uno interrato, ed è stata realizzata in cemento armato lasciato a vista per la maggior parte dei prospetti. Le partizioni interne sono anch'esse in cemento armato; i solai, sia quello contro terra che quello interpiano, sono in laterocemento. La copertura è in cemento armato, ed è rivestita con una guaina bituminosa. I serramenti sono in alluminio con vetro singolo e sprovvisti di un taglio termico. I rapporti aeroilluminanti non sono verificati e l'edificio non è coibentato.

Si accede all'edificio dal lato occidentale mediante un ingresso che ha la funzione di distribuire l'utenza mediante una rampa di scale che conduce sia al piano primo, dove c'è il centro estetico, sia al piano interrato, dove c'è la palestra con gli attrezzi e due spogliatoi piccoli.

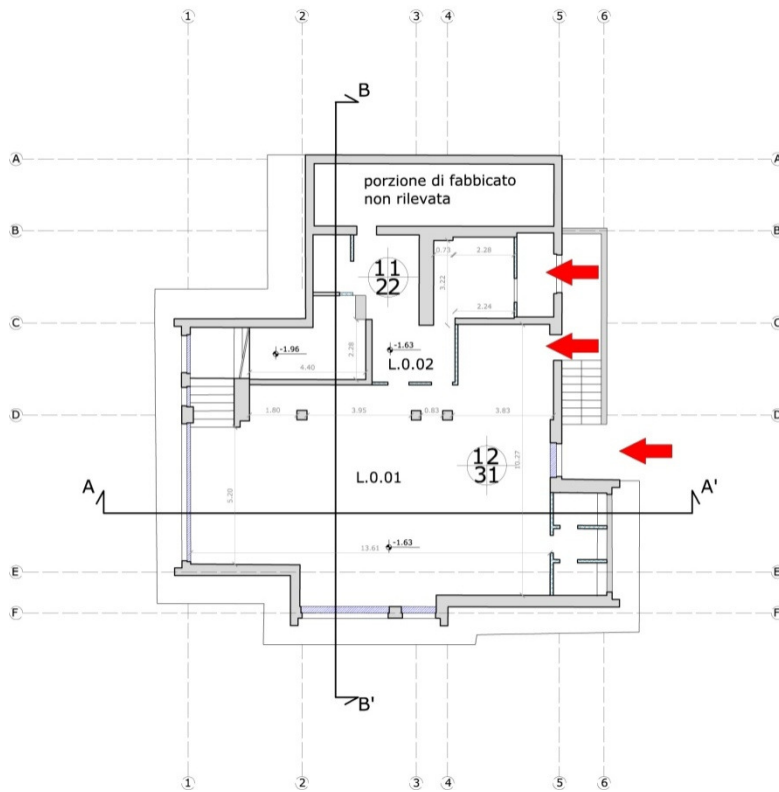
Le finiture interne dei pavimenti sono per la maggior parte in grès porcellanato, tranne l'ingresso che è in granito lucido.



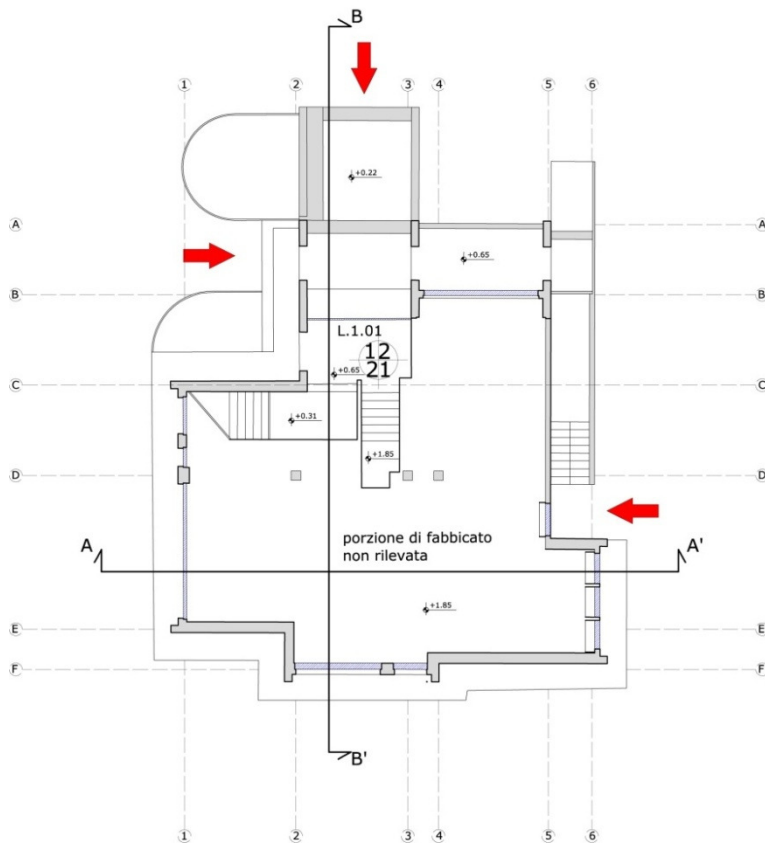
Figura 3.2-1 Immagine frontale (1) dell'ingresso della Palazzina dell' Ex Custode.



Figura 3.2-2 Vista prospettica dell'ingresso della Palazzina dell' Ex Custode (2).



1

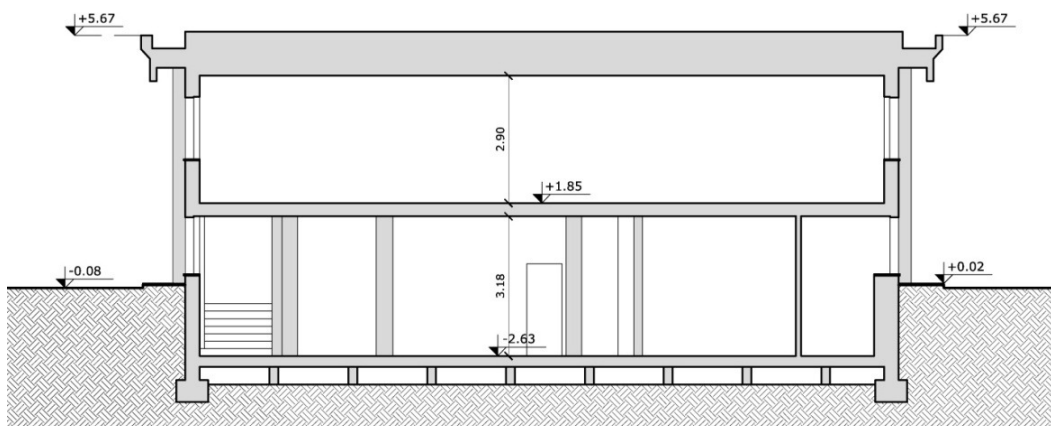


| referimento | superficie | destinazione d'uso |
|-------------|------------|--------------------|
| L.0.01      | 117 mq     | palestra fitness   |
| L.0.02      | 28 mq      | spogliatoio        |
| L.0.03      | 30 mq      | ingresso- hall     |
| L.1.01      | 11 mq      | ingresso           |

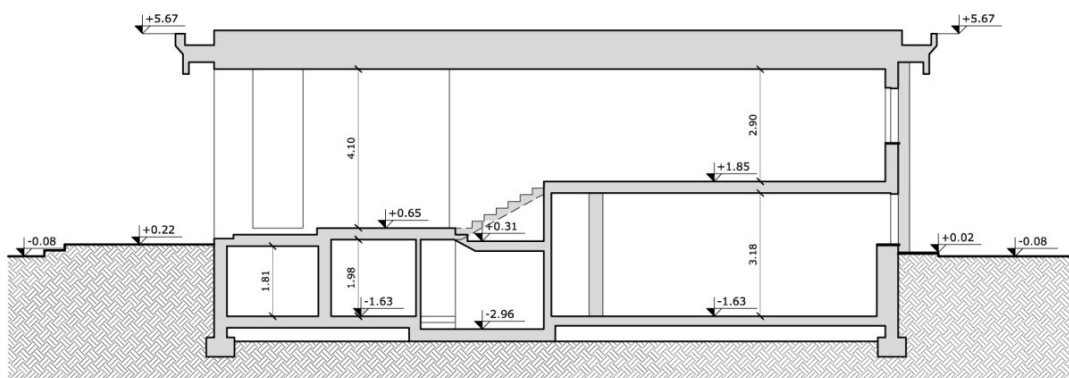
2

Figura 3.2-3 Pianta piano interrato (1) e piano primo (2), (fuori scala). Materiale impiegato per la costruzione: calcestruzzo (refino grigio).

### SEZ A-A'



### SEZ B-B'



**Figura 3.2-4** Sezioni della Palazzina dell' Ex Custode (fuori scala).

Il bando di concorso non è in contrasto allo stato di fatto, in quanto è stato rilevato che gli spazi sono piccoli e sottodimensionati. Ed è proprio per questo motivo che il bando richiede la demolizione dello stabile. A questi deficit si aggiungono delle mancate manutenzioni all'edificio in sé, in quanto non risulta essere ammalorato strutturalmente, ma presenta dei primi sintomi di degrado.





**Figura 3.2-5** Vista interna di uno spogliatoio.



**Figura 3.2-6** Vista della palestra interna.





**Figura 3.2-7 Vista prospettica del lato Sud - Ovest della Palazzina dell'ex Custode. Degrado presente: patina biologica.**

### **3.3 PALESTRA COMUNALE**

La Palestra Comunale (3), raggiungibile da Via Puncia, è circondata per la maggior parte da un piazzale sterrato, che ha la funzione di parcheggio, mentre la parte più ridotta confina con la strada che conduce alla proprietà privata (yacht club e rimessaggio barche).

La struttura consta di un telaio a pilastri e travi prefabbricate in calcestruzzo armato. Le partizioni interne sono in mattoni pieni, intonacati, mentre le partizioni perimetrali sono in calcestruzzo armato. La copertura è a falde e rivestita con elementi prefabbricati, con finitura in alluminio. Il solaio, che poggia su terreno, è un getto di cemento armato, lasciato a vista, e ha la funzione di pavimento. Essendo l'edificio costituito da due piani fuori terra, il solaio d'interpiano è in laterocemento.

---

Lo schema interno è così formato: al piano terra troviamo un blocco di servizi, tra cui due spogliatoi addossati al lato lungo dell'edificio, e il campo da gioco; il piano primo si sviluppa solo sopra a quanto è costruito sotto e ospita gli spalti per gli spettatori e un ufficio (gli spalti sono raggiungibili mediante due rampe di scale presenti sul prospetto occidentale).

L'edificio è caratterizzato da superfici vetrate (in acciaio e vetro singolo sprovviste di taglio termico) solo nella fascia superiore.



**Figura 3.3-1 Vista della parte retrostante dell'edificio (2).**



**Figura 3.3-2 Vista prospettica della facciata occidentale (1).**

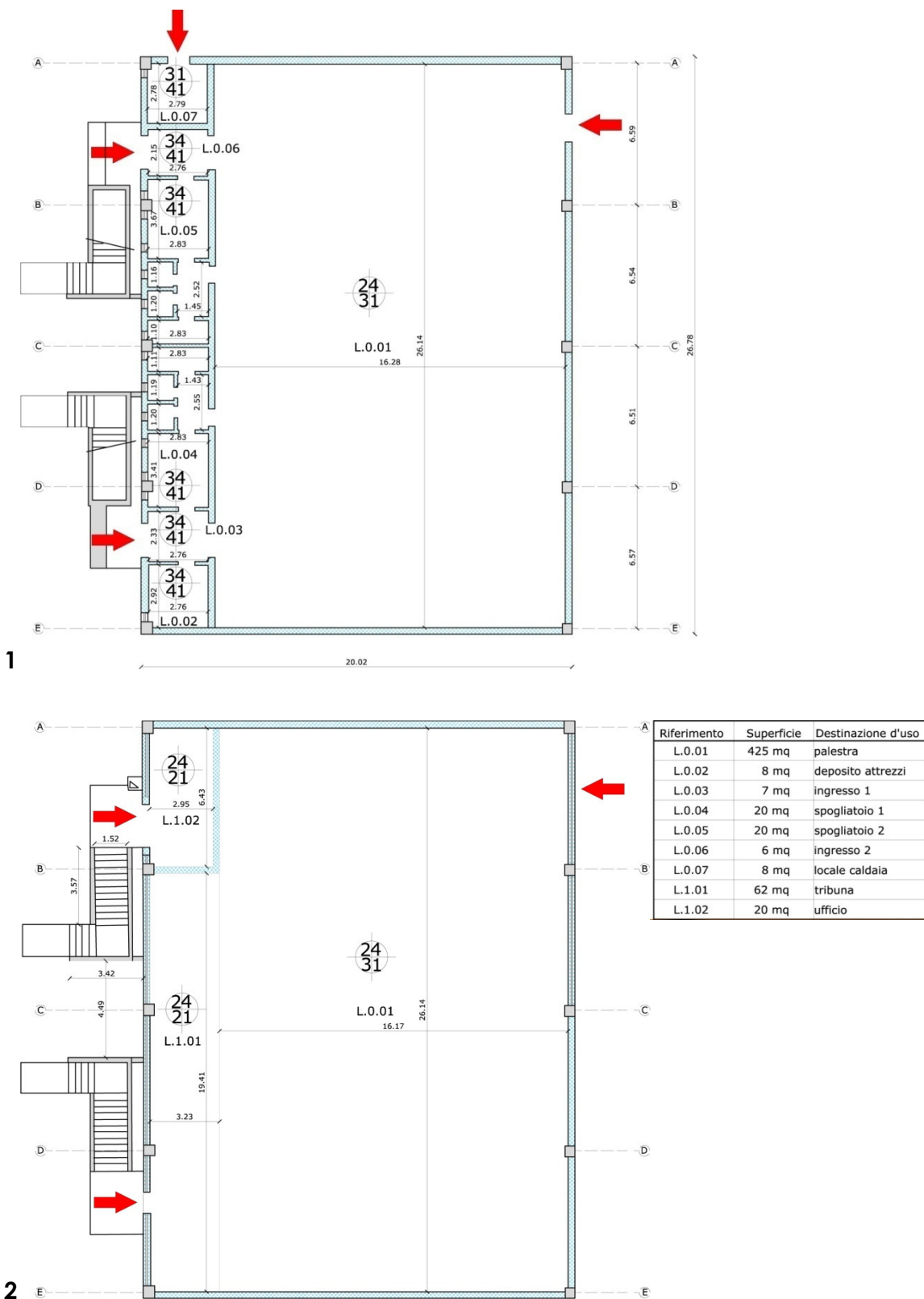
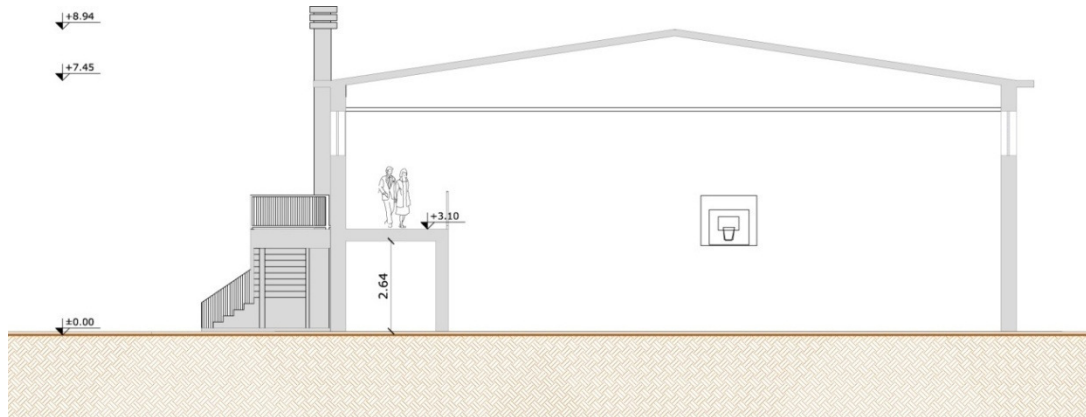


Figura 3.3-3 Pianta piano terra (1) e pianta piano primo (2) della Palestra Comunale (fuori scala). Materiali impiegati per la costruzione: mattone intonacato (retino azzurro) calcestruzzo (retino grigio).



**Figura 3.3-4 Sezione dell'edificio (fuori scala).**

Dal sopralluogo effettuato risulta che l'edificio non è strutturalmente, tecnologicamente e spazialmente adeguato. In particolare sono stati riscontrati pericoli strutturali, poiché sono presenti delle fessurazioni molto ampie. Inoltre sono presenti altri degradi di vario genere, dovuti alla mancata manutenzione. Le dimensioni degli spazi destinati ad uso spogliatoio sono molto ridotti. Le fasce di rispetto e la dimensione del campo da gioco non rispettano la Normativa C.O.N.I.

In base a queste considerazioni, e in particolare alla pericolosità strutturale, non è stato effettuato alcun tipo di rilievo, poiché si reputa opportuna la demolizione dell'edificio.





**Figura 3.3-5** Degrado esterno riferito al prospetto Sud. Degrado presente: distacco dell'intonaco.



**Figura 3.3-6** Degrado esterno riferito al prospetto Nord. Degrado presente: vegetazione.





1



2

Figura 3.3-7 Figura 3.3-8 Degrado interno (1) ed esterno (2), prospetto Sud Degrado presente: fessurazione.



Figura 3.3-9 Degrado interno, prospetto Est. Degrado presente: distacco dell'intonaco.

### 3.4 CENTRO PRATOGRANDE

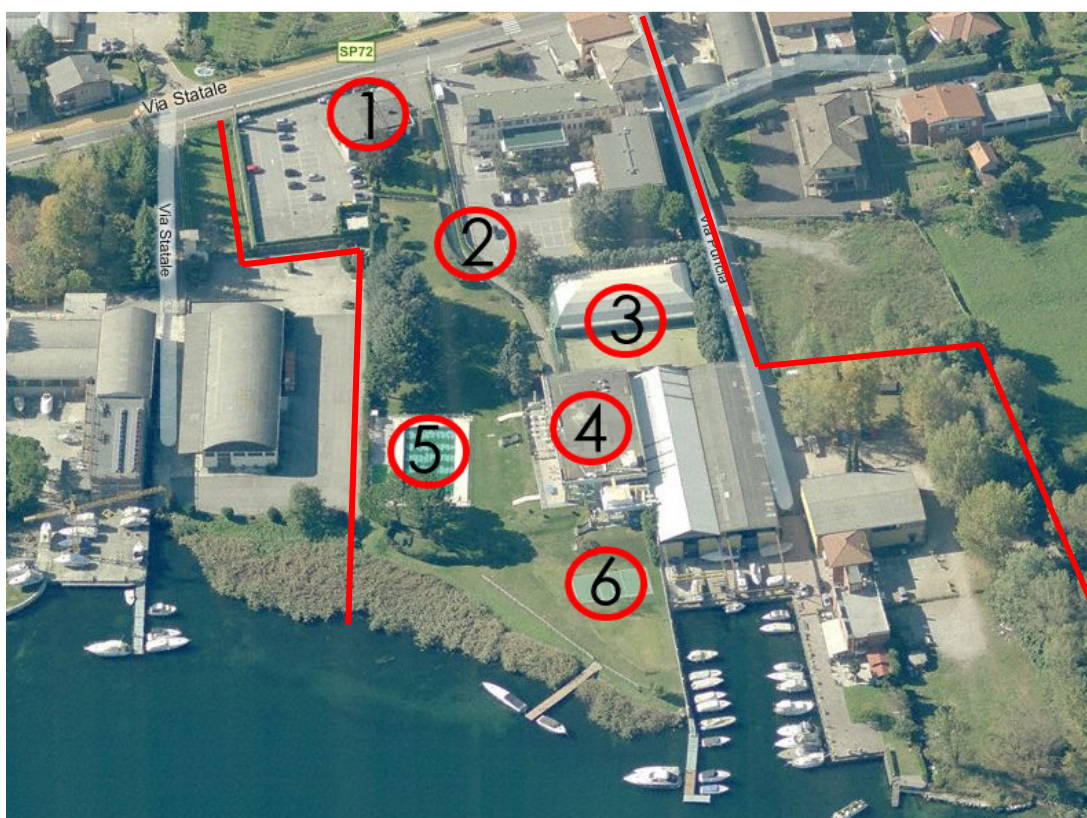


Figura 3.4-1 Individuazione della posizione degli edifici presenti nell'area di studio, appena si accede dalla Strada Statale si trova la Palazzina dell' ex Custode (1) attorno ad essa si sviluppa un parcheggio, percorrendo il vialetto (2) si trovano i campi da tennis (3), fino a giungere al centro sportivo (4), il quale possiede una piscina esterna (5) e un campo da pallavolo (6). (Bing, Mappe, <http://it.bing.com/>)

---

Il centro sportivo non ha subito alcuna modifica nel corso degli anni, all'infuori della manutenzione apportata alla piscina esterna.

L'edificio è raggiungibile secondo due diversi percorsi: percorrendo la strada statale si giunge al parcheggio limitrofo alla Palazzina dell'ex Custode, con successiva percorrenza del vialetto che si snoda lungo i prati; oppure seguendo Via Puncia si giunge all'ingresso secondario.

Appena si accede all'edificio si trova una piccola reception, che ha la funzione di smistare la clientela: si possono raggiungere gli spogliatoi che si trovano al piano interrato, oppure si può raggiungere la zona di ristoro al primo piano, che gode dell'affaccio sulla piscina interna. Al secondo piano, si trova un'area amministrativa e una zona che può essere utilizzata per diverse funzioni, come meeting, compleanni, etc.

Al piano interrato, oltre agli spogliatoi per gli utenti, c'è una zona benessere con sauna ed idromassaggio, una palestra, spogliatoi per il personale e il locale tecnico.

Dall'area spogliatoi si può raggiungere l'area piscina interna, costituita da una piscina per adulti e da una per bambini, oppure si può accedere all'area piscina esterna.

L'edificio strutturalmente consta di un telaio formato da pilastri – trave che poggia sulla fondazione continua. Il materiale con cui è stata realizzata è il cemento armato. La copertura è costituita da una struttura a travi prefabbricate, di forma a "U" di calcestruzzo armato. La finitura è uno strato di tenuta costituito da rotoli di carta catramata. Il soffitto interno è costituito dalle stesse travi, tenute allo stato grezzo. Le travi sono disposte con un passo continuo, e ogni quattro travi è presente un canale della climatizzazione. Internamente il soffitto della zona polifunzionale è realizzato con una controsoffittatura formata da listelli in alluminio, a differenza del soffitto della piscina bambini che non presenta alcuna finitura. Le partizioni interne sono

---

in cemento armato, con finitura nella zona piscine in cemento armato a vista, mentre negli spogliatoi sono rivestite con piastrelle in ceramica.

I serramenti sono in alluminio con vetro camera. I prospetti relativi alla parte d'edificio dove c'è la piscina, cioè quelli Sud ed Ovest, sono completamente vetrati con moduli da 345x540 cm, con apertura a vasistas della parte alta. I serramenti modulari sono presenti anche al secondo piano: la facciata Ovest è composta da serramenti da 150x150 cm, mentre quella Sud ha serramenti da 155x150 cm; il prospetto Est, quello che si affaccia sulla piscina, ha vetrate modulari da 155x150 cm intervallate da vetrate fisse da 145x150 cm.

### **3.4.1 Rilievo dello stato di fatto**

Il rilievo è un importante processo della geometria descrittiva, con lo scopo di rappresentare gli aspetti caratterizzanti e salienti dell'oggetto in esame. In particolare, nell'ambito di un progetto architettonico il rilievo svolge un ruolo determinante e condizionante per le scelte progettuali. Di conseguenza, la precisione e la qualità del rilievo sono cruciali per la buona riuscita del progetto.

Il nostro progetto esclude il corpo della Palazzina dell'Ex Custode e la Palestra Comunale (che demoliamo), ma prende in esame la struttura del Centro Pratogrande.

Il rilievo è stato effettuato a partire da quello fotografico relativo al contesto dell'edificio e ai suoi prospetti. Successivamente è stato effettuato il rilievo geometrico - materico - dimensionale, che ha permesso una migliore comprensione dei rapporti spaziali - volumetrici. È seguito il rilievo tecnologico, che unitamente alla consultazione dei manuali di costruzione riferiti al periodo di edificazione dell'edificio in oggetto, ha permesso di individuare le tecniche e gli elementi costruttivi caratterizzanti. Infine viene presentato il rilievo del degrado, che ha permesso la diagnosi delle



---

patologie sia interne che esterne dell'edificio, e, quindi, la formulazione delle modalità più appropriate di intervento.

### **Il rilievo fotografico**

Il rilievo fotografico permette di comprendere molte caratteristiche importanti di un edificio, vale a dire il contesto in cui è inserito, gli aspetti estetici ed architettonici. Questo tipo di rilievo permette anche di realizzare una prima stima delle condizioni dell'edificio. Infine il rilievo fotografico andrà a far parte della documentazione di progetto.



**Figura 3.4-2 Vista dell'ingresso del Centro Sportivo.**





**Figura 3.4-3 Vista del Prospetto Ovest (2). Internamente ci sono la reception e la zona bar/ristoro al piano terra, mentre al piano primo c'è la sala amministrativa.**



**Figura 3.4-4 Vista del Prospetto Sud (3). La parte sinistra è occupata dalla zona ristoro, che si sviluppa anche all'esterno; al piano superiore c'è l'area amministrativa; il corpo centrale ospita la piscina; la porzione più piccola dell'edificio sulla destra è destinata alla piscina dei bambini. Si intravede in primo piano la piscina esterna circondata dalle sdraio.**



**Figura 3.4-5 Vista del Prospetto Est (4). La parte destra internamente ospita la piscina dei bambini. In primo piano si vede il campo da beach volley.**



**Figura 3.4-6 Vista della piscina interna. Sulla destra ci sono gli spalti per il pubblico, raggiungibili mediante la scala che dal piano bar conduce al piano amministrativo.**

---

### **Il rilievo geometrico - materico**

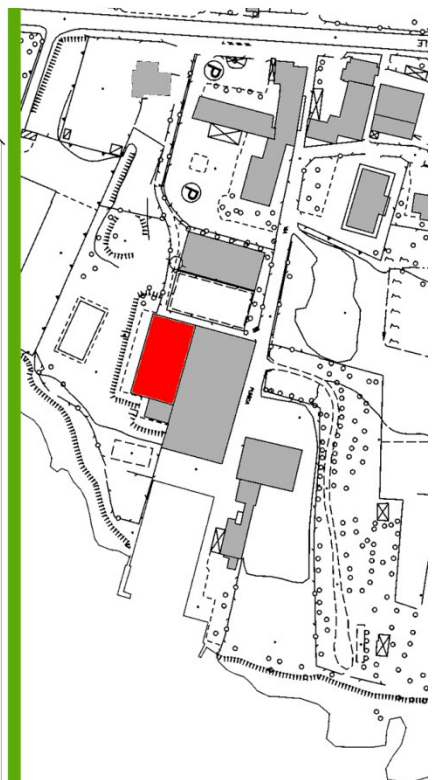
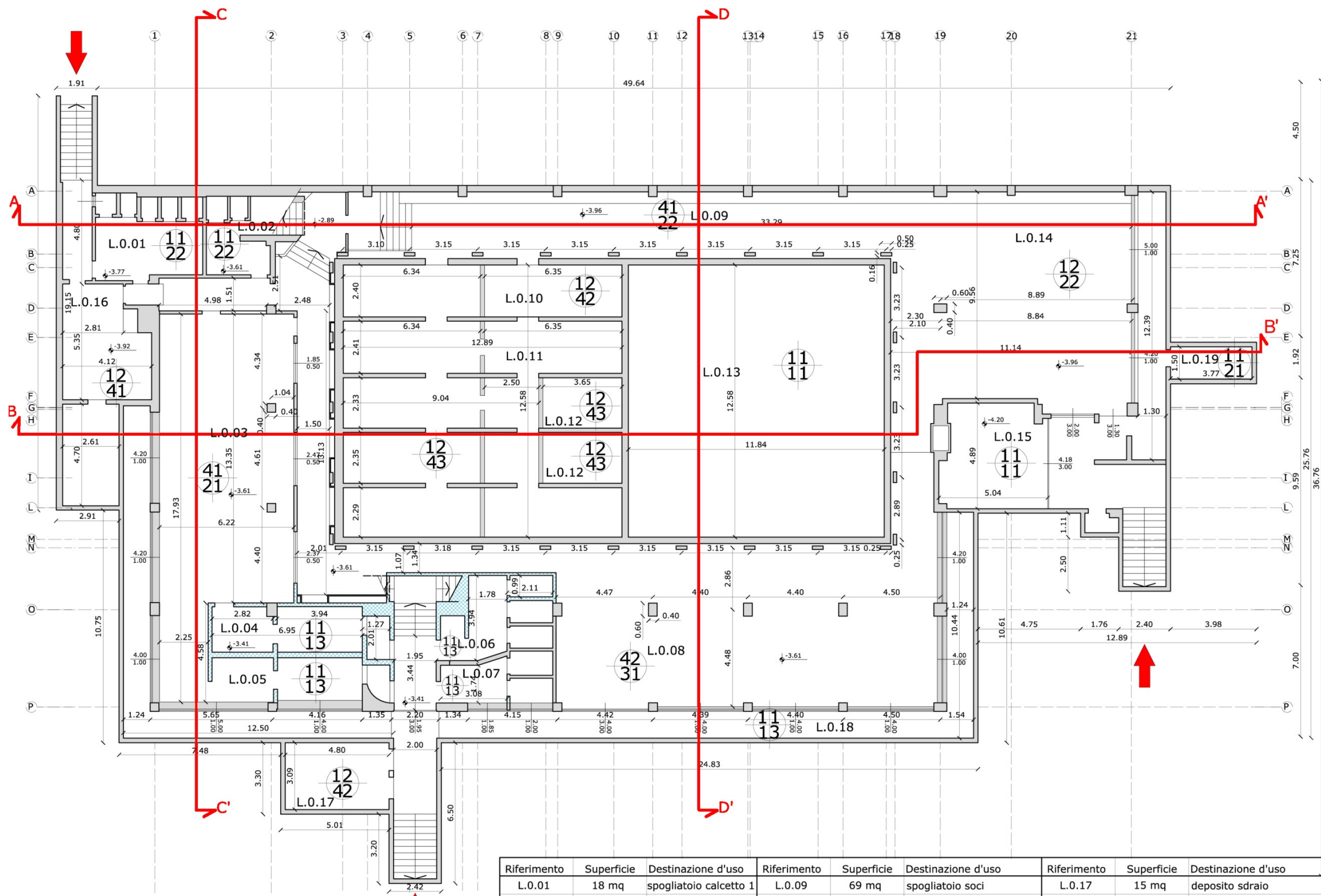
Il rilievo geometrico consiste nell'inventariare il complesso delle misure necessarie per la determinazione delle caratteristiche spaziali dell'edificio.

Il rilievo geometrico è stato effettuato con l'ausilio della documentazione fornita in fase di concorso. Le misure esterne e interne dell'edificio sono state effettuate durante il sopralluogo con gli attrezzi idonei. Le misurazioni ottenute sono state rielaborate graficamente, mediante l'uso di software (Autocad); ciò ha permesso di confrontare i dati ottenuti con la documentazione fornita. Da tale confronto si evince che l'edificio non ha mai subito alcun tipo di intervento.

Il passo successivo è stato il rilievo materico, che consiste nell'individuazione dei tipi di materiali impiegati nella realizzazione dell'edificio in esame.

Se ne deduce che è stato realizzato essenzialmente con un tipo di materiale: il cemento armato, usato per la parte strutturale e lasciato a vista.





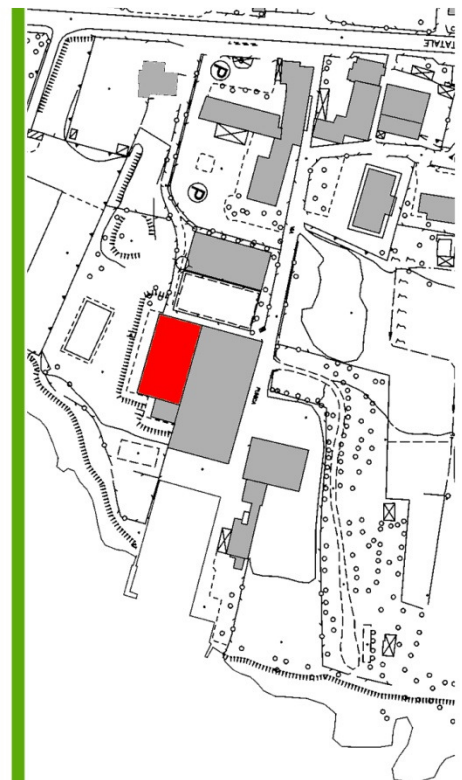
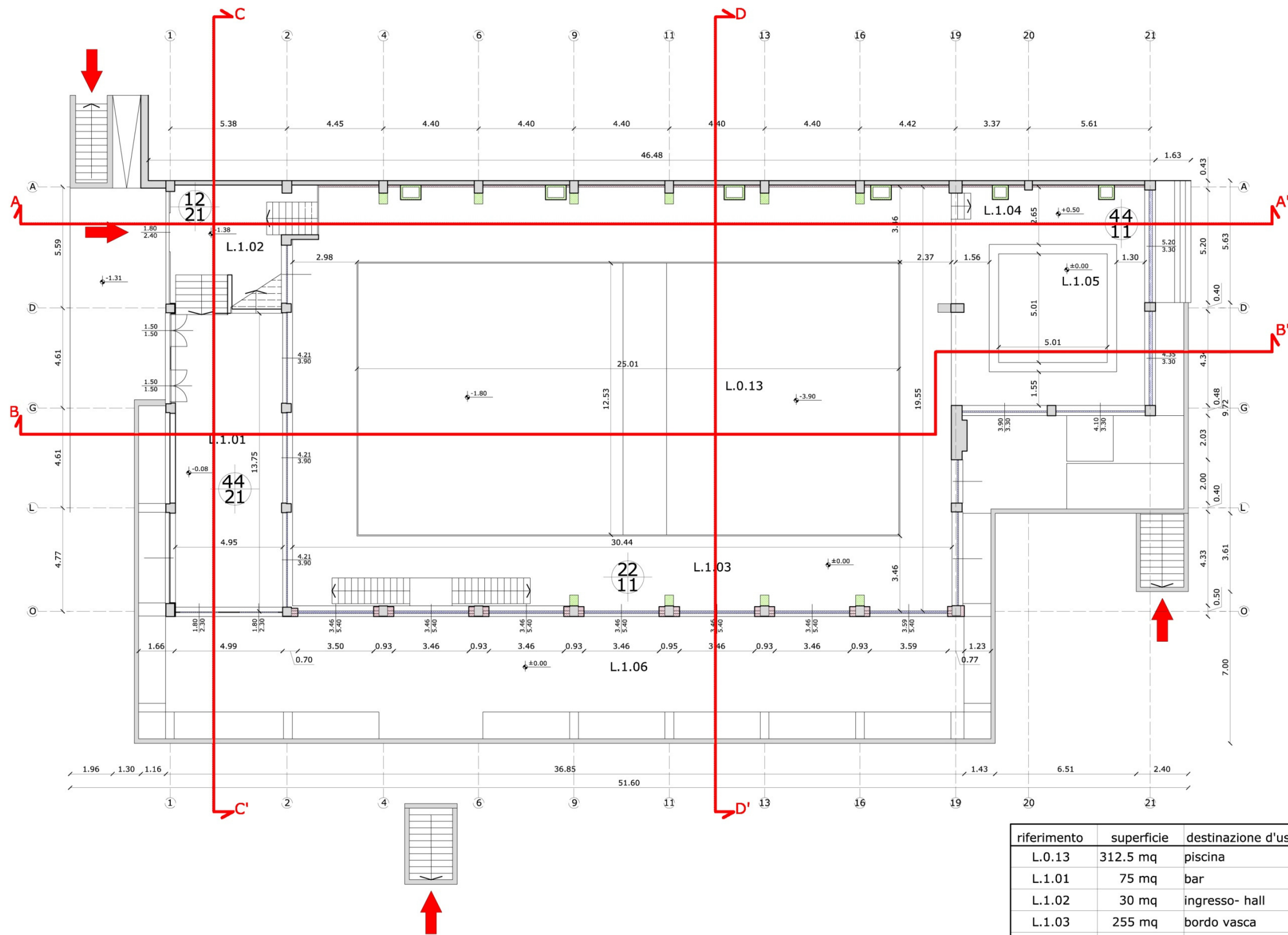
- CV1: chiusura verticale opaca in C.A.
  - vetro
  - P.I. 1: partizioni interne in laterocemento
- tipologia di soffitto    tipologia finitura interna pareti
- 11/11
- tipologia pavimentazione    tipologia infissi interni




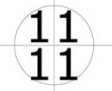
- tipologia di soffitto :**
- 1) in cemento armato gettato in opera
  - 2) in elementi prefabbricati
  - 3) in laterocemento
  - 4) rivestito in pannelli in alluminio
- tipologia di pavimentazione :**
- 1) in piastrelle antiscivolo in clinker
  - 2) in piastrelle in ceramica
  - 3) in parquet
  - 4) cemento armato a vista
- tipologia finitura interna pareti:**
- 1) rivestito in piastrelle
  - 2) cemento armato a vista
  - 3) rivestito con cartongesso
  - 4) rivestito con pannelli in alluminio
- tipologia infissi interni :**
- 1) in alluminio e vetro
  - 2) in alluminio
  - 3) non presente

| Riferimento | Superficie | Destinazione d'uso     | Riferimento | Superficie | Destinazione d'uso     | Riferimento | Superficie | Destinazione d'uso |
|-------------|------------|------------------------|-------------|------------|------------------------|-------------|------------|--------------------|
| L.O.01      | 18 mq      | spogliatoio calcetto 1 | L.O.09      | 69 mq      | spogliatoio soci       | L.O.17      | 15 mq      | deposito sdraio    |
| L.O.02      | 11 mq      | spogliatoio calcetto 2 | L.O.10      | 15 mq      | spogliatoio dipendenti | L.O.18      | 85 mq      | intercapedine      |
| L.O.03      | 93 mq      | spogliatoio piscina    | L.O.11      | 118 mq     | magazzino              | L.O.19      | 23 mq      | intercapedine      |
| L.O.04      | 17 mq      | docce uomini           | L.O.12      | 9 mq       | vasca recupero acque   |             |            |                    |
| L.O.05      | 16 mq      | docce donne            | L.O.13      | 149 mq     | piscina                |             |            |                    |
| L.O.06      | 16 mq      | servizi uomini         | L.O.14      | 114 mq     | locale filtri          |             |            |                    |
| L.O.07      | 11 mq      | servizi donne          | L.O.15      | 23 mq      | locale caldaia         |             |            |                    |
| L.O.08      | 140 mq     | palestra + sauna       | L.O.16      | 32 mq      | magazzino bar          |             |            |                    |

Scala 1:200  
PIANTA PIANO INTERRATO



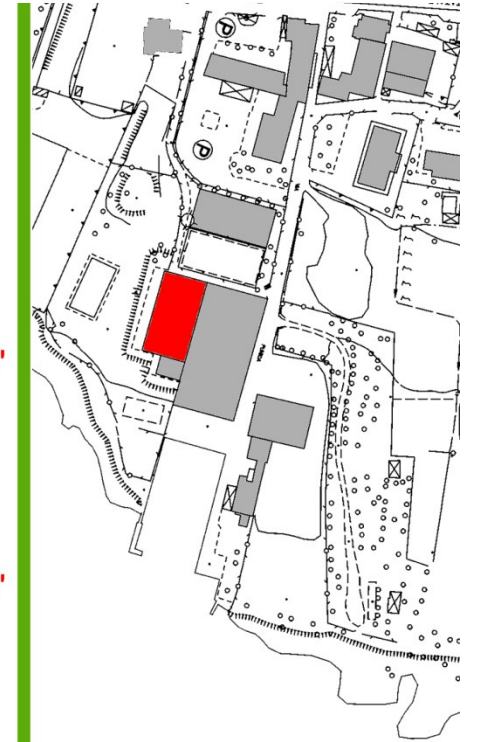
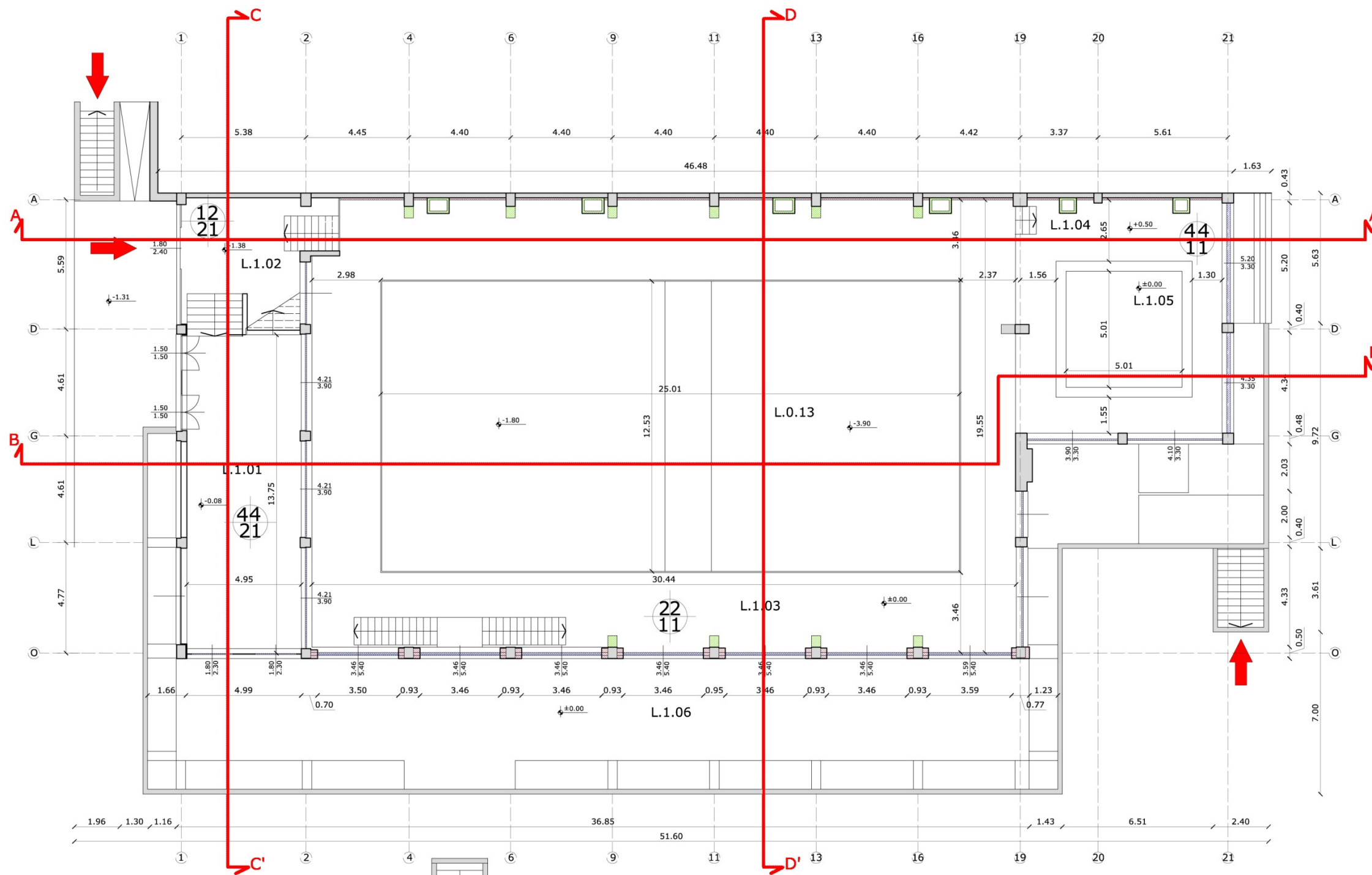


-  CV1: chiusura verticale opaca in C.A.
  -  vetro
  -  P.I. 1: partizioni interne in laterocemento
- tipologia di soffitto      tipologia finitura interna pareti
- 
- tipologia pavimentazione      tipologia infissi interni

- tipologia di soffitto :**
- 1) in cemento armato gettato in opera
  - 2) in elementi prefabbricati
  - 3) in laterocemento
  - 4) rivestito in pannelli in alluminio
- tipologia di pavimentazione :**
- 1) in piastrelle antiscivolo in clinker
  - 2) in piastrelle in ceramica
  - 3) in parquet
  - 4) cemento armato a vista
- tipologia finitura interna pareti:**
- 1) rivestito in piastrelle
  - 2) cemento armato a vista
  - 3) rivestito con cartongesso
  - 4) rivestito con pannelli in alluminio
- tipologia infissi interni :**
- 1) in alluminio e vetro
  - 2) in alluminio
  - 3) non presente

| riferimento | superficie | destinazione d'uso  |
|-------------|------------|---------------------|
| L.0.13      | 312.5 mq   | piscina             |
| L.1.01      | 75 mq      | bar                 |
| L.1.02      | 30 mq      | ingresso- hall      |
| L.1.03      | 255 mq     | bordo vasca         |
| L.1.04      | 53 mq      | bordo vasca bambini |
| L.1.05      | 25 mq      | piscina bambini     |
| L.1.06      | 252 mq     | percorso esterno    |

Scala 1:200  
PIANTA PIANO TERRA



CV1: chiusura verticale opaca in C.A.  
 vetro  
 P.I. 1: partizioni interne in laterocemento

tipologia di soffitto    tipologia finitura interna pareti

tipologia pavimentazione    tipologia infissi interni

- tipologia di soffitto :**
- 1) in cemento armato gettato in opera
  - 2) in elementi prefabbricati
  - 3) in laterocemento
  - 4) rivestito in pannelli in alluminio

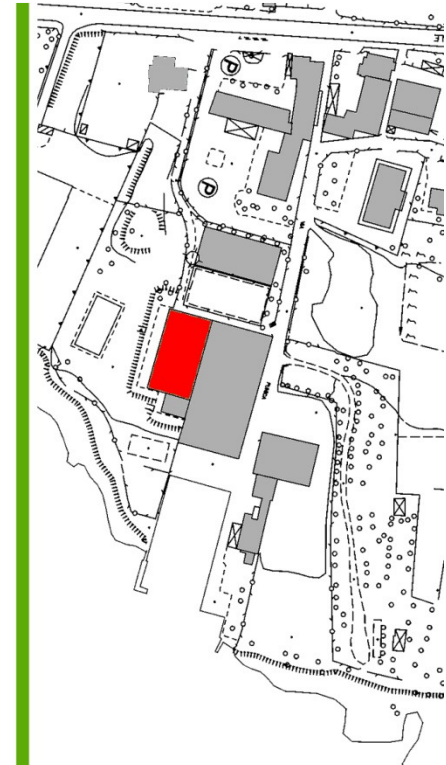
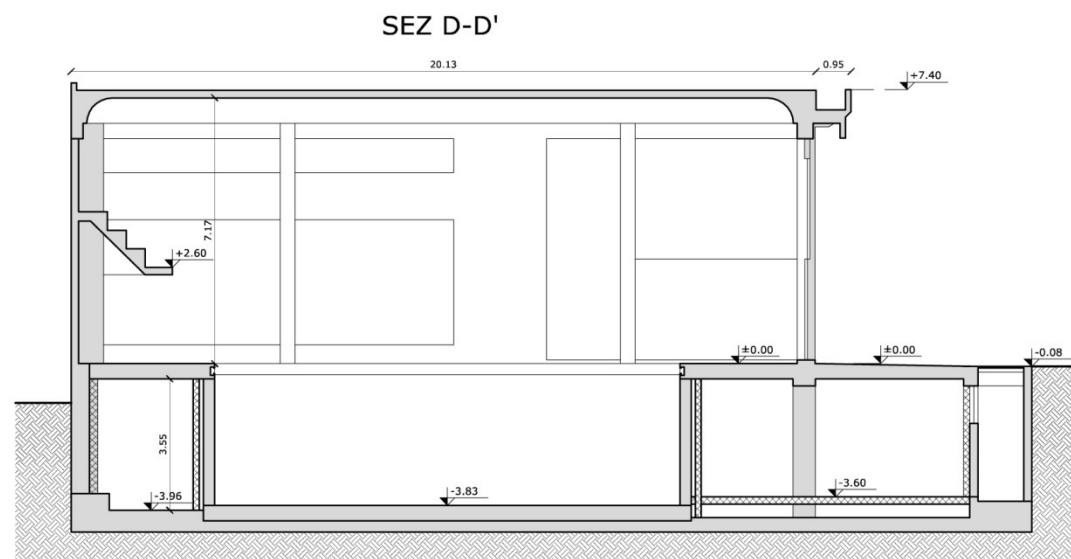
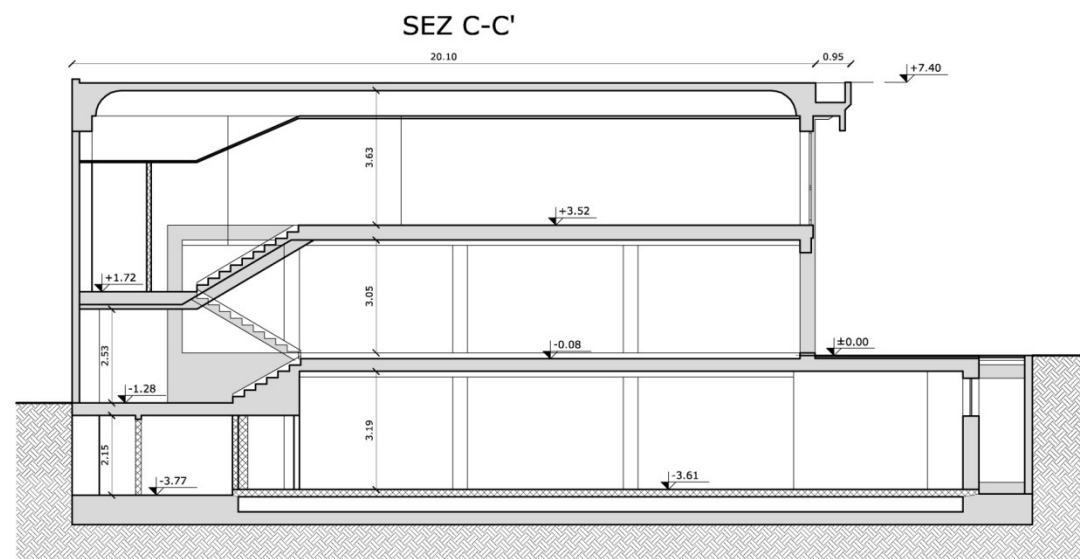
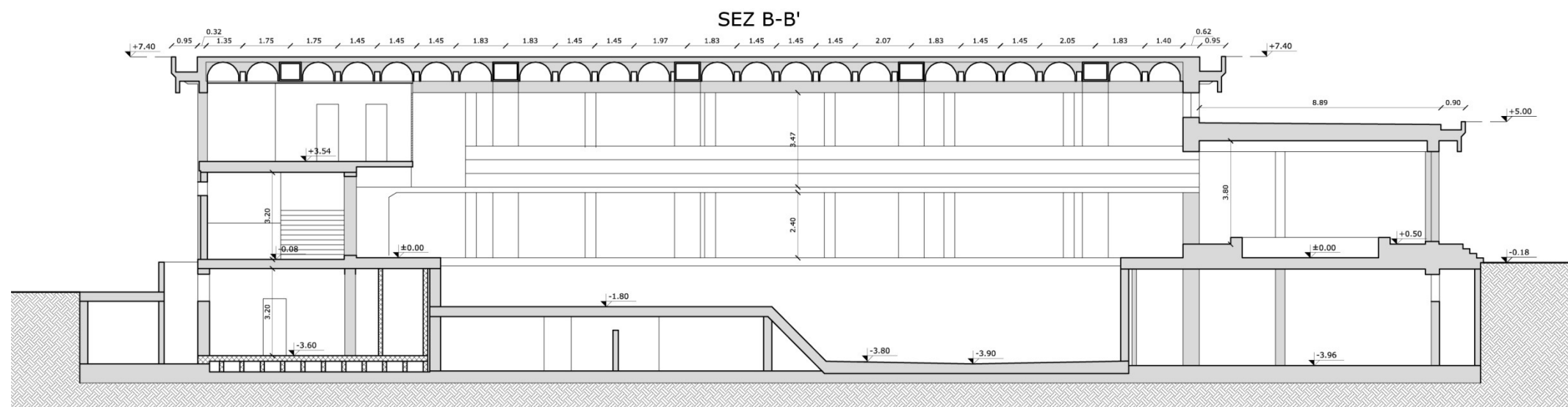
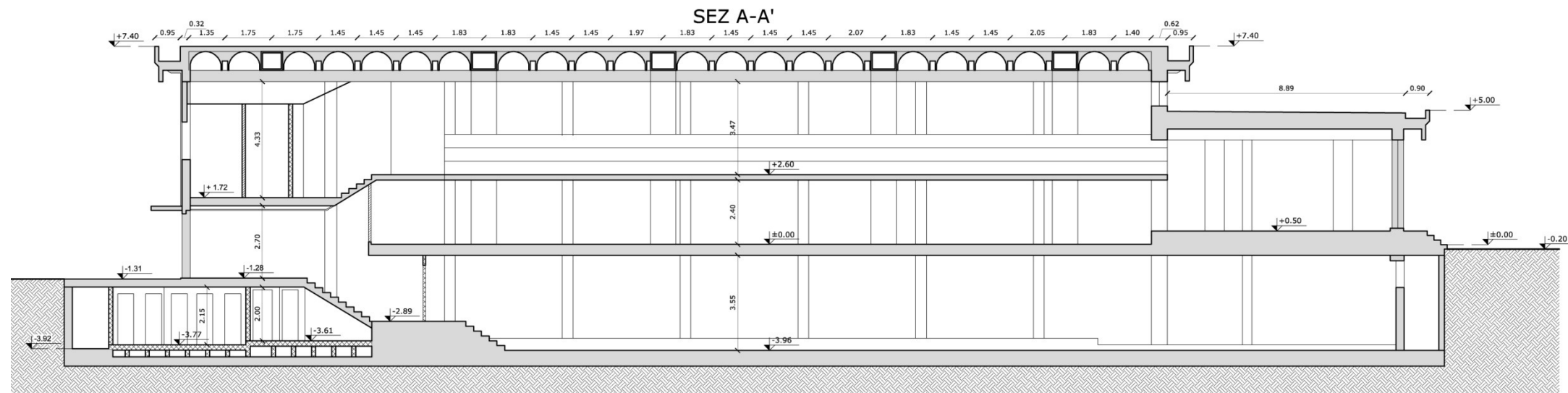
- tipologia di pavimentazione :**
- 1) in piastrelle antiscivolo in clinker
  - 2) in piastrelle in ceramica
  - 3) in parquet
  - 4) cemento armato a vista




- tipologia finitura interna pareti:**
- 1) rivestito in piastrelle
  - 2) cemento armato a vista
  - 3) rivestito con cartongesso
  - 4) rivestito con pannelli in alluminio

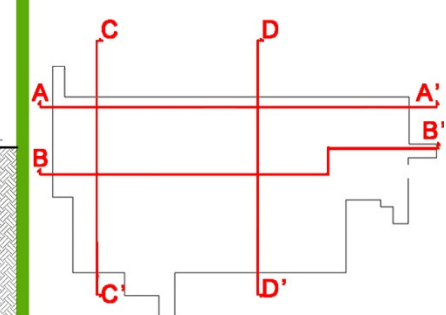
- tipologia infissi interni :**
- 1) in alluminio e vetro
  - 2) in alluminio
  - 3) non presente

| riferimento | superficie | destinazione d'uso  |
|-------------|------------|---------------------|
| L.0.13      | 312.5 mq   | piscina             |
| L.1.01      | 75 mq      | bar                 |
| L.1.02      | 30 mq      | ingresso- hall      |
| L.1.03      | 255 mq     | bordo vasca         |
| L.1.04      | 53 mq      | bordo vasca bambini |
| L.1.05      | 25 mq      | piscina bambini     |
| L.1.06      | 252 mq     | percorso esterno    |

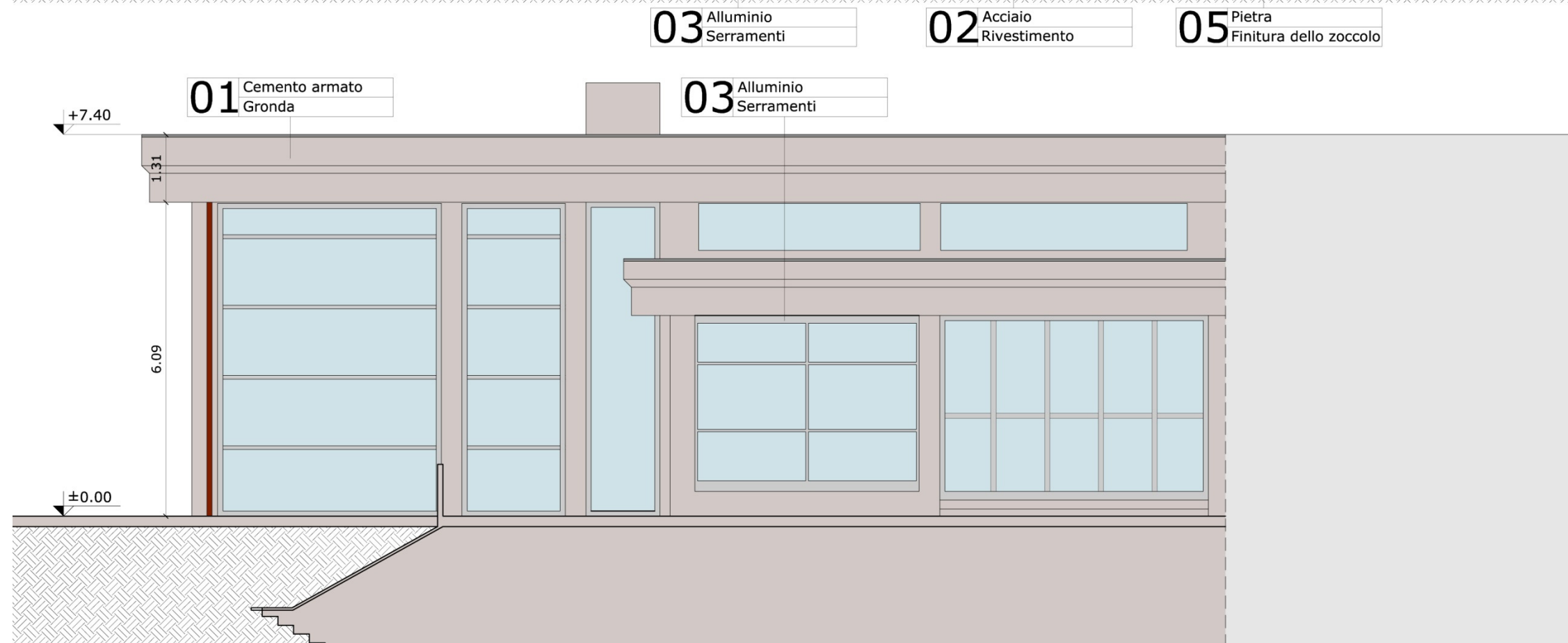
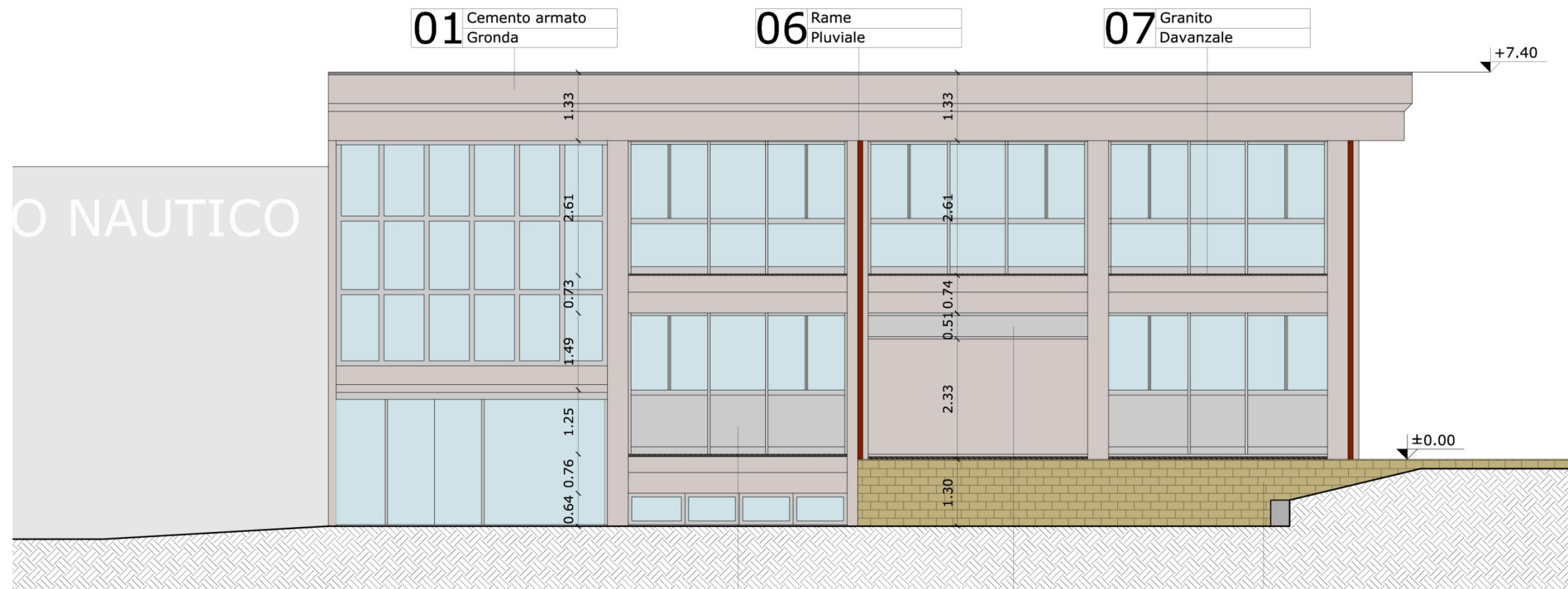




-  Cemento armato
-  P.I. 1: partizioni interne in laterocemento
-  P.I. 2: partizioni interne in vetro.

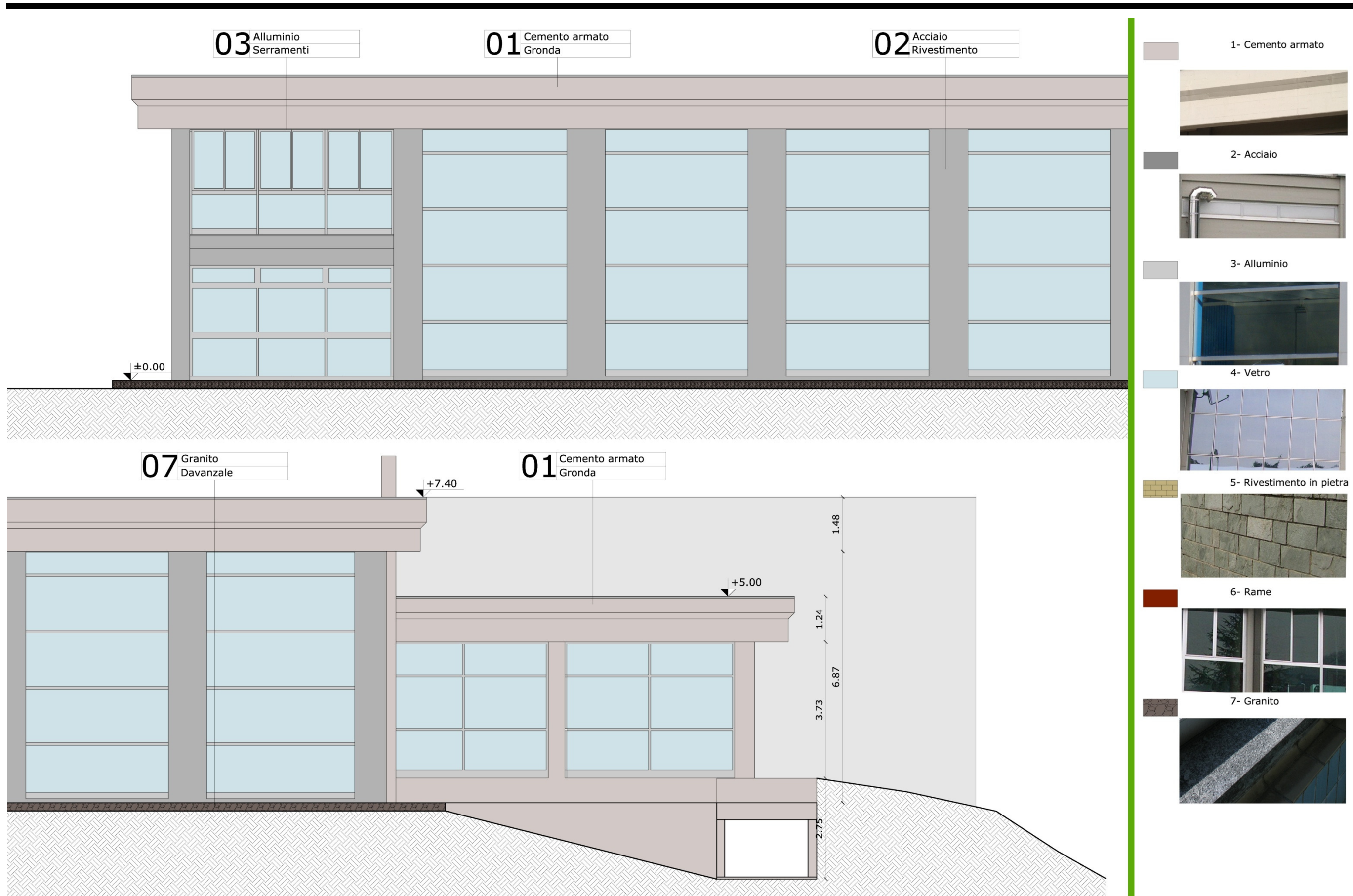


Scala 1:200  
SEZIONI  
51



- 1- Cemento armato
- 2- Acciaio
- 3- Alluminio
- 4- Vetro
- 5- Rivestimento in pietra
- 6- Rame
- 7- Granito





---

## **Rilievo tecnologico**

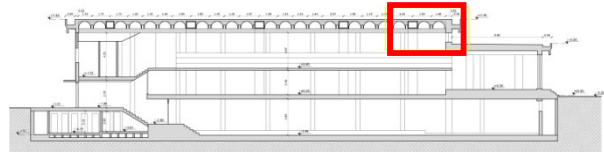
Il problema del rilievo tecnologico è spesso costituito dall'impossibilità di vedere come è realizzato un muro, un solaio o una copertura: per avere certezze sarebbe necessario procedere con rilievi strumentali e/o demolizioni parziali. Si possono fare ipotesi attendibili incrociando i rilievi di dettaglio (spessori di muri o solai) con soluzioni tipiche desunte da manuali d'epoca e conoscenze di storia delle tecnologie. Quando non è possibile procedere con misurazioni certe, si deve riportare una soluzione di riferimento tratta da testi o ipotesi fatte per raffronto con altri edifici simili.

Per quanto riguarda alcuni dettagli tecnologici è stato possibile risalire alla tipologia e alla tecnologia di materiali impiegati grazie alla proprietà, che ha messo a disposizione le tavole di progetto originarie. Per altri tipi di dettaglio, anche con l'ausilio dei materiali a disposizione non si riusciva immediatamente a ricavare la soluzione. Pertanto si sono utilizzati alcuni manuali (principalmente "Il manuale dell'architetto" degli anni '60, che tratta le tipologie costruttive simili a quelle utilizzate per la realizzazione degli edifici studiati).

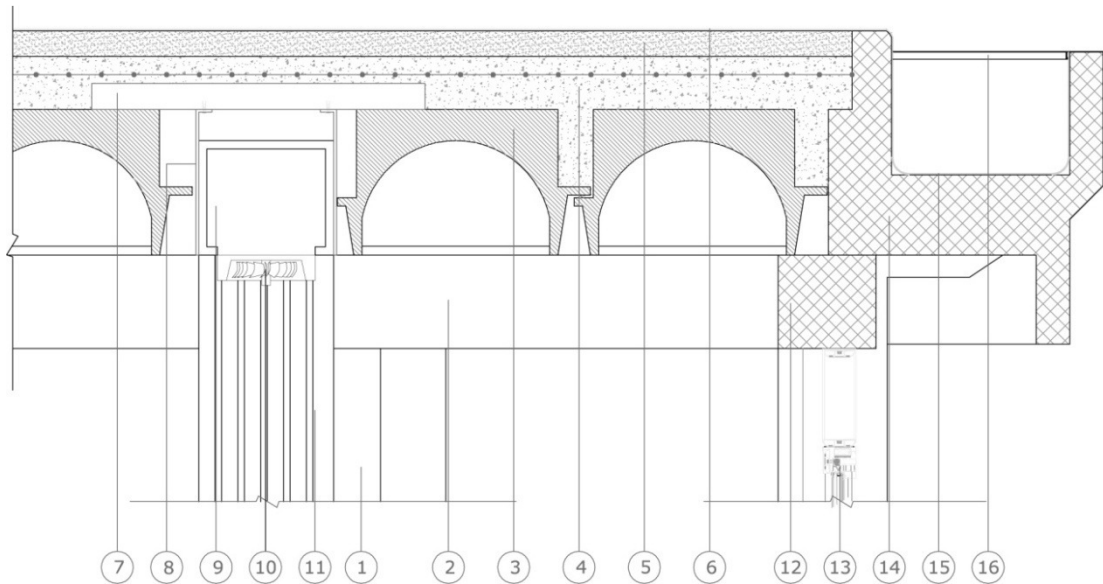
Dal rilievo emerge che la struttura portante è stata realizzata nel seguente modo:

- Fondazione a platea in cemento armato
- Struttura di elevazione del piano interrato con muri contro terra in cemento armato
- Solai di interpiano in getto pieno di cemento armato
- Struttura di elevazioni fuori terra, costituita da pilastri in cemento armato
- Struttura di copertura composta da travi precomprese con sezione a "U".

## CHIUSURA ORIZZONTALE: COPERTURA PISCINA GRANDE

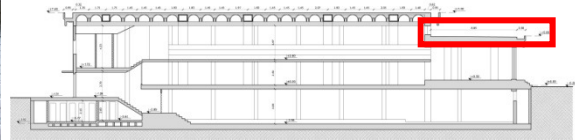


La copertura è costituita da una struttura a travi prefabbricate (di forma a "U") in calcestruzzo armato precompresso, lasciate allo stato grezzo.

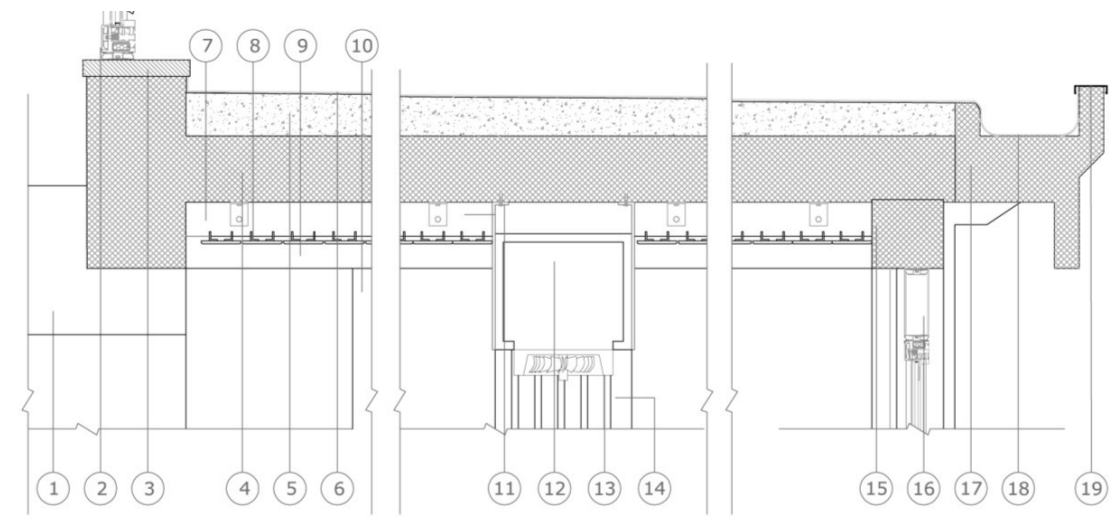


- |  |   |
|--|---|
| 1- Pilastro portante in cemento armato 40x35cm                                   | 9- Canale di climatizzazione 41x35 cm                                   |
| 2- Trave perimetrale in cemento armato 30x30cm                                   | 10- Ventola diffusione aria   |
| 3- Trave in cemento precompresso a sezione "U" 100x45cm                          | 11- Rivestimento canale climatizzazione in profilati di lamiera da 10cm |
| 4- Massetto portante (15cm) in cemento armato con rete elettrosaldata da 10x10cm | 12- Trave perimetrale in cemento armato 30x30cm                         |
| 5- Massetto di pendenza 2% 8cm   | 13- Serramento in alluminio a vetrocamera                               |
| 6- Guaina bituminosa impermeabile  | 14- Canale di gronda in cemento armato prefabbricato                    |
| 7- Tavella in laterizio di tamponatura 100x25x8cm                                | 15- Guaina impermeabile   |
| 8- Zanche in metallo per fissaggio canale climatico                              | 16- Scossalina in lamiera a profilo "u"                                 |

## CHIUSURA ORIZZONTALE: COPERTURA PISCINA BAMBINI



La copertura è costituita da un massetto di pendenza rivestito con materiale impermeabile (carta catramata a rotoli). L'elemento tecnico poggia su di una struttura in cemento armato, il cui rivestimento interno è costituito da listelli in lamiera d'alluminio.

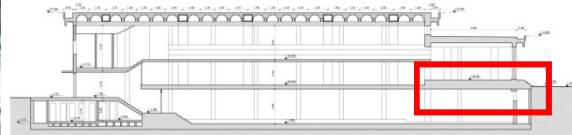


- 1- Gradonate pubblico in cemento armato
- 2- Serramento in alluminio a vetrocamera
- 3- Davanzale in granito 5cm
- 4- Solaio portante in cemento armato 20cm
- 5- Massetto di pendenza 2% 8cm
- 6- Guaina bituminosa impermeabile
- 7- Profili in alluminio per fissaggio rivestimento soffitto
- 8- Rivestimento soffitto profilati di lamiera 10x2cm
- 9- Trave perimetrale in cemento armato 30x30cm
- 10- Pilastro portante in cemento armato 20x20cm

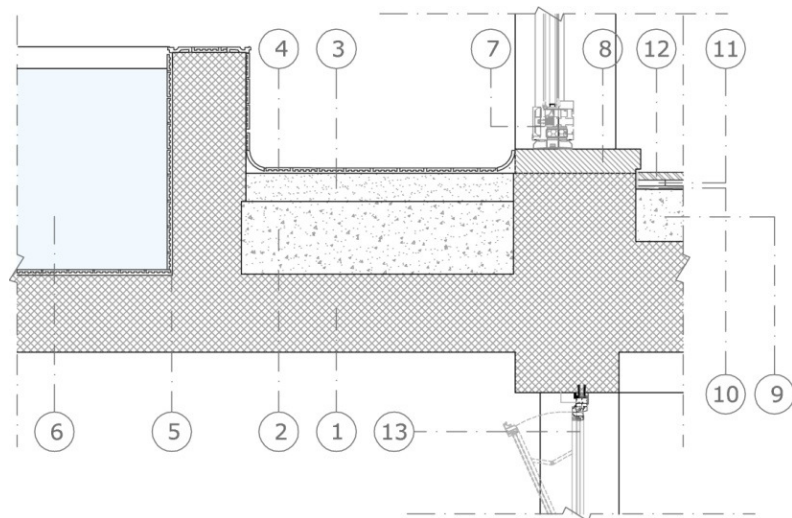
- 11- Zanche in metallo di fissaggio per canale climatizzazione
- 12- Canale climatizzazione 41x35 cm
- 13- Ventola diffusione aria
- 14- Rivestimento canale climatizzazione in profilati di lamiera da 10x2cm
- 15- Trave perimetrale in cemento armato 30x30cm
- 16- Serramento in alluminio a vetrocamera
- 17- Canale gronda in cemento armato
- 18- Guaina impermeabile
- 19- Scossalina in lamiera a profilo "u"



## PARTIZIONE ORIZZONTALE: SOLAIO PISCINA BAMBINI



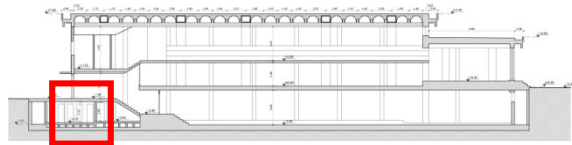
La struttura portante del solaio della piscina dei bimbi è in cemento armato rivestita con piastrelle in grès porcellanato antiscivolo. La parte sottostante contiene i vani tecnici del trattamento acque e filtri.



- 1- Struttura portante in cemento armato
- 2- Sottofondo di riempimento 18cm
- 3- Sottofondo di allettamento 6cm
- 4- Piastrelle antiscivolo 10x10cm
- 5- Malta tecnica di incollaggio
- 6- Acqua piscina bimbi
- 7- Serramento vetrocamera in alluminio spazzolato

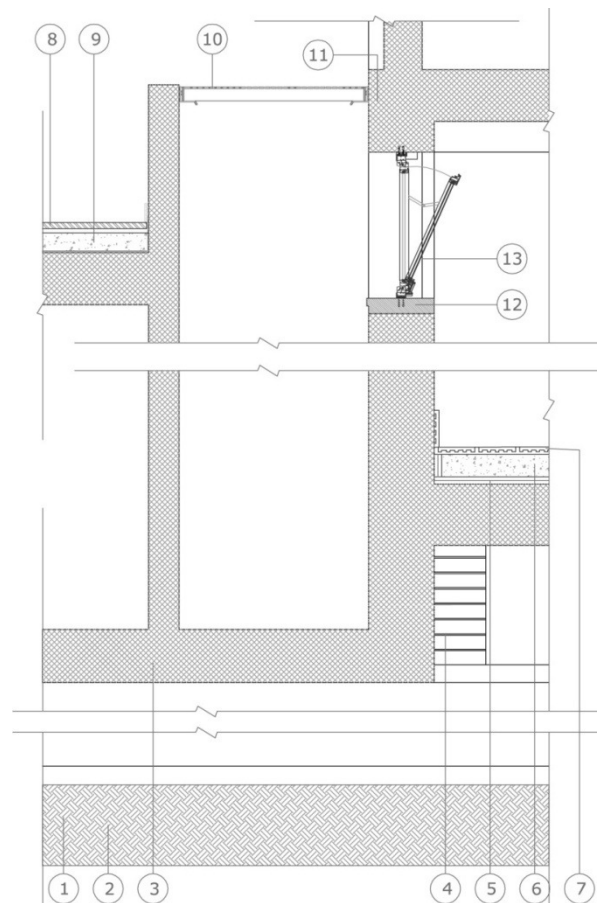
- 8- Davanzale in granito 6cm
- 9- Massetto di pendenza 1% 12cm
- 10- Guaina impermeabile
- 11- Distanziale supporto lastre pavimentazione terrazza in PVC
- 12- Lastre in cemento 40x40cm
- 13- Serramento in alluminio con apertura vasistas

## PARTIZIONE VERTICALE: INTERCAPEDINE PIANO INTERRATO



Le partizioni verticali opache dell'intercapedine sono realizzate in getto di cemento armato contro terra, poggiante direttamente sulla platea di fondazione.

- 1- Terreno
- 2- Fondazione continua in cemento armato
- 3- Struttura in cemento armato
- 4- Vespaio areato su pile di mattoni
- 5- Strato isolante
- 6- Sottofondo di allettamento
- 7- Pavimentazione in piastrelle di ceramica
- 8- Pavimentazione in lastroni di pietra
- 9- Massetto di allettamento
- 10- Grata in acciaio zincato
- 11- Solaio in cemento armato 30cm
- 12- Davanzale in granito 6cm
- 13- Serramento in alluminio con apertura vasistas



---

## **Il degrado**

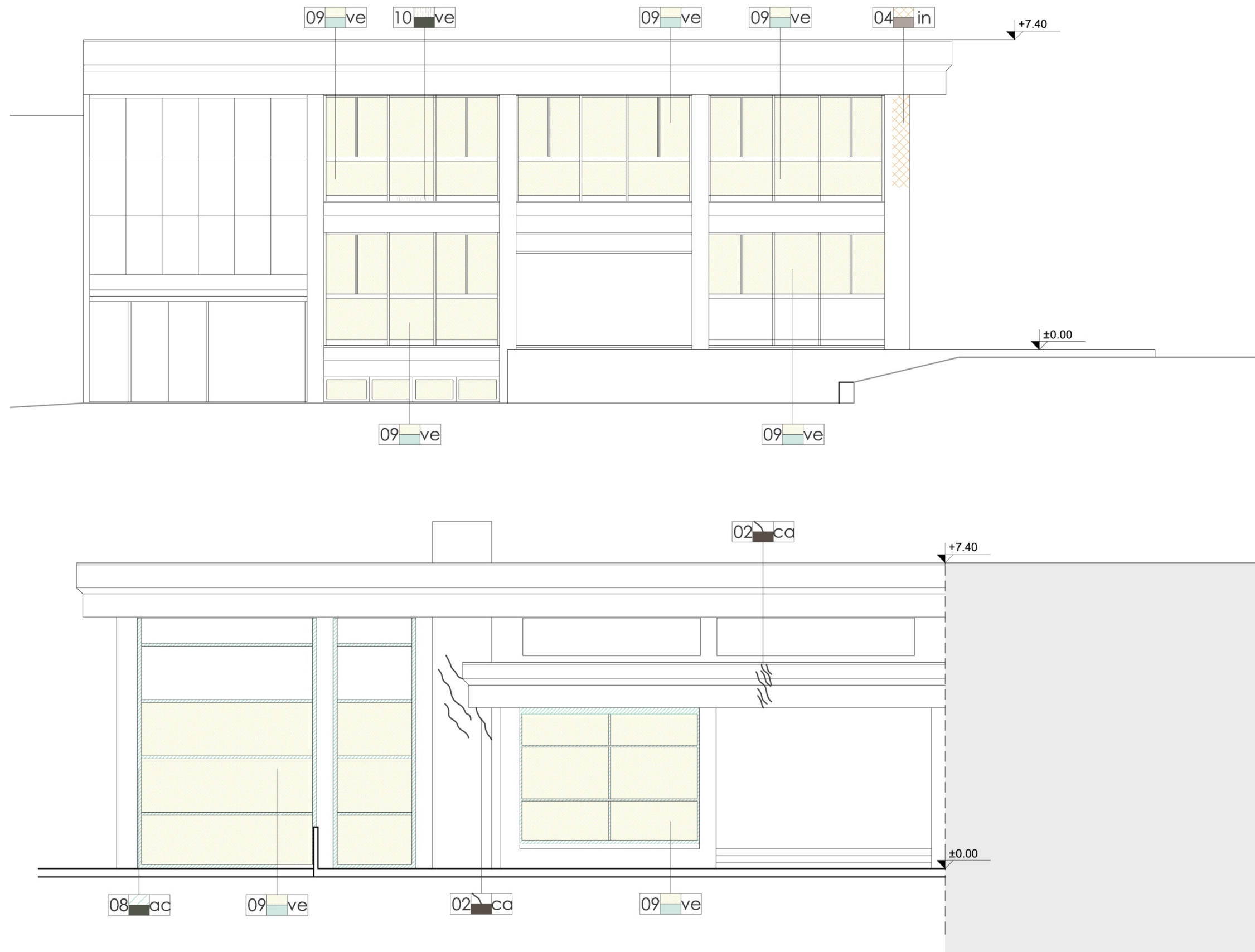
Il degrado è un fenomeno patologico che denuncia uno “stato di sofferenza”; ogni sub-sistema tecnologico è destinato ad invecchiare, ma se l'invecchiamento avviene in tempi ravvicinati o se cause esterne hanno indotto fenomeni di guasto o degrado, si deve procedere con interventi mirati e sicuramente differenti dalla normale manutenzione.

### **- Mappatura del degrado**

Gli edifici rilevati precedentemente necessitano la valutazione e la documentazione dello stato di conservazione degli stessi, mediante un'analisi e una mappatura delle cause e dei fenomeni di degrado. La conoscenza della natura compositiva dei materiali su cui si interviene e del loro stato di conservazione permette di eseguire interventi adeguati e corretti.

Dopo aver determinato le principali patologie di degrado e aver eseguito le opportune verifiche di laboratorio si sintetizzano e quantificano i dati con rappresentazioni grafiche che rendono più agevole la visualizzazione dei risultati.

Il primo passo effettuato è stato quello di creare una “mappatura” del degrado, che consiste nell'individuazione dell'anomalia presente sull'edificio preso in considerazione. Ogni tipo di anomalia viene riportata mediante un simbolo grafico. Per poter procedere in modo corretto è fondamentale disporre di fotografie frontali di tutto il prospetto in modo da poterle mettere in sequenza e ridisegnare correttamente i degradi.



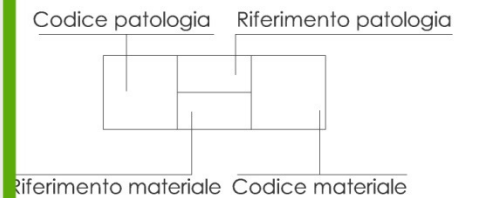
Legenda delle patologie

-  01 - Lacuna
-  02 - Fessurazione
-  03 - Pitting
-  04 - Patina biologica
-  05 - Mancanza
-  06 - Presenza di vegetazione
-  07 - Patina artificiale
-  08 - Macchia
-  09 - Condensa
-  10 - Distacco del copriferro
-  11 - Efflorescenze

Legenda dei materiali

-  Cemento armato (ca)
-  Intonaco (in.)
-  Piastrelle (pi.)
-  Pittura (pt.)
-  Vetro (ve.)
-  Acciaio (ac.)

Letture dei riferimenti







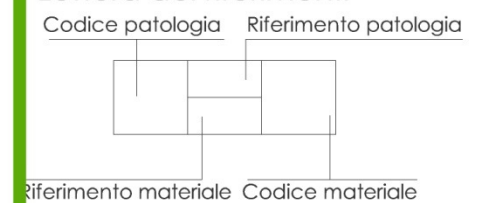
Legenda delle patologie

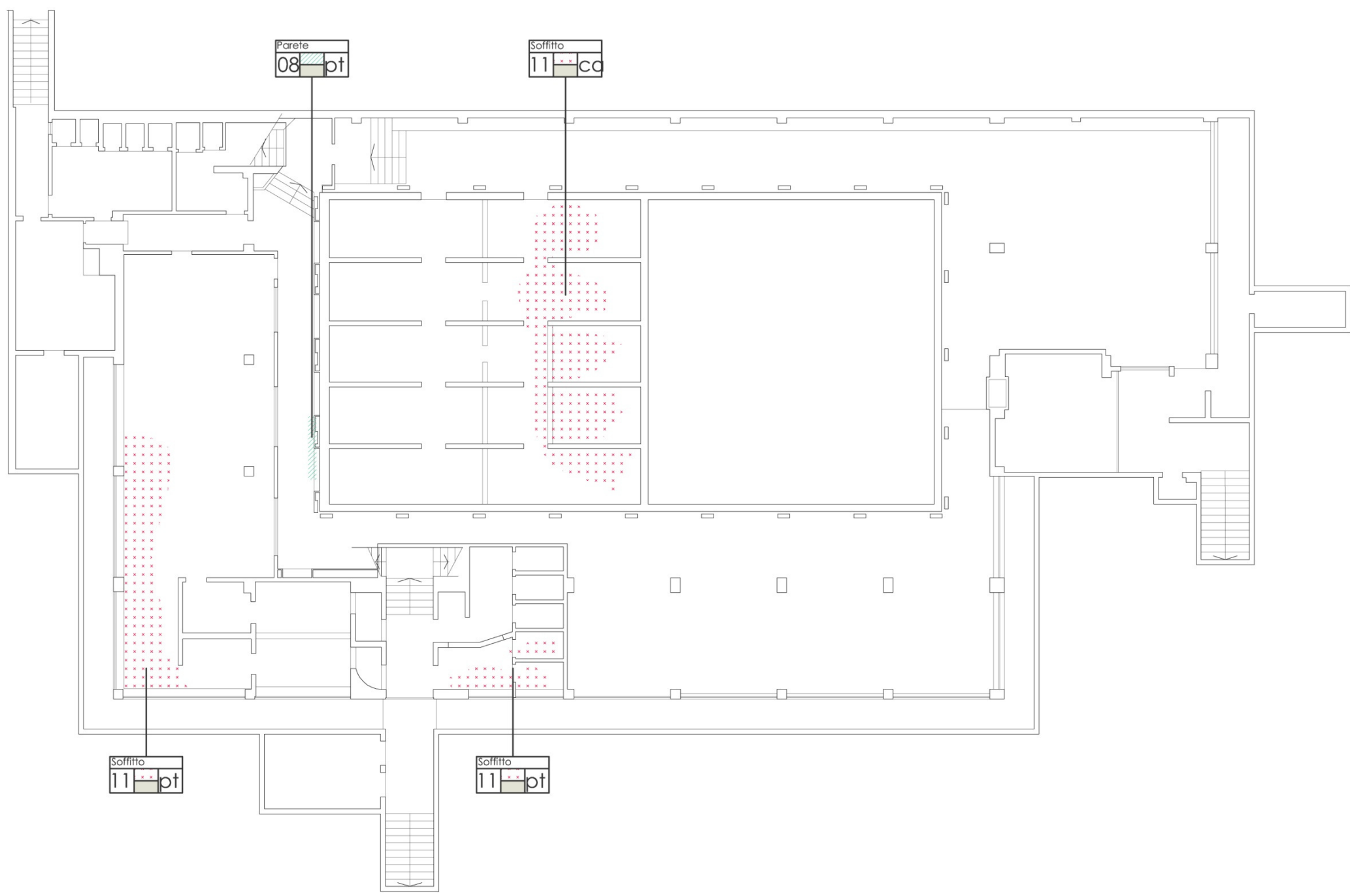
- 01 - Lacuna
- 02 - Fessurazione
- 03 - Pitting
- 04 - Patina biologica
- 05 - Mancanza
- 06 - Presenza di vegetazione
- 07 - Patina artificiale
- 08 - Macchia
- 09 - Condensa
- 10 - Distacco del copriferro
- 11 - Efflorescenze

Legenda dei materiali

- Cemento armato (ca)
- Intonaco (in.)
- Piastrelle (pi.)
- Pittura (pt.)
- Vetro (ve.)
- Acciaio (ac.)

Letture dei riferimenti





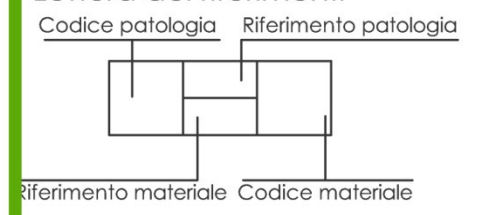
Legenda delle patologie

-  01 - Lacuna
-  02 - Fessurazione
-  03 - Pitting
-  04 - Patina biologica
-  05 - Mancanza
-  06 - Presenza di vegetazione
-  07 - Patina artificiale
-  08 - Macchia
-  09 - Condensa
-  10 - Distacco del copriferro
-  11 - Efflorescenze

Legenda dei materiali

-  Cemento armato (ca)
-  Intonaco (in.)
-  Piastrelle (pi.)
-  Pittura (pt.)
-  Vetro (ve.)
-  Acciaio (ac.)

Letture dei riferimenti



Dopo aver rappresentato la mappatura del degrado, si riporta un'analisi sintetica delle anomalie rilevate sull'edificio del Paratogrande.

| ELEMENTO RILEVATO      | PATOLOGIE |              |         |                  |          |                         |                    |         |          |                          |               |
|------------------------|-----------|--------------|---------|------------------|----------|-------------------------|--------------------|---------|----------|--------------------------|---------------|
|                        | Lacuna    | Fessurazione | Pitting | Patina biologica | Mancanza | Presenza di vegetazione | Patina artificiale | Macchia | Condensa | Distacco del copri ferro | Efflorescenze |
| Nord                   |           | X            |         | X                |          |                         |                    | X       | X        | X                        |               |
| Sud                    |           | X            |         |                  |          |                         |                    | X       | X        |                          |               |
| Ovest                  |           |              |         | X                |          |                         |                    |         | X        |                          |               |
| Pianta piano interrato |           |              |         |                  |          |                         |                    | X       |          |                          | X             |

Tabella 3.4-1 Riassunto delle patologie rilevate sull'edificio.

Dal rilievo e dalla mappatura del degrado si è potuto constatare che l'edificio presenta in gran parte il fenomeno della condensa.

#### - **Albero degli errori**

Etimologicamente la diagnosi (da *διά γνωση*, giudizio, valutazione) è l'esito del processo diagnostico, l'individuazione della malattia attraverso i sintomi. In edilizia, il processo diagnostico viene praticato quando si vuole comprendere su quali carenze si deve intervenire per risolvere o prevenire un problema.

L'albero degli errori permette di evidenziare e di collegare i guasti dei componenti di un sistema in modo grafico e logico. Lo scopo principale non è però individuare le cause dei guasti bensì, partendo da un guasto sul sistema, di metterlo in relazione funzionale con i guasti dei singoli componenti.

Al fine di stilare un albero degli errori è necessario raccogliere una serie di informazioni chiave durante il sopralluogo. Tali informazioni saranno poi seguite da un'attenta ricerca per la risoluzione delle anomalie rilevate.

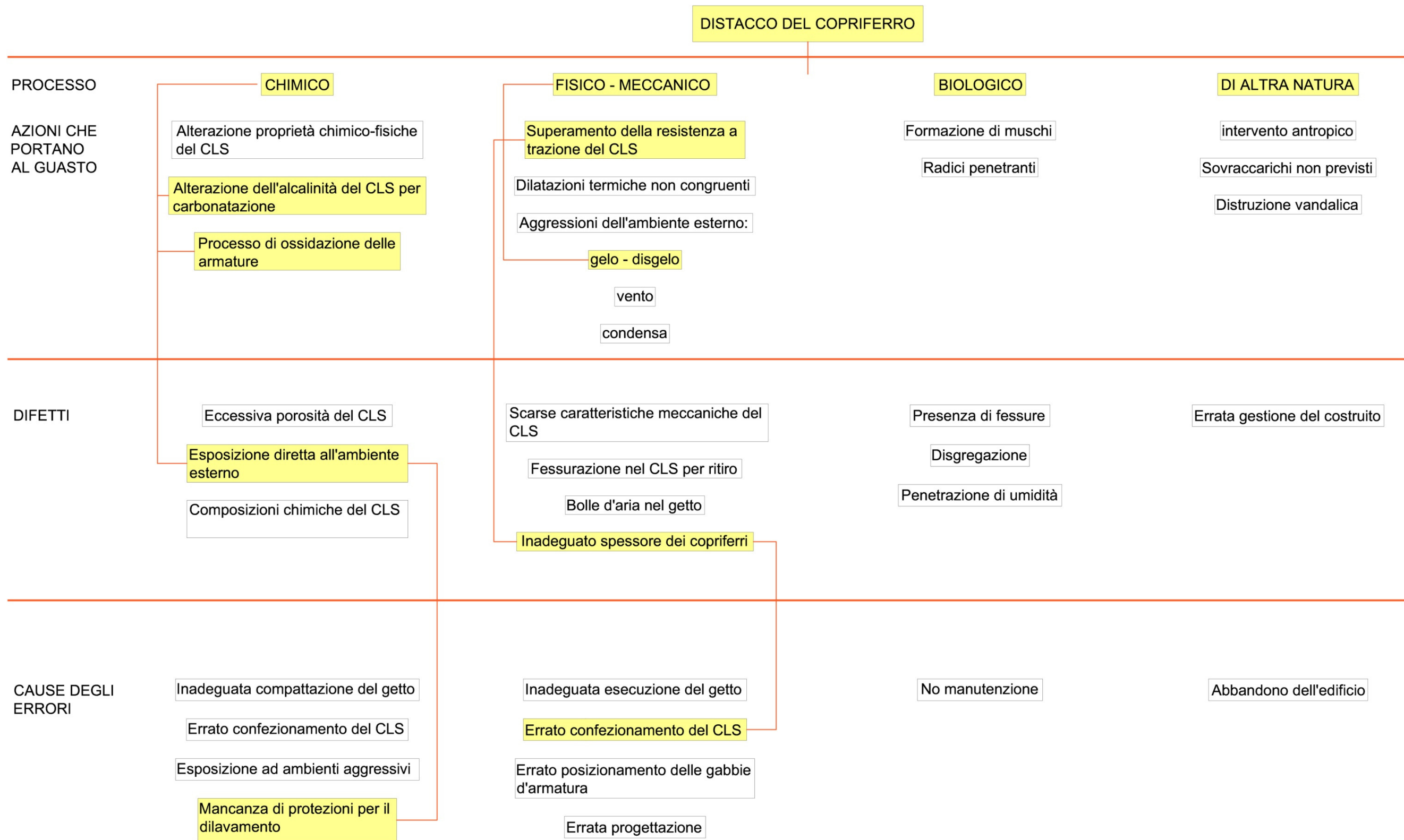
---

L'attività intermedia è data dal processo di analisi e di comprensione della motivazione per cui si sono verificate le patologie di degrado.

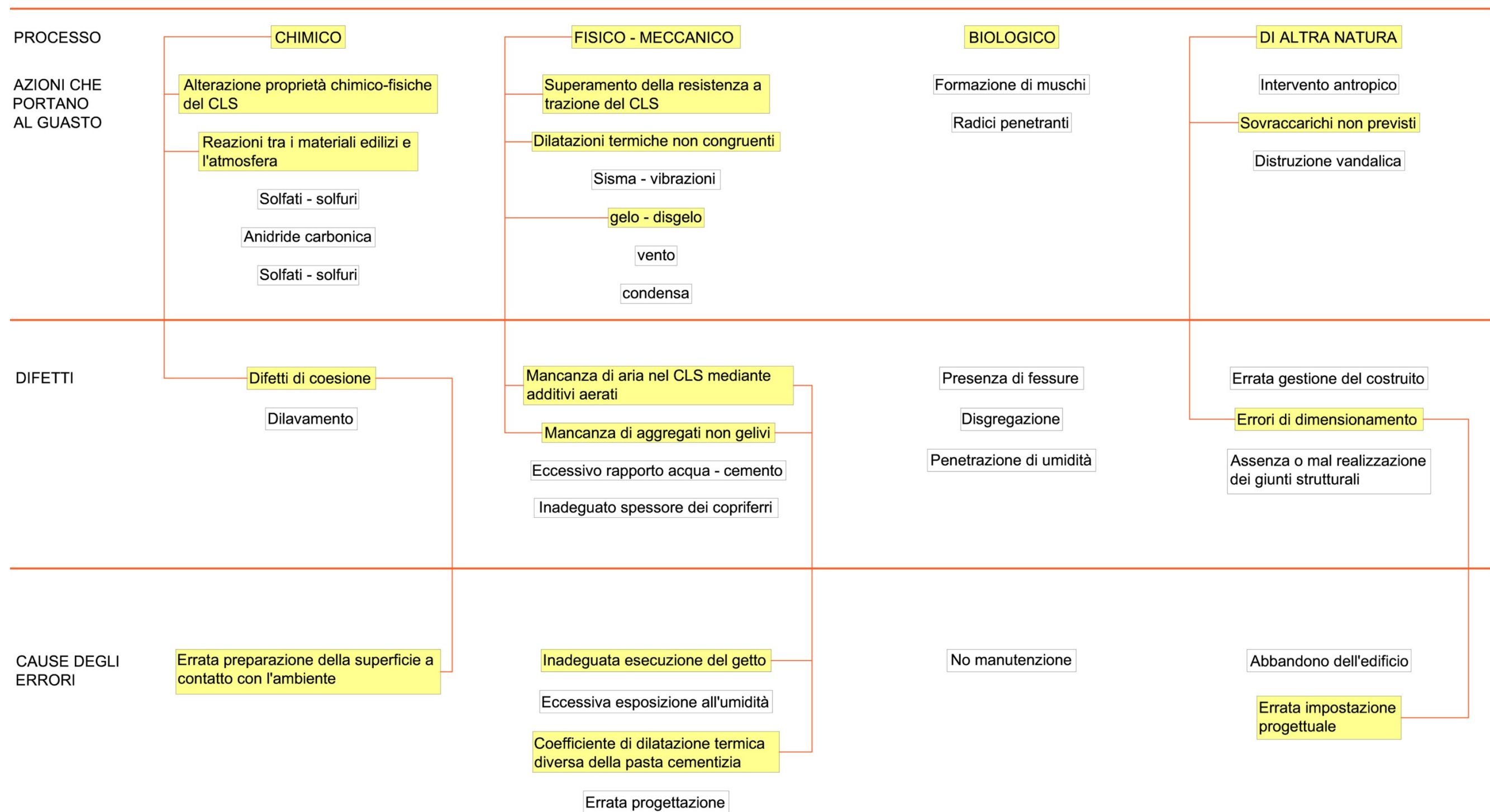
La fase di diagnosi si svolge nel seguente metodo:

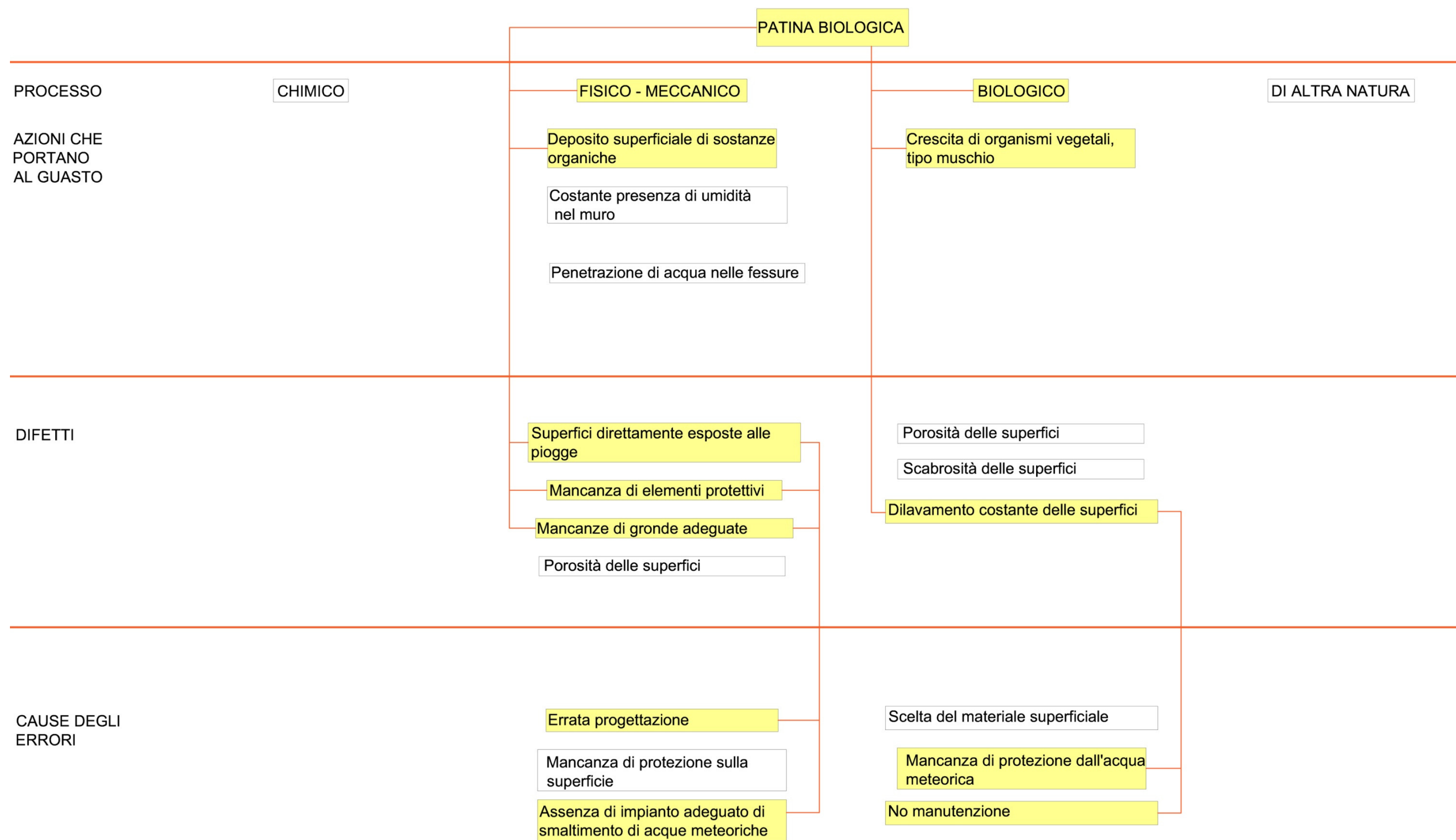
1. Fase di rilievo preliminare
2. Fase prediagnostica
3. Fase diagnostica
4. Fase di comunicazione (definizione e presentazione delle conclusioni).

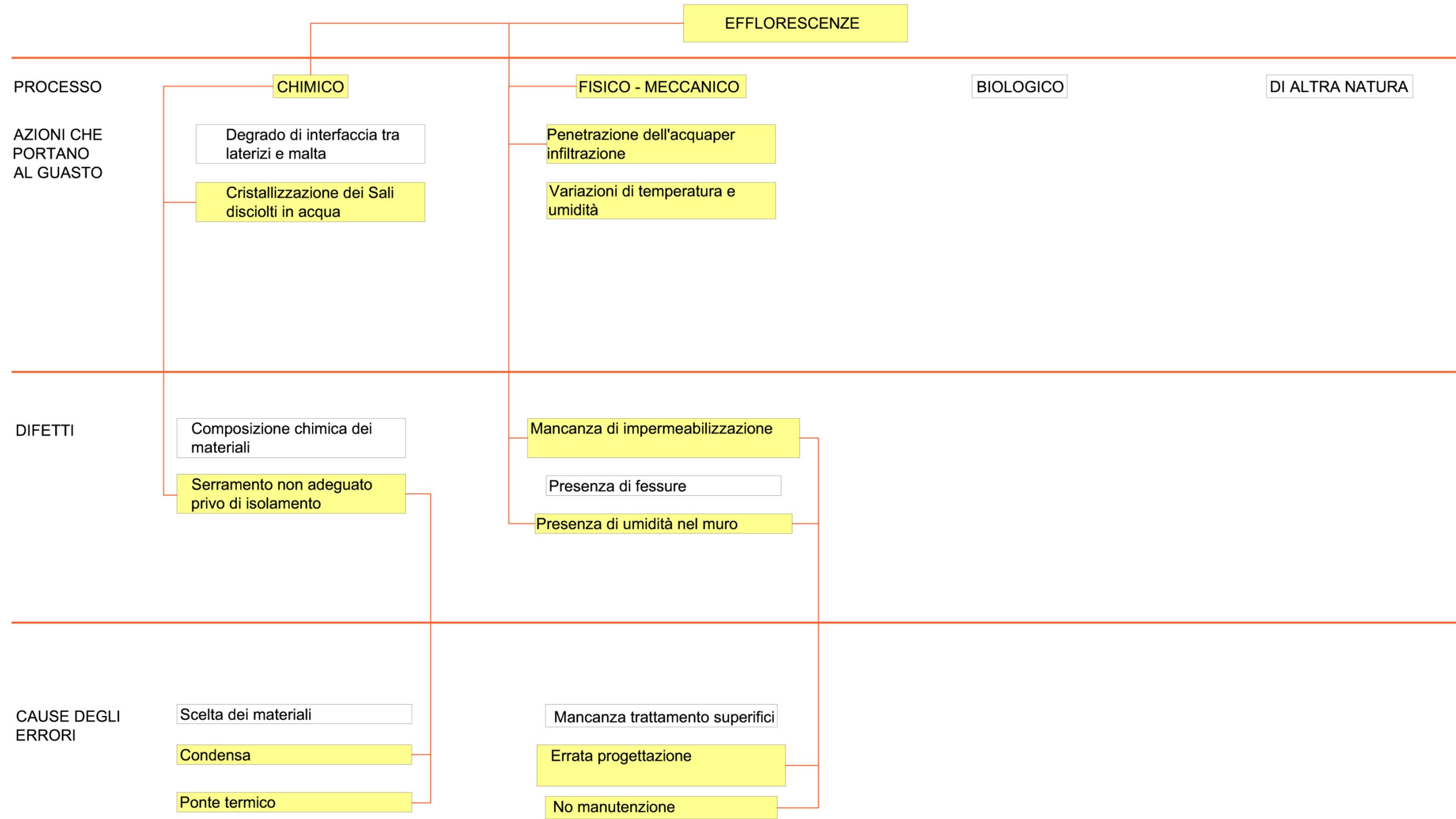




## FESSURAZIONE





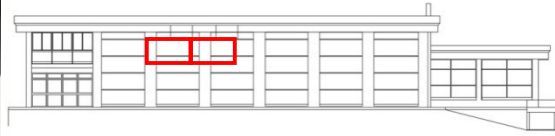




---

- **Scheda di degrado**

Seguono le schede di degrado (i documenti che identificano i problemi interessati) con le possibili cause e le rispettive anomalie. Le stesse sono affiancate da schede di prediagnosi, che attraverso il percorso critico dell'albero degli errori permettono di individuare l'anomalia.



PROSPETTO SUD

### **PATOLOGIA DI DEGRADO**

Distacco del copri ferro: soluzione di continuità tra strati superficiali dei materiali, sia tra loro che rispetto al substrato (ciò prelude in genere alla caduta degli strati stessi).

### **ELEMENTO TECNICO**

Trave di corea

### **DIFFUSIONE**

Evidente distacco del calcestruzzo dagli elementi strutturali, che porta in vista i ferri di armatura ossidati. La patologia interessa alcune delle strutture in c.a., a diretto contatto con l'esterno in corrispondenza del giunto tra le travi di bordo e il serramento.

### **DESCRIZIONE DELLO SVILUPPO DELLA PATOLOGIA**

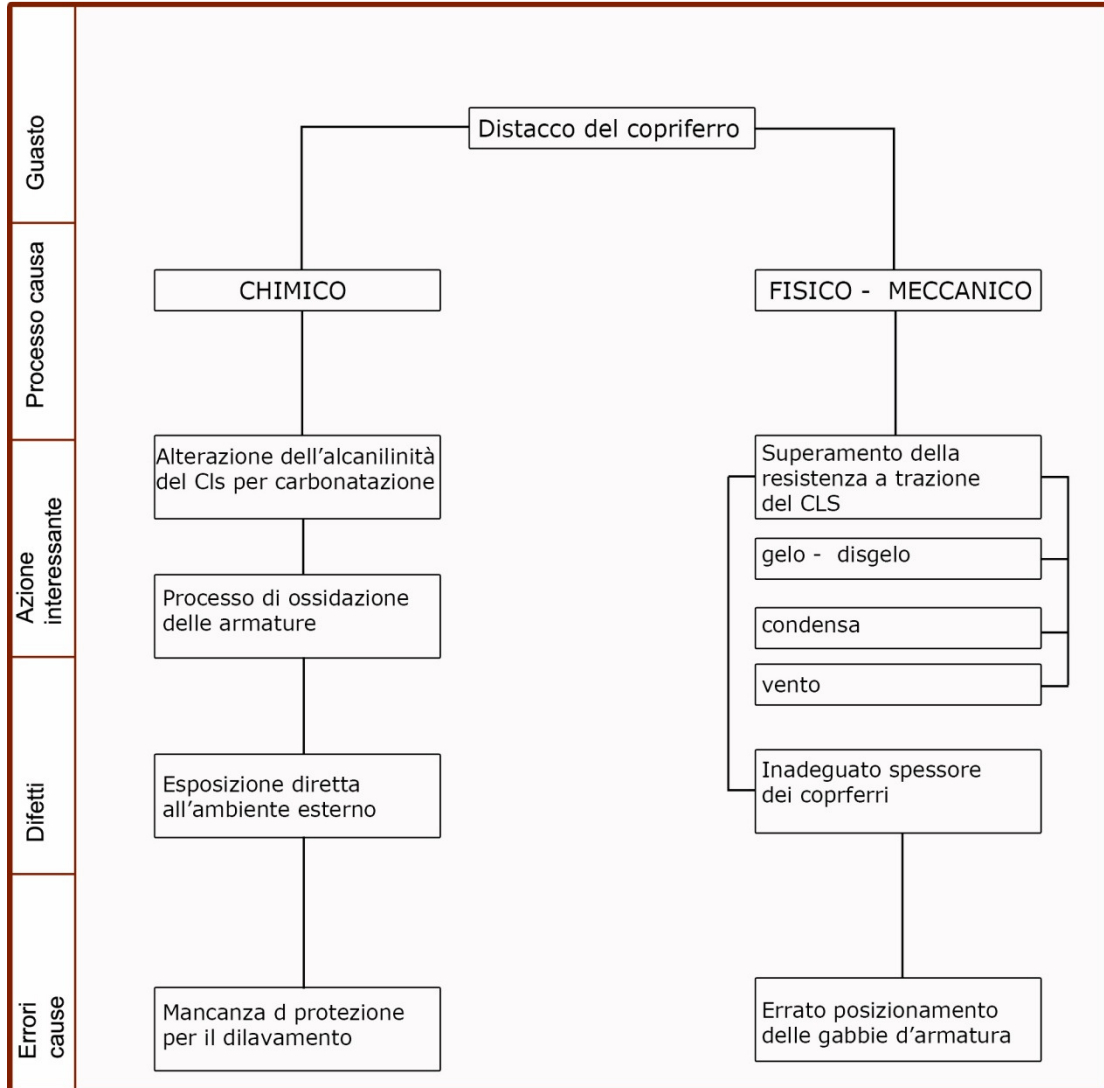
Distacco del calcestruzzo dagli elementi strutturali, portando in vista i ferri d'armatura.

### **ANOMALIE CORRELATE**

Accelerazione del processo di ossidazione delle armature così esposte alle intemperie dell'ambiente esterno.

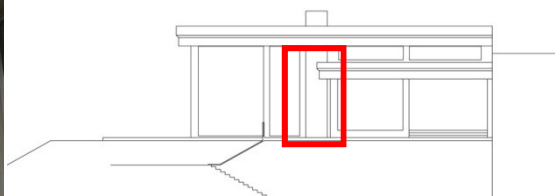
## GUASTO FISICO E PRESTAZIONALE

Distacco del calcestruzzo armato.



### CAUSE POSSIBILI

Carbonatazione del calcestruzzo che provoca la corrosione con conseguente generazione di pressioni interne dovute all'aumento di volume dei prodotti di ossidazione. Dilavamento diretto delle superfici.



PROSPETTO EST

### **PATOLOGIA DI DEGRADO**

Fessurazione: degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

### **ELEMENTO TECNICO**

Connessione trave di corea e muro in cemento armato.

### **DIFFUSIONE**

La fessurazione si presenta come una crepa o una cricca nell'elemento in c.a. con andamento generalmente lineare. La patologia interessa alcune zone delle strutture in c.a. esposte a diretto contatto con l'esterno. Si riscontra all'altezza delle connessioni tra vari elementi.

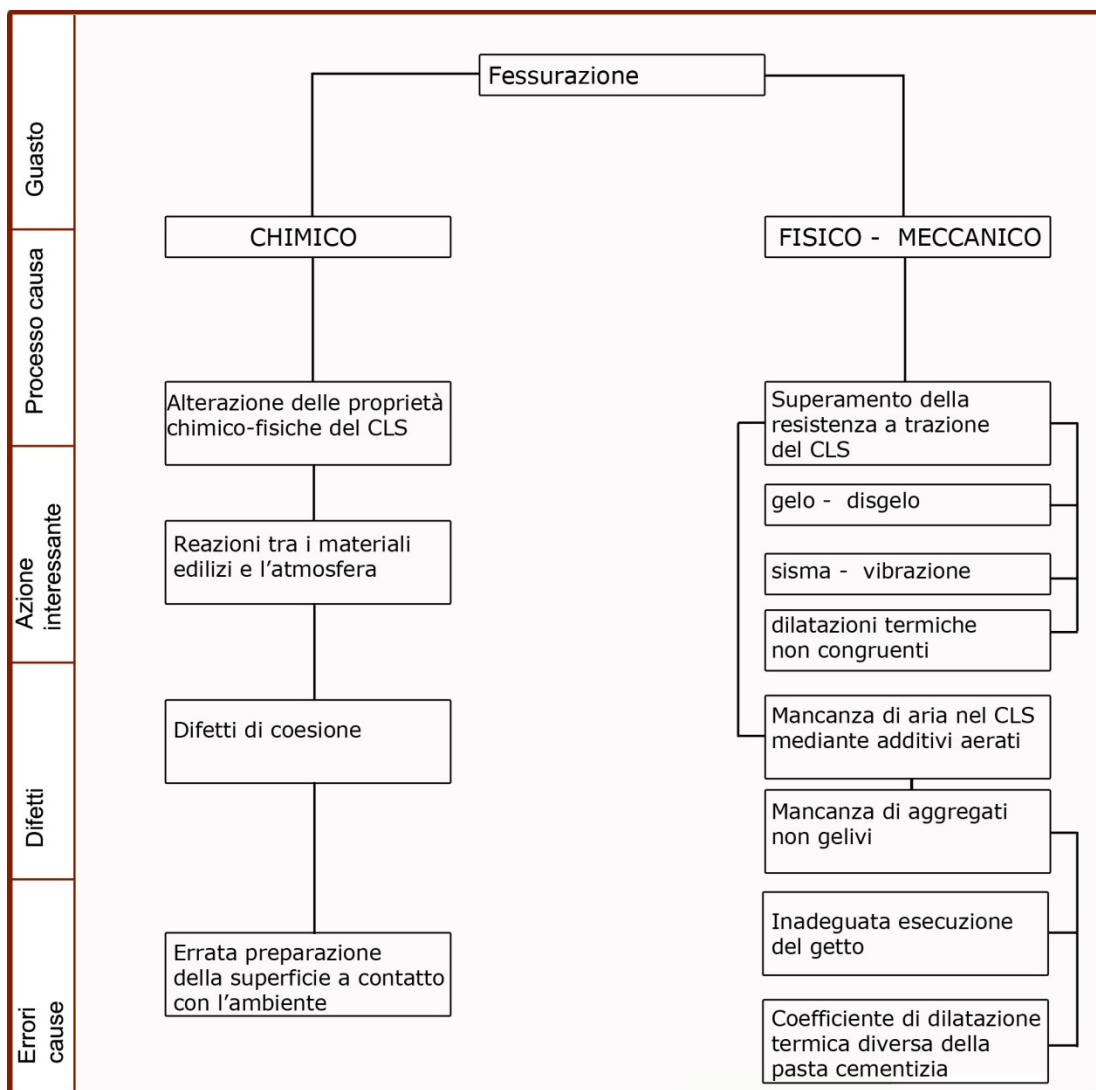
### **DESCRIZIONE DELLO SVILUPPO DELLA PATOLOGIA**

Fessurazione dell'elemento in c.a.

### **ANOMALIE CORRELATE**

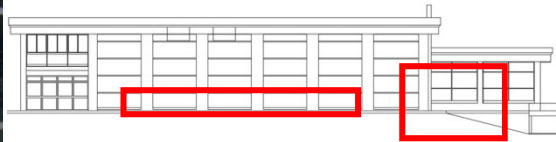
La fessurazione genera una modificazione della configurazione statica della struttura; si hanno delle manifestazioni di faticenza che possono trasformarsi o in moti di progressione ritardata o in moti di progressione accelerata.





## CAUSE POSSIBILI

Danni dovuti a cedimenti delle fondazioni. Infiltrazioni per distacco tra la muratura e le finestre. Danni dell'intonaco "monostrato". Fessure della muratura, legate al funzionamento della parete, chiamate perciò "strutturali", sotto l'effetto di alcune sollecitazioni.



PROSPETTO SUD

### **PATOLOGIA DI DEGRADO**

Condensazione: è la transizione di fase dalla fase gassosa alla fase liquida di una sostanza.

### **ELEMENTO TECNICO**

Chiusura verticale trasparente

### **DIFFUSIONE**

La condensazione è presente in grandi quantità sui serramenti della piscina.

### **DESCRIZIONE DELLO SVILUPPO DELLA PATOLOGIA**

Presenza di condensa dovuta alla mancanza di ricircolo d'aria.

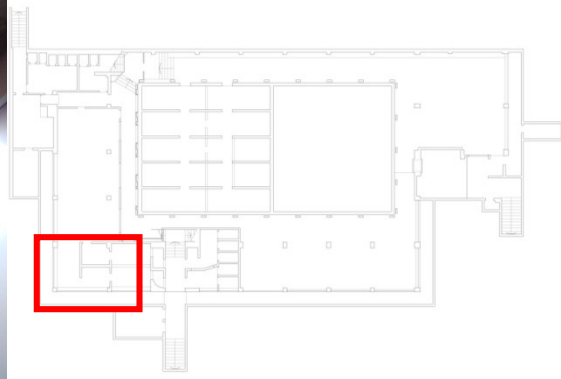
### **ANOMALIE CORRELATE**

La comparsa di condensa può avere due conseguenze negative: materiche (danni ai muri, alle finiture, ai serramenti stessi) ed estetiche (screpolature della vernice e distacco tra un montante ed un traverso in caso di finestre in legno o alluminio).

---

## **CAUSE POSSIBILI**

All'interno di un edificio il processo di raffreddamento dell'aria può portare quest'ultima a raggiungere il proprio punto di rugiada sulla superficie o all'interno di una parete. Nella maggior parte dei casi, ciò è la conseguenza di una produzione d'acqua combinata con una ventilazione insufficiente.



PIANTA PIANO INTERRATO

### **PATOLOGIA DI DEGRADO**

Efflorescenze: formazione di sostanze, in genere di colore biancastro e di aspetto cristallino, polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando, spesso, il distacco delle parti più superficiali. Il fenomeno, in questi casi, prende il nome di *criptoefflorescenza* o di *sub - efflorescenza*.

### **ELEMENTO TECNICO**

Chiusura orizzontale opaca, soffitto

### **DIFFUSIONE**

Sulla superficie del soffitto compaiono delle sostanze di colore grigiastro provocando un'alterazione sia cromatica che materica sull'intonaco a vista.

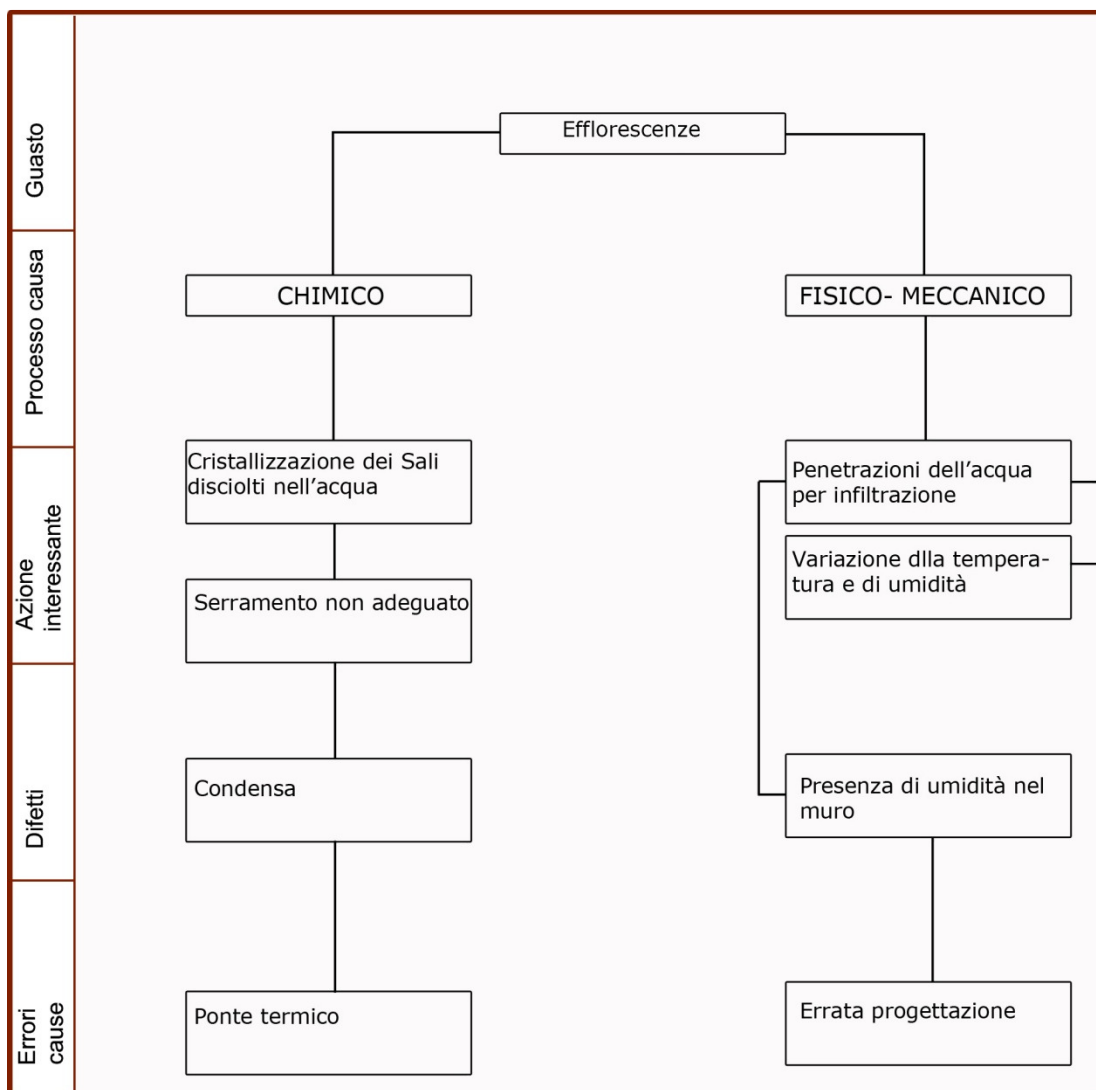
### **DESCRIZIONE DELLO SVILUPPO DELLA PATOLOGIA**

Presenza di efflorescenze sul soffitto, nella zona limitrofa alle docce degli spogliatoi.

### **ANOMALIE CORRELATE**

Alterazione cromatica dell'intonaco del soffitto.





### CAUSE POSSIBILI

Dilavamento delle superfici, assorbimento dell'acqua da parte dei componenti delle parti murarie, essendo questi prossimi alle docce; condensa causata dagli scambi termici tra interno ed esterno dell'edificio.

---

## **Modalità di intervento**

L'analisi del degrado, oltre a ricercare e analizzare la causa del problema, trova il modo adeguato di intervenire per risolverlo.

Seguono alcune modalità di intervento delle tipologie di degrado riscontrate.

### **- Ripristino cemento armato a vista, ferri affioranti**

*Localizzazione dell'intervento.* La procedura dell'intervento interessa solamente il corpo piscina, il lato Sud, dove si ha una struttura in c.a. esposta a diretto contatto con l'esterno, in corrispondenza del giunto trave di bordo e del serramento.

*Descrizione dell'intervento.* Per evidenziare la presenza in atto del fenomeno della carbonatazione si può ricorrere a un test colorimetrico con soluzione acquosa di fenolftaleina. La demarcazione fra le zone colorate in modo differente indica, rispetto alla superficie esposta all'aria, lo spessore di calcestruzzo che risulta carbonato e quindi non più capace di proteggere i ferri dalla corrosione. I ferri d'armatura che risultano essere arrugginiti vanno messi a nudo e liberati dalla ruggine con sabbiatura, per essere successivamente trattati con protezione anticorrosiva. Il supporto deve essere privo di polvere, non gelato, sufficientemente piano, scabro e consistente, privo di efflorescenze e di prodotti distaccanti. Si consiglia di utilizzare un'idropulitrice per pulirli, previa pulizia per mezzo di una scopa. Per ottenere una protezione ottimale dalla corrosione, l'armatura va trattata con 2 o 3 mani di prodotto per calcestruzzo con intervalli di 20 minuti; con intonaco preconfezionato e cazzuola si ricoprono le piccole superfici interessate e si rifinisce con frattazzo. Una volta asciutto si applica un trattamento protettivo incolore idrofobo.

*Fasi lavorative:*

- Rimozione del calcestruzzo carbonato
- Applicazione del test colorimetrico

- 
- Rimozione dei residui di calcestruzzo carbonato
  - Messa a nudo dei ferri d'armatura
  - Trattamento dei ferri d'armatura con protezione anticorrosiva
  - Preparazione dell'intonaco nel secchiello
  - Applicazione con cazzuola dell'intonaco
  - Rifinitura con frattazzo
  - Applicazione trattamento protettivo incolore

#### - **La fessurazione**

*Localizzazione dell'intervento.* La procedura dell'intervento interessa il prospetto Est del corpo piscine.

*Descrizione dell'intervento.* Verificare se la fessura va ingrandendosi e per fare questo bisogna prendere un pezzo di vetro e incollarlo sopra la fessura. Questo, non essendo elastico, tenderà a rompersi al primo movimento. Se invece la fessura è stabilizzata, si può riparare riempiendola di malta. Esistono anche siliconi che, dopo essere essiccati, rimangono relativamente elastici e quindi non si fessurano rapidamente. Con un raschietto, togliere tutti i pezzi che si staccano sui bordi della fessura. Eliminare tutta la polvere con una spazzola o un aspirapolvere, in modo che il prodotto possa aderire al meglio. Quando si usa una malta si deve prima inumidire la fessura con una spugna ben piena d'acqua e poi applicare la malta con una spatola, prima sul fondo e sui lati della fessura; successivamente riempire completamente la fessura sempre con la malta.

*Fasi lavorative:*

- Verifica dell'espansione della fessura
- Levare tutti i pezzetti superflui con raschietto
- Eliminare la polvere esistente con una spazzola o un aspirapolvere
- Inumidire tutta la fessura con una spugna ben bagnata
- Applicare la malta mediante l'utilizzo di una spatola
- Riempire con la malta la fessura
- Lasciare asciugare

---

- **Efflorescenze**

*Localizzazione dell'intervento.* La procedura dell'intervento interessa il corpo Piscine internamente, nella zona spogliatoi.

*Descrizione dell'intervento.* Verifica della presenza di un'adeguata impermeabilizzazione del tamponamento murario. Controllo a vista dello stato di conservazione della finitura e dell'uniformità cromatica. Analisi chimica di un campione di intonaco al fine di riscontrare la presenza di calcare. Raschiare tutta la zona interessata con una spatola. Diluire candeggina con acqua e pennellare con un pennello le macchie. Il giorno seguente spazzolare le macchie per rimuovere le spore. Dare una mano di fissativo acrilico. Stuccare con spatola. Pitturare con un pennello o con un rullo con traspirante antimuffa.

*Fasi lavorative:*

- Analizzare se ci son adeguate impermeabilizzazioni
- Raschiare con una spatola la zona interessata
- Diluire acqua e candeggina e pennellare il composto sulla macchia
- Spazzolare il tutto con una spazzola a setole dure
- Dare una mano di fissativo acrilico
- Stuccare con la spatola
- Pitturare con un traspirante antimuffa



---

## CAPITOLO 4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Questo capitolo dapprima affronta il concept plan riguardante l'area di intervento per poi procede con la presentazione della progettazione. L'intervento è complesso e articolato. Si esamina sia la possibilità di una nuova rifunzionalizzazione degli schemi distributivi dell'area di progetto, sia la possibilità di una realizzazione di nuovi edifici. Infine, si approfondisce la progettazione del Centro Pratogrande, che, secondo il progetto "Green For Life", sarà oggetto di recupero e riqualificazione con successivo ampliamento.

### 4.1 CONCEPT PLAN

Dalle analisi effettuate emerge che l'area di progetto presenta due aspetti delicati per quanto riguarda gli spazi esterni: la mancata continuità tra le proprietà e l'assenza di aree comuni. Alla luce di queste problematiche, si riporta di seguito uno schema che mette in relazione i punti selezionati come prioritari dal bando di concorso e la scelta progettuale.

| Bando di concorso   | Scelta progettuale   |
|---|--|
| Ampliamento del polo ricreativo con lo scopo di soddisfare la domanda dell'utenza | Ampliamento di un edificio già esistente e sostituzione di vecchie strutture con nuove e più capienti. Ampliamento del parco e introduzione ed ideazione di zone tematiche                                 |
| Parcheggio più capiente   | Interramento almeno parziale dell'area di parcheggio (area privata), con lo scopo di limitare inquinamento acustico e al contempo di preservare il più possibile le zone verdi.                            |
| Continuità tra le diverse proprietà   | Riorganizzazione degli spazi interni, abbattendo i limiti di confine.  |
| Collegamenti/conessioni sicuri e protetti   | Continuità di accesso tra i nuovi spazi, con integrazione della pista ciclopedonale, che diverrà completamente protetta dal traffico automobilistico.  |
| Spazi comuni come luoghi di ritrovo   | Realizzazione di due grandi aree comuni, una interamente verde (vedi punto 1 sopra citato) e una piazza urbana che ha lo scopo di far interagire l'utenza alberghiera con le utenze dell'area di progetto. |

Tabella 4.1-1 Relazione tra richieste di bando e scelte progettuali.

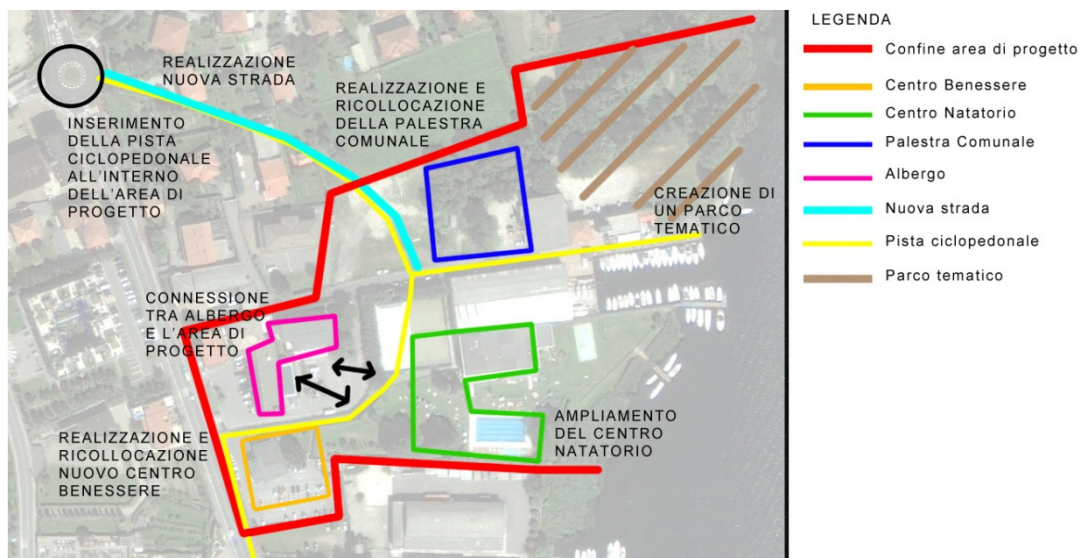


Figura 4.1-1 Concept plan relativo alla rifunzionalizzazione dell'area di progetto.

## 4.2 PROGETTO DI RIFUNZIONALIZZAZIONE SU PICCOLA SCALA

Per il masterplan si è fatto uso di una maglia di progetto costruita con linee sia longitudinali che trasversali.



Figura 4.2-1 Rappresentazione grafica della maglia di progetto.

Per quanto riguarda la parte longitudinale sono state prolungate due linee esterne esistenti (limiti di confine dell'area di progetto) ed è stato individuato un fuoco da cui sono state tracciate altre linee equidistanti definendo così

percorsi e coni ottici; in seguito è stata sviluppata la parte trasversale, ricorrendo all'utilizzo di una linea curva esistente, in modo da complementare le linee longitudinali.



**Figura 4.2-2 Schema degli interventi che effettuiamo all'interno dell'area di progetto.**

L'obiettivo di progetto è creare connessioni continue tra le diverse proprietà, abbattendo, qualora fosse possibile, le divisioni interne presenti.

In merito alle esigenze progettuali, e nello specifico a causa del traffico che è sempre presente sulla strada provinciale, si sono rivisti gli ingressi esistenti, al fine di garantire un più semplice accesso al lotto. Anche il comune di Garlate è consapevole del disagio e ha formulato il seguente progetto: realizzare una nuova strada, espropriando terreni ai privati, per collegare la rotonda già presente sulla strada provinciale con la parte di lotto destinata alla palestra comunale.

Al fine della realizzazione di grandi spazi e dell'abbattimento dei limiti di confine interni, la soluzione proposta prevede la chiusura al traffico di un tratto di Via Puncia, dall'ultima casa presente fino al lago (consentendo l'accesso agli abitanti), creando così un unico percorso protetto e continuo tra l'area di Pratogrande e quella comunale.

---

Per quanto riguarda l'accessibilità, l'ingresso ciclopedonale al lotto ha la forma di cono ottico e si innesta nella piazza. Quest'ultima, definita da un gioco di intersezioni di cerchi, ha una duplice funzione: la prima è quella di abbattere i confini con la struttura alberghiera e l'area Pratogrande; la seconda è quella di creare un centro di congregazione, che sia in grado di ospitare un ampio bacino di utenza. Procedendo verso Nord, si accede all'area comunale del lotto senza percepire la transizione da una proprietà all'altra, garantendo la continuità tra le due aree. A questo punto, il percorso ciclo - pedonale si dirama. Continuando verso Nord esso si allaccia alla nuova strada progettata dal comune; svoltando a Ovest si giunge prima alla palestra comunale, poi al parco tematico.

Gli accessi carrai sono due. L'ingresso principale, nella zona meridionale del lotto, prevede la realizzazione di un parcheggio interrato accessibile mediante una rampa con pendenza pari al 15%. Si sviluppa su due livelli: il primo si trova a - 4,70 m, mentre il secondo a - 8,90 m. Con la realizzazione di questo parcheggio interrato si vuole garantire una quantità sufficiente di spazio disponibile sia all'utenza del lotto sia a quella della struttura alberghiera (per la realizzazione della piazza sono stati sottratti posti auto alla struttura alberghiera). I posti auto totali sono 180, a cui vanno aggiunti quelli per portatori di handicap (4 per piano). Sono stati previsti 3 impianti di elevazione: uno con sbocco interno che conduce direttamente al centro natatorio; due con sbocco esterno nella zona centro benessere/piazza. Uno degli obiettivi di questo sistema di accessi, è quello di garantire una certa sicurezza al centro natatorio. Infatti, qualora quest'ultimo volesse fermare l'attività notturna, l'impianto di elevazione con sbocco interno può essere bloccato, senza danno per l'utenza delle altre attività presenti sul lotto.

Il secondo accesso carraio, localizzato nella parte Nord, utilizza la nuova strada del comune. Questo ingresso è prettamente carraio, a uso esclusivo della palestra comunale, del circolo nautico e del suo rimessaggio. La nuova strada conduce a un piccolo parcheggio all'aperto con 20 posti auto e una zona di manovra per i mezzi che trasportano imbarcazioni.

---

Al posto della Palazzina dell'Ex Custode (da bando è prevista la sua demolizione) sorgerà il centro benessere. Il progetto prevede la realizzazione di una struttura con un piano fuori terra, che si allaccia al centro natatorio mediante un percorso che si snoda dal lato Ovest fino al lago. Inoltre il centro benessere viene collocato di fronte all'albergo in modo da facilitare l'interazione tra le due strutture.

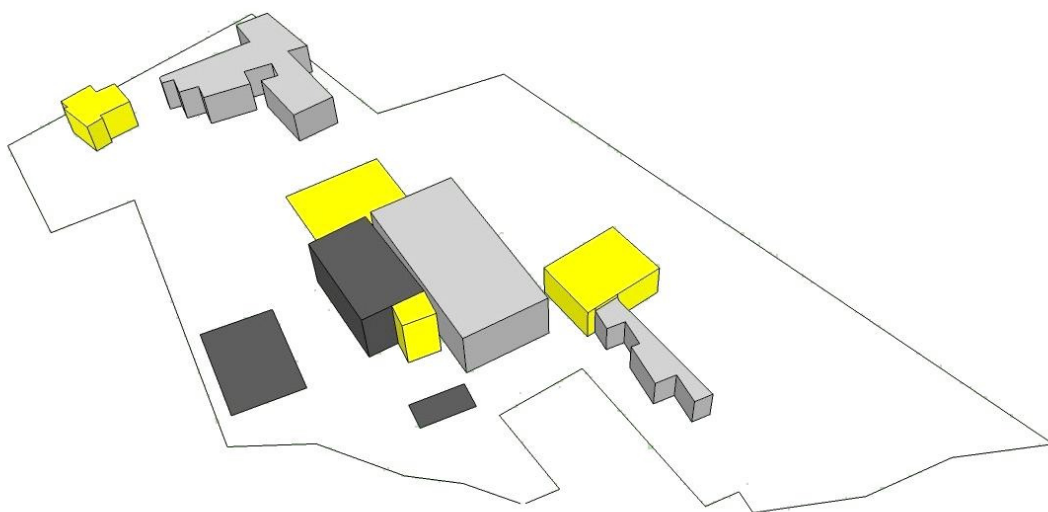
La palestra comunale verrà demolita sulla base delle considerazioni fatte in analisi preliminare. Al fine di garantire un più ampio utilizzo (la palestra dovrà essere fruibile sia dal comune che dai privati), il progetto prevede un ricollocamento e un ampliamento della struttura con l'inserimento di due campi da gioco, uno da basket e uno da pallavolo.

Il progetto del centro natatorio prevede un intervento articolato: una parte verrà riqualificata e recuperata, un'altra demolita e, infine, un'altra ancora ampliata. La riqualificazione interessa l'edificio esistente: la struttura portante viene conservata, andando ad attuare quegli interventi sull'involucro necessari per garantire una migliore efficienza energetica e un miglior comfort ambientale. La demolizione riguarda la piscina interna dei bambini, che verrà ricollocata nella porzione nuova di edificio (vedi di seguito). L'ampliamento dell'edificio ha una serie di scopi: eliminazione di barriere architettoniche (quelle del vecchio edificio risultano difficili da eliminare), creazione di nuovi spogliatoi più ampi (quelli esistenti sono sottodimensionati e mal connessi con le strutture), creazione di una nuova palestra di riabilitazione, ricollocazione della piscina dei bambini (che deve essere anche raddoppiata) e creazione di una zona bar/ristorante. Non da ultimo, il nuovo edificio ha lo scopo di fungere da elemento connettivo con la piscina esterna esistente che verrà ricoperta per permetterne l'utilizzo tutto l'anno. In particolare, la copertura della piscina è strategica, perché evita la costruzione di una nuova piscina coperta (richiesta da bando). Per quanto riguarda i campi esterni del centro natatorio (due da tennis e uno da pallavolo), si procede al ricollocamento di uno dei campi da tennis e all'eliminazione dell'altro (per il basso utilizzo) mentre il campo da pallavolo verrà lasciato nella posizione corrente.

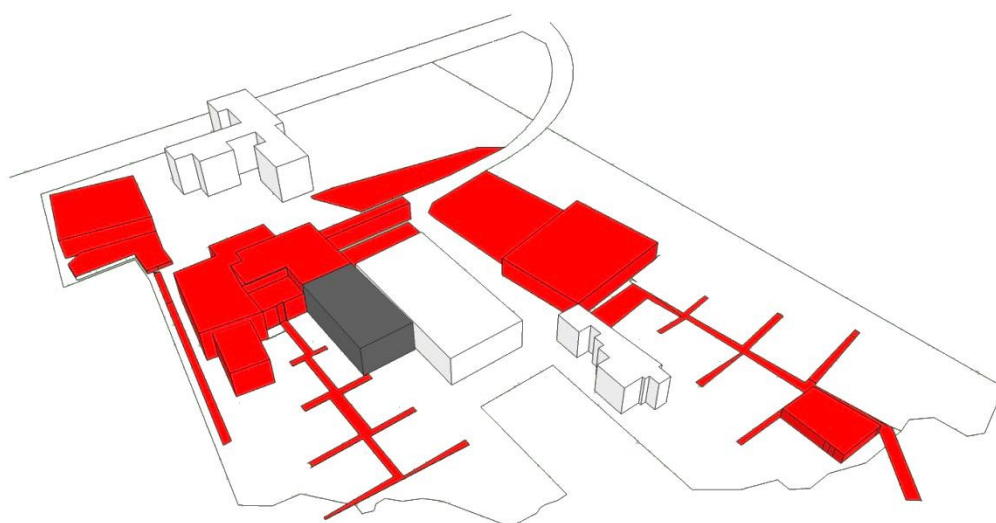


---

Infine, il percorso destinato all'uso di BMX viene spostato nella zona Nord - Est del lotto, nel tratto di chiusura di Via Puncia. L'obiettivo principale è quello di creare, nella zona attualmente occupata dal percorso di BMX, un'area verde multiuso. Tale area ospiterà zone ludiche con fini differenti, una zona barbecue, e, dalla parte pertinente al lago, un pontile per l'attracco di canoe.



**Figura 4.2-3 Schema degli edifici da demolire (colore giallo).**



**Figura 4.2-4 Schema degli edifici di nuova costruzione (colore rosso).**





STATALE

Parco comunale

Palestra comunale

Area ristoro

Parcheggio pubblico  
automobili

Percorso BM

Campo di tennis e di calcio

Fontanella

Spazio pubblico rivestito  
copertura in acciaio

Centro nautico

Yacht Club

Lago di Garlate

Piazza rifinita con una  
pavimentazione in pietra  
spaccata

Ascensore di  
collegamento

Copertura praticabile -tetto giardino-  
-tetto giardino-

Beach volley

Zona relax  
con sabbia

Camminamento rifinito  
in legno grezzo

Rampa d'accesso al parcheggio  
interrato, pendenza 15%

Centro benessere

Copertura rivestita in  
lamiera di zinco

Zona solarium rifinito in  
legno grezzo

Ascensore di  
collegamento

Ascensore di  
collegamento

Copertura in legno tipo  
lamiera

Centro natatorio

Copertura rivestita in  
lamiera di zinco

Copertura praticabile esterna  
esterna rivestita in lamiera di zinco

Camminamento rifinito  
in legno grezzo

Zona relax  
con sabbia



Scala 1:500  
MASTERPLAN  
87





Figura 4.2-5 Figura 4.2-6 Vista aerea dell'area di progetto e individuazione degli edifici.

---

### 4.3 PROGETTO CENTRO NATATORIO

Il centro natatorio esistente sorge nella parte centrale del lotto, si trova a diretto contatto con il lago e si sviluppa a ridosso del lato meridionale del capannone di rimessaggio barche (vedi CAPITOLO 3 ' Conoscenza dell'oggetto').

Il progetto prevede l'intervento di recupero e riqualificazione dell'edificio esistente con successivo ampliamento. Il recupero riguarda tutto l'edificio e richiede interventi di vario genere. Le fondazioni vengono ampliate alla base (al fine di garantire una maggiore resistenza) e impermeabilizzate (al fine di evitare l'afflusso di umidità). Le murature vengono coibentate (al fine di garantire una minor dispersione di calore) e rivestite con una facciata ventilata (al fine di garantire una resistenza adeguata alle sollecitazioni meccaniche e alle aggressioni degli agenti chimici e atmosferici). Il solaio d'interpiano viene ripristinato con l'apposizione di pannelli radianti (al fine di garantire il comfort ambientale interno). La copertura viene rifatta con una struttura in legno (al fine di supportare maggiori carichi) e rifinita con un tetto vegetale. I serramenti vengono sostituiti (al fine di ridurre le perdite termiche). L'ampliamento prevede l'edificazione di una nuova porzione di edificio che si estende per tutta l'ampiezza del prato, e va a inglobare la piscina esterna esistente. La nuova struttura è così realizzata: pilastri in cemento armato, murature in gasbeton, copertura con orditura primaria e secondaria in legno, solaio contro terra con vespaio aerato, solaio d'interpiano in cls con lamiera grecata collaborante. Per quanto riguarda la piscina esterna viene realizzata una copertura con struttura in acciaio, che deve permetterne l'utilizzo della piscina per tutto l'anno.

La pianta dell'edificio presenta una forma a "ferro di cavallo" e occupa una superficie di 3.823 m<sup>2</sup> e una volumetria di 21.135 m<sup>3</sup>.

Si accede all'edificio dal prospetto occidentale, in un solido a doppia altezza più spostato verso l'esterno rispetto al resto del complesso sportivo. Questo volume, destinato alla reception, ospita il bancone d'accoglienza e

---

le sedute per l'attesa. Dietro il bancone, sulla sinistra, ci sono due stanze: una destinata all'amministrazione e l'altra al gioco dei bambini (quest'ultima, che è provvista di un proprio deposito, si affaccia su un giardino esterno). Proseguendo oltre il bancone, si trovano i tornelli, e sulla destra il servizio scale con l'ascensore (che collega la struttura al parcheggio interrato). Oltrepassando i tornelli si incontrano: quattro spogliatoi, di cui uno per gli addetti (composti da: zona di cambio, docce, servizi igienici, getti d'acqua per accedere alle piscine), sala medica, palestra di riabilitazione con magazzino e soppalco (dove si svolge l'attività di spinning). L'uscita dagli spogliatoi si immette in un corridoio orientato da Nord a Sud. Procedendo verso Nord, una rampa con una pendenza del 10% conduce alla piscina della struttura esistente. Procedendo invece verso Sud si giunge alle due piscine dei bambini e alla piscina coperta (esterna esistente). Per quanto riguarda il piano primo, raggiungibile per mezzo del servizio scale (collocato nell'hall di ingresso), si trovano: area di ristoro (interna ed esterna), servizi igienici, bar e cucina. Dal piano primo è possibile accedere alla copertura, parzialmente praticabile, mediante il servizio scale.

La struttura è accessibile dal prospetto Ovest. Questo consta di due sezioni distinte: la parte centrale del prospetto è rivestita con superfici vetrate, con un sistema di sostegno del vetro a "ragno" e mascherate da frangisole orizzontali a sbalzo (agganciati al cornicione); le parti laterali sono rivestite con una facciata ventilata e coibentata con finitura a moduli di verde naturale agganciato a una sottostruttura metallica, e la facciata è caratterizzata dalla presenza di bow window aggettanti in cemento armato.

Il prospetto Est viene sviluppato nel seguente modo: per quanto concerne la porzione esistente di edificio si applica un sistema a facciata ventilata, con interposizione di isolante termico, alla quale si agganciano lastre di pietra; la porzione nuova di edificio viene, come il prospetto Ovest, rivestita con moduli di verde naturale agganciato a una sottostruttura metallica e coibentata. L'involucro della copertura della piscina esterna viene rivestito per la maggior parte con superfici vetrate (la fascia bassa ospita serramenti scorrevoli e pieghevoli, mentre la fascia alta ospita serramenti ad anta fissa,



---

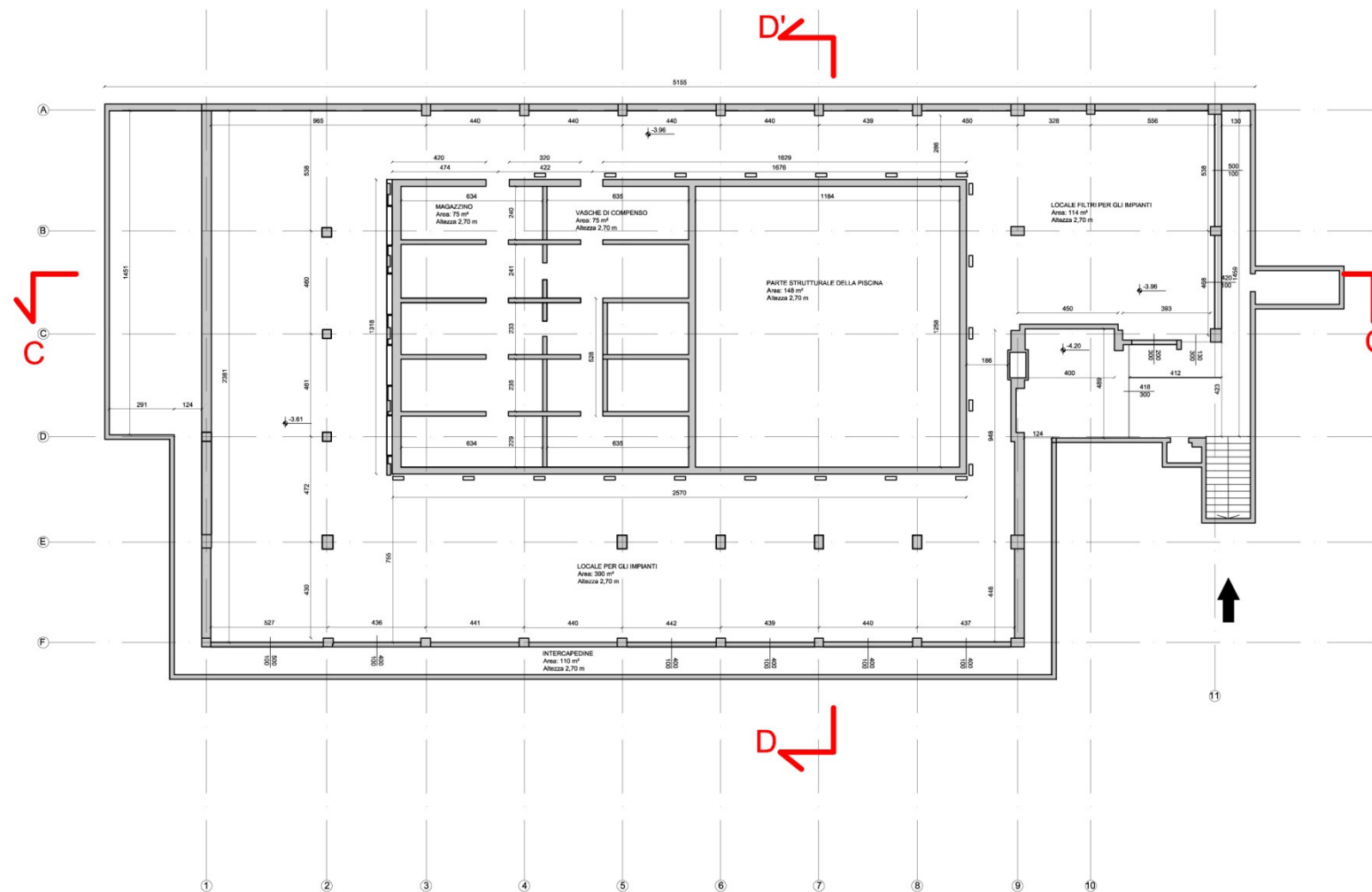
mascherate da tende a rullo), mentre le partizioni opache vengono coibentate e rivestite con una finitura in "RHEINZINK" (tipo doppia aggraffatura).

Il prospetto Nord, che riguarda la parte di nuova costruzione, viene rivestito con superfici vetrate (protette da eventuali colpi di pallone con una fitta maglia in acciaio) mentre la partizione opaca viene coibentata e rivestita con una facciata ventilata con finitura in pietra appesa.

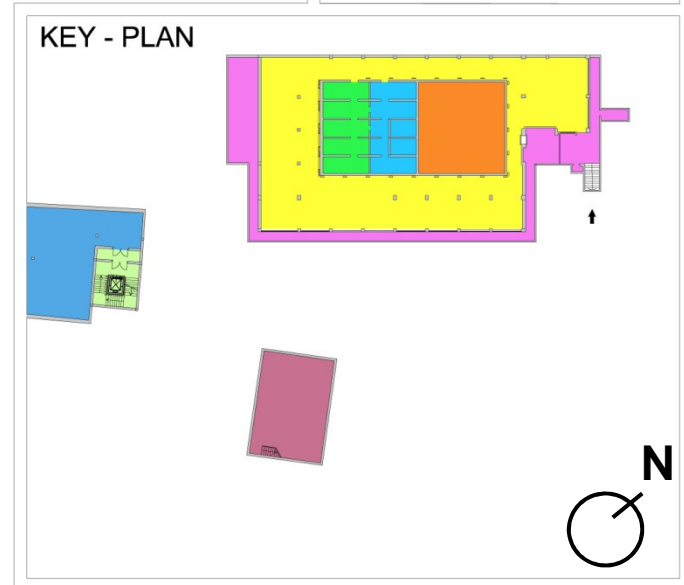
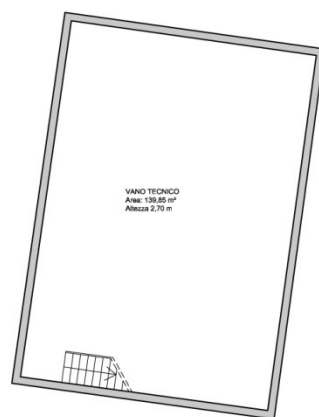
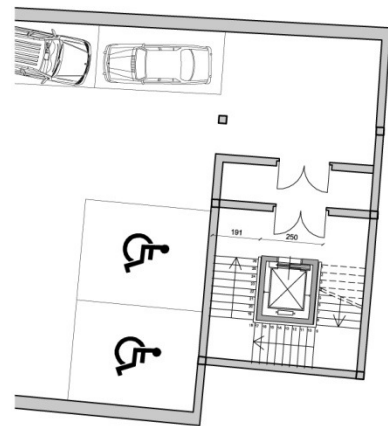
Il prospetto Sud viene lasciato pressoché invariato per quanto riguarda la parte esistente. Tuttavia si interviene sulla salvaguardia delle dispersioni di calore nel seguente modo: le superfici opache vengono coibentate con un sistema a cappotto e rifinite con una facciata ventilata con pietra appesa; i serramenti vengono sostituiti con vetro - camera e la parte alta della facciata viene rivestita con frangisole in legno. Per quanto riguarda il prospetto Sud che afferisce al nuovo edificio, si procede nel seguente modo: le parti laterali vengono rivestite con moduli di verde naturale agganciato a una sottostruttura metallica e coibentate; la parte centrale viene rivestita con superfici vetrate, e per proteggerle dai raggi solari viene agganciata al cornicione una struttura in legno lamellare con forma arcuata. Questa struttura si compone di travi che poggiano su pilastri in acciaio; tra una trave e l'altra ci sono dei listelli in legno inclinati di 45°. Infine, l'involucro della piscina esterna è omogeneo a quello del prospetto Est (serramenti pieghevoli e scorrevoli nella fascia bassa, vetrate ad anta fissa nella fascia alta e partizioni opache coibentate e rivestite con una finitura in "RHEINZINK").



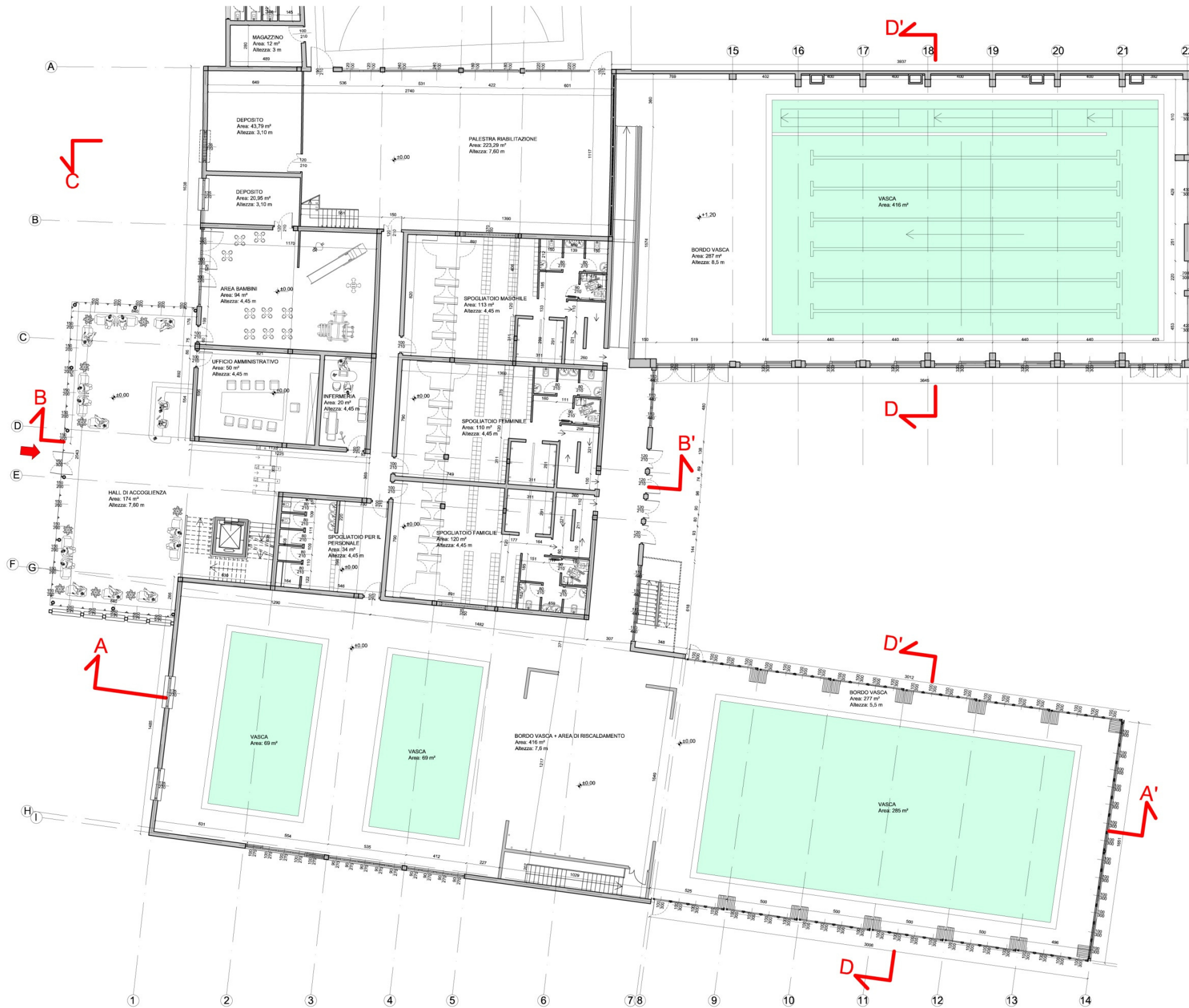
Figura 4.3-1 Vista dell'ingresso del Centro Natatorio.



- LEGENDA**
- AREA IMPIANTI PER TRATTAMENTO ACQUA E RISCALDAMENTO
  - AREA OCCUPATA DALLA PARTE SOTTOSTANTE DELLA PISCINA
  - AREA VASCHE DI COMPENSO
  - MAGAZZINO
  - INTERCAPEDINE
  - PARCHEGGIO AUTO
  - CONNESSIONI
  - VANO TECNICO



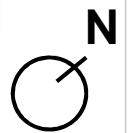
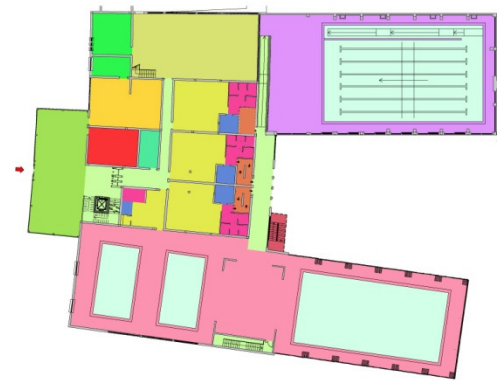
Scala 1:200  
 PIANTA PIANO INTERRATO  
 93



**LEGENDA**

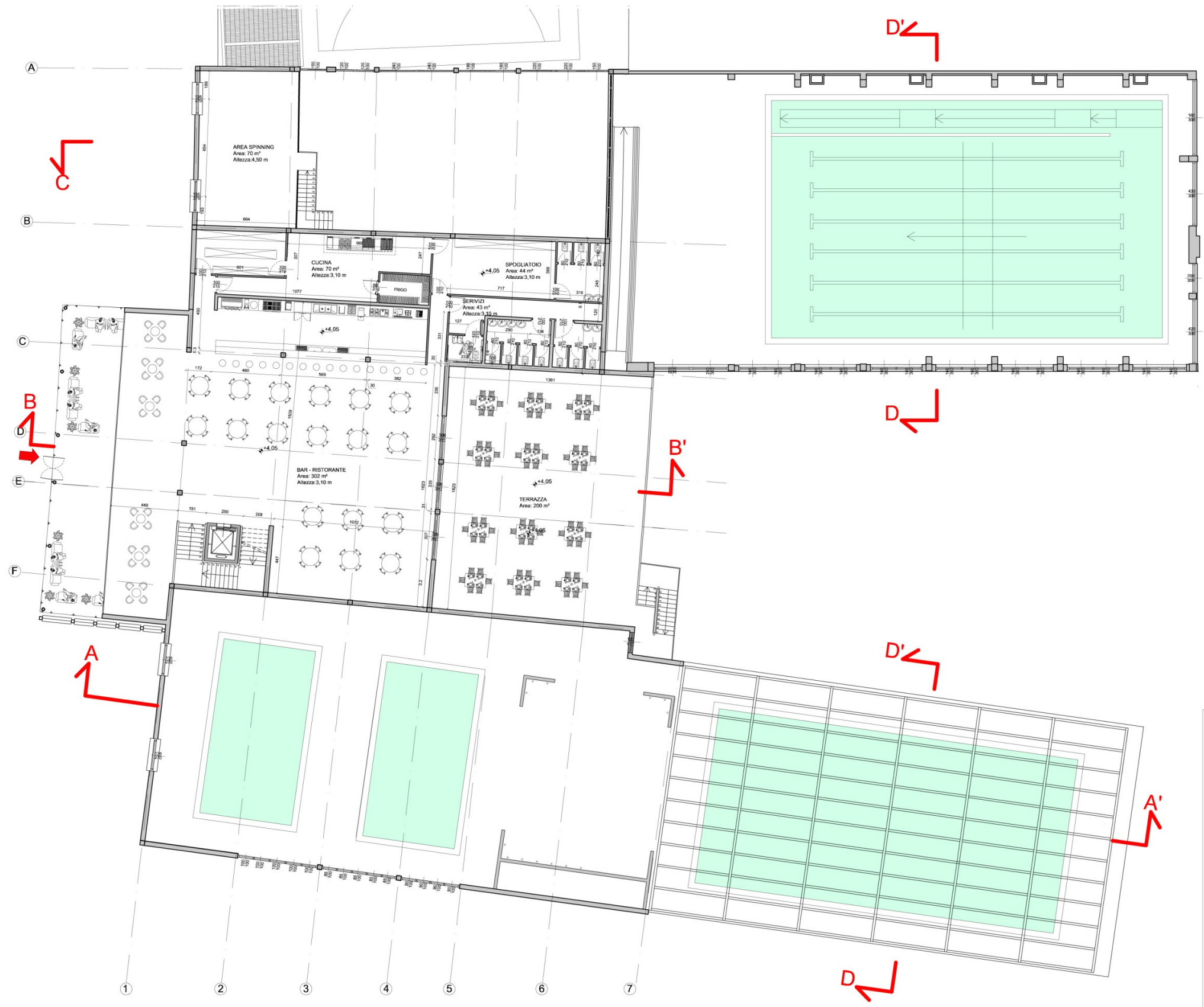
- INGRESSO
- AREA BAMBINI
- UFFICIO AMMINISTRATIVO
- CONNESSIONI
- SPOGLIATOIO
- SERVIZI IGIENICI
- DOCCE
- PERCORSO GETTI D'ACQUA
- PALESTRA DI RIABILITAZIONE
- MAGAZZINO
- SALA MEDICA
- PISCINA 1
- PISCINA 2
- SCALA ANTINCENDIO
- MAGAZZINO

**KEY - PLAN**

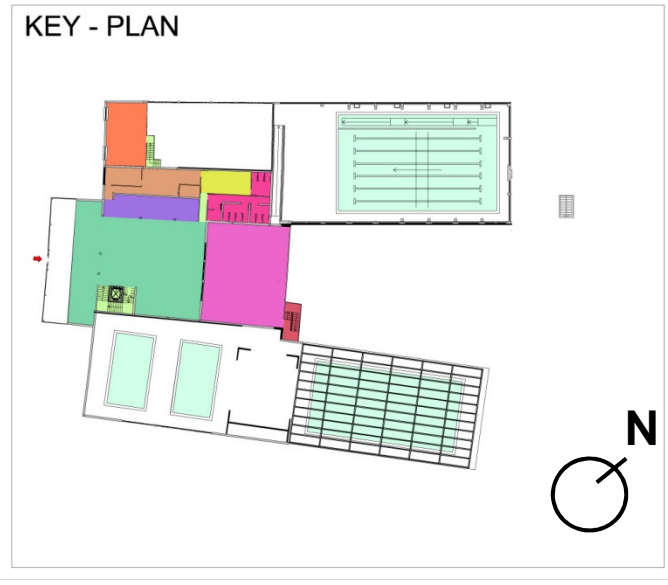


Scala 1:300  
PIANTA PIANO TERRA  
94



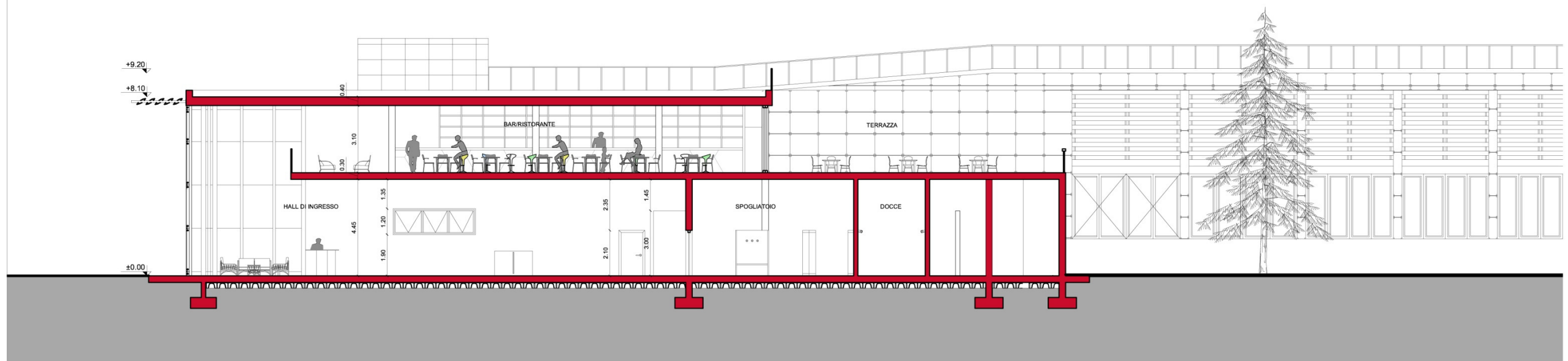
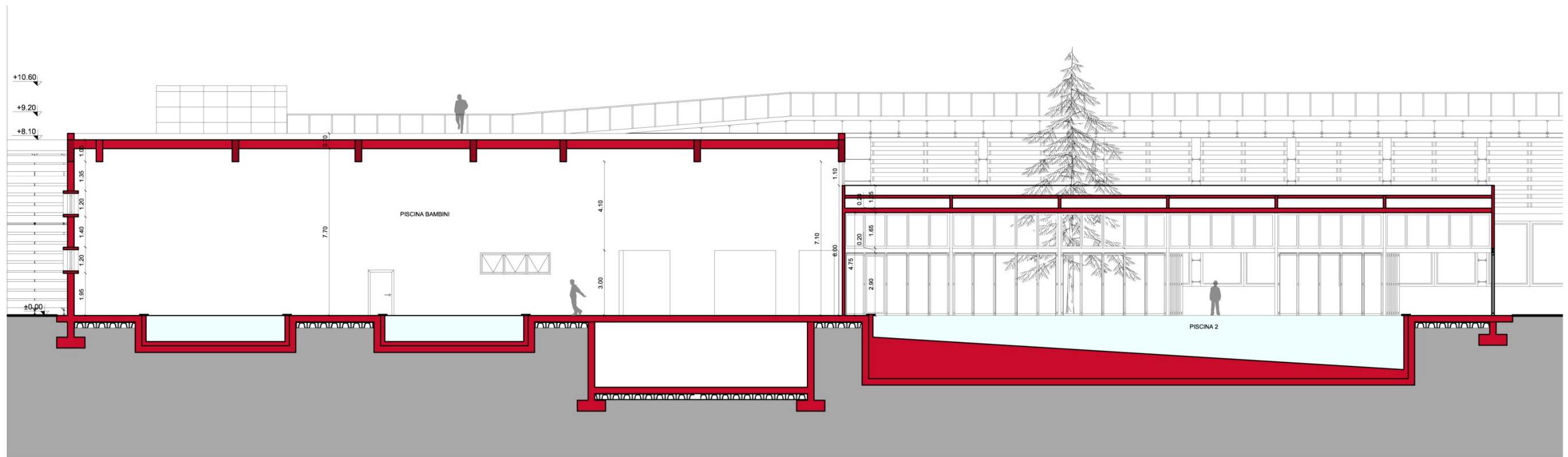


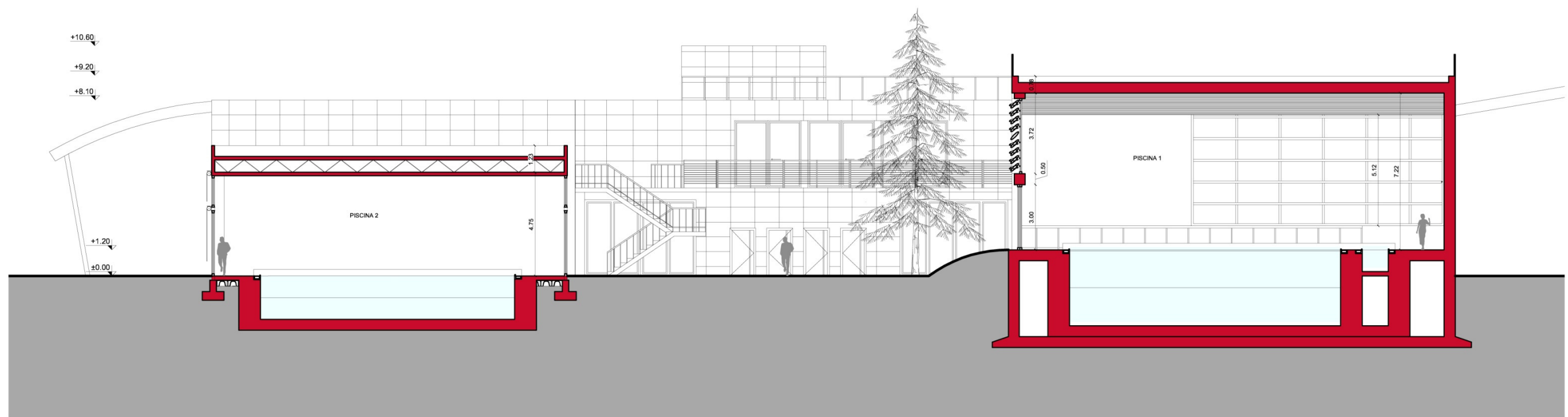
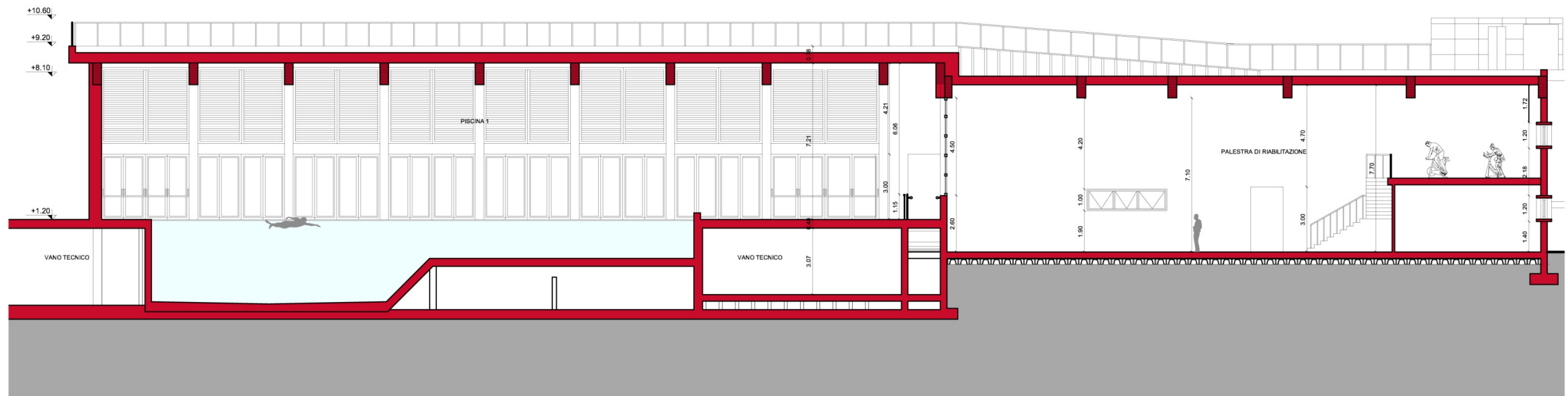
- LEGENDA**
- CONNESSIONI
  - AREA BRISTORO
  - BAR
  - CUCINA
  - SPOGLIATOIO
  - SERVIZI IGIENICI
  - TERRAZZA
  - SCALA ANTINCENDIO
  - SALA FITNES



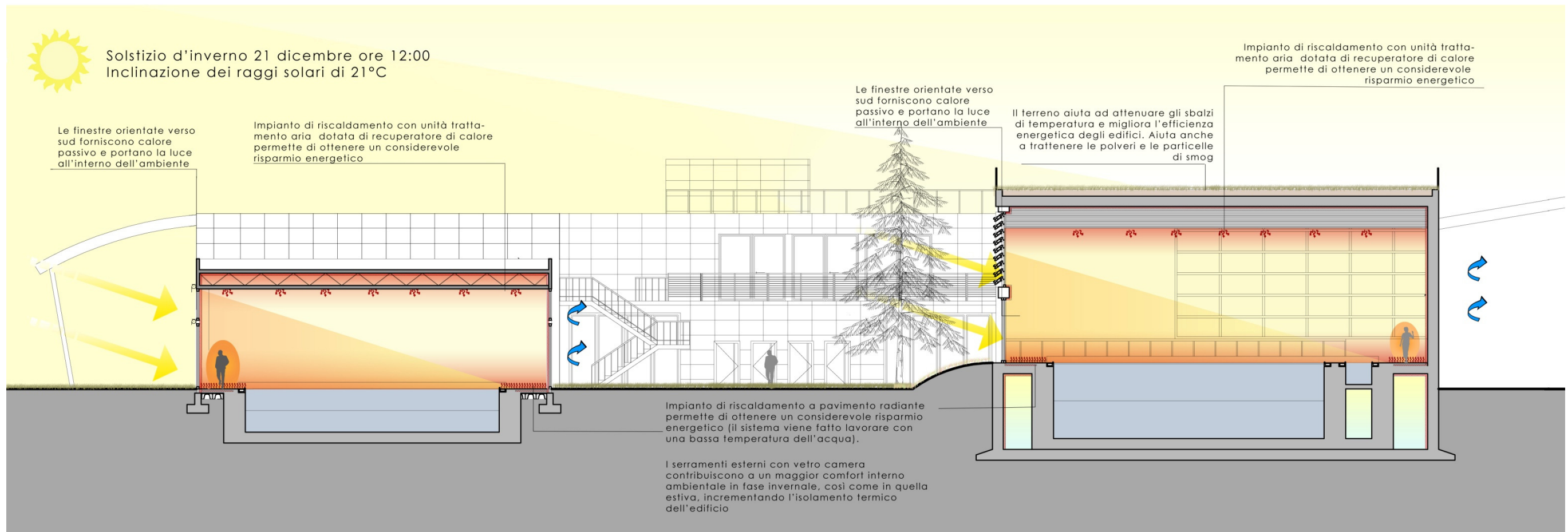
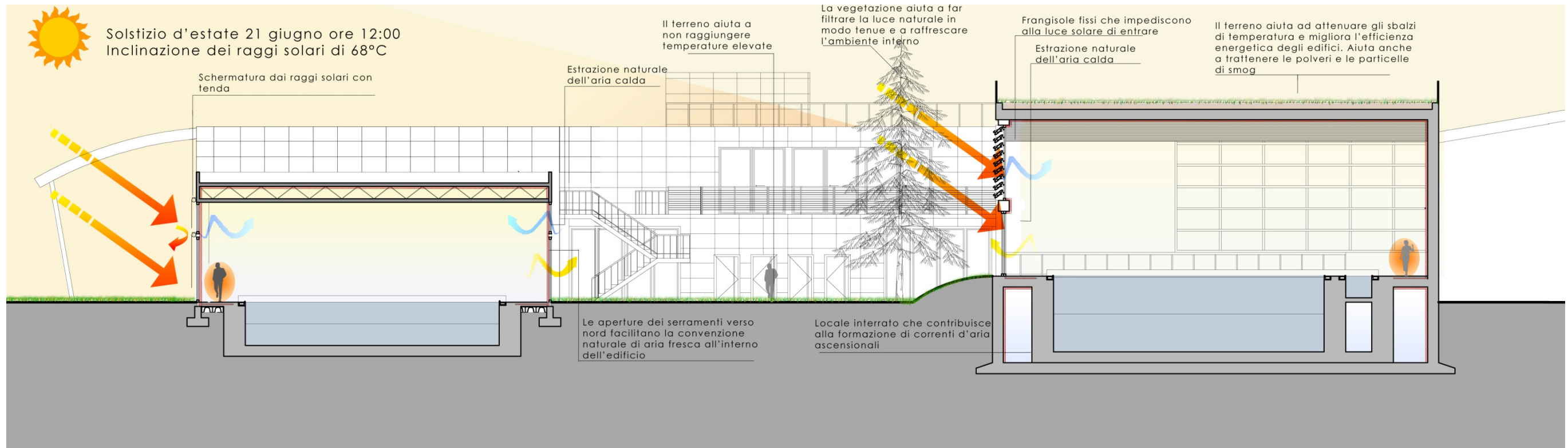
Scala 1:300  
PIANTA PIANO PRIMO







Scala 1:200  
 SEZIONE C-C' E D-D'  
 97

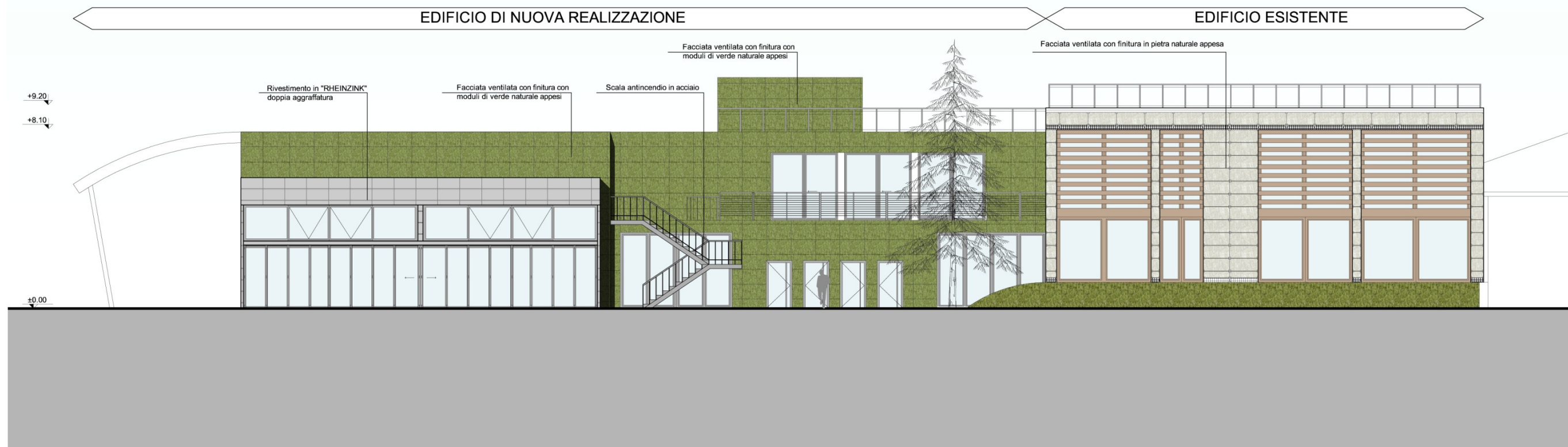




- PROSPETTO OVEST -



- PROSPETTO EST -

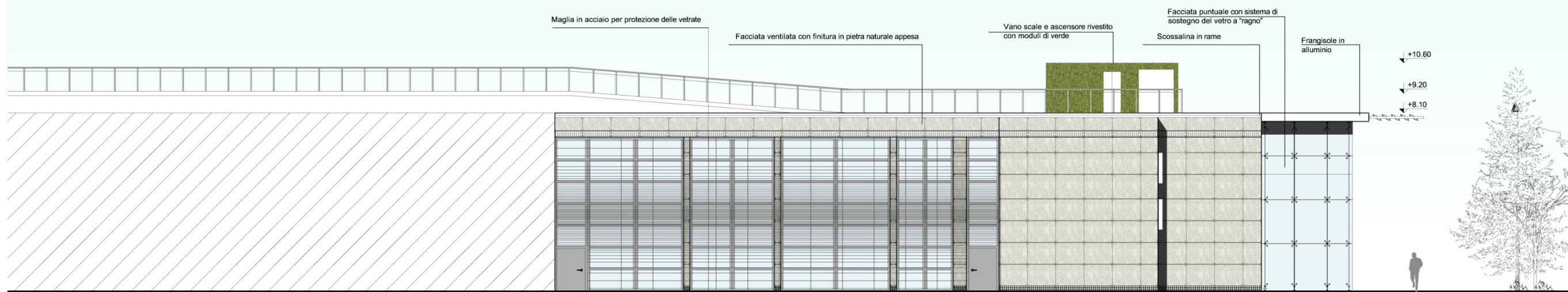




- PROSPETTO NORD -

EDIFICIO ESISTENTE

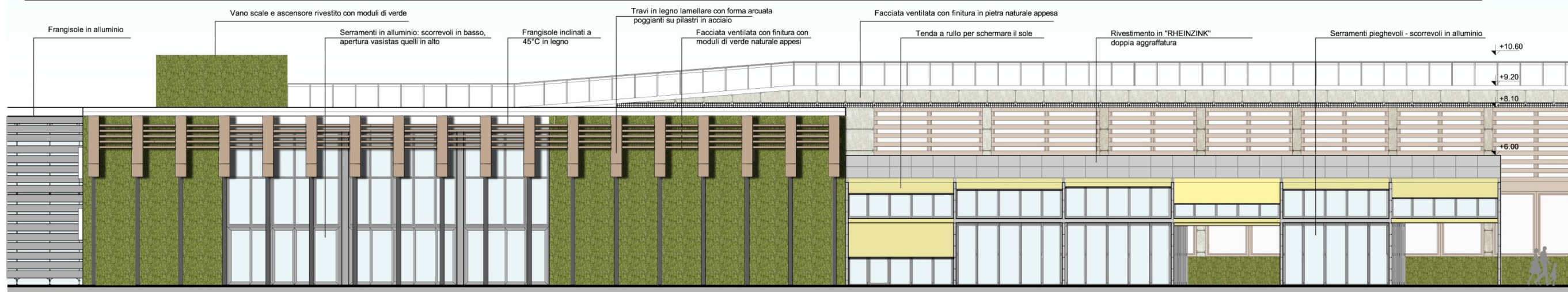
EDIFICIO DI NUOVA REALIZZAZIONE



- PROSPETTO SUD -

EDIFICIO ESISTENTE

EDIFICIO DI NUOVA REALIZZAZIONE





---

## 4.4 VERIFICA DI CONGRUITÀ DEL PROGETTO

### 4.4.1 Diversamente abili

La verifica della congruità dei diversamente abili fa riferimento al D.M. n. 236/89 e DPR n. 503/96, e specificamente all'articolo 8. Seguono *verbatim* i punti utilizzati nella progettazione.

In relazione alle finalità delle presenti norme si considerano tre livelli di qualità dello spazio costruito:

- l'accessibilità esprime il più alto livello in quanto ne consente la totale fruizione nell'immediato
- la visitabilità rappresenta un livello di accessibilità limitato ad una parte più o meno estesa dell'edificio
- la adattabilità rappresenta un livello ridotto di qualità, potenzialmente suscettibile, per originaria previsione progettuale, di trasformazione in livello di accessibilità; l'adattabilità è, pertanto, un'accessibilità differita. [...]

#### ***Unità ambientali e loro componenti***

##### Porte

Le porte di accesso di ogni unità ambientale devono essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti devono essere complanari. [...]

Occorre dimensionare adeguatamente gli spazi antistanti e retrostanti, con riferimento alle manovre da effettuare con la sedia a ruote, anche in rapporto al tipo di apertura. [...]

---

Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità la porta deve essere tale da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo. [...]

### Pavimenti

I pavimenti devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli. Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenze adeguate in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. [...]

Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato. [...]

### Arredi fissi

La disposizione degli arredi fissi nell'unità ambientale deve essere tale da consentire il transito della persona su sedia a ruote e l'agevole utilizzabilità di tutte le attrezzature in essa contenute. Dev'essere data preferenza ad arredi non taglienti e privi di spigoli vivi.

Per assicurare l'accessibilità gli arredi fissi non devono costituire ostacolo o impedimento per lo svolgimento di attività anche da parte di persone con ridotte o impedito capacità motorie.

In particolare:

- nel caso di adozione di bussole, percorsi obbligati, cancelletti a spinta ecc., occorre che questi siano dimensionati e manovrabili in modo da garantire il passaggio di una sedia a ruote
- eventuali sistemi di apertura e chiusura, se automatici, devono essere temporizzati in modo da permettere un agevole passaggio anche a disabili su sedia a ruote. [...]

---

## Servizi igienici

Nei servizi igienici devono essere garantite, con opportuni accorgimenti spaziali, le manovre di una sedia a ruote necessarie per l'utilizzazione degli apparecchi sanitari.

Deve essere garantito in particolare:

- lo spazio necessario per l'accostamento laterale della sedia a ruote alla tazza
- lo spazio necessario per l'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo, che deve essere del tipo a mensola
- la dotazione di opportuni corrimano e di un campanello di emergenza posto in prossimità della tazza. [...]

Si deve dare preferenza a rubinetti con manovra a leva e, ove prevista, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, e a porte scorrevoli o che aprono verso l'esterno. [...]

## Balconi e terrazze

La soglia interposta tra balcone o terrazza e ambiente interno non deve presentare un dislivello tale da costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. È vietato l'uso di porte - finestre con traversa orizzontale a pavimento di altezza tale da costituire ostacolo al moto della sedia a ruote. Almeno una porzione di balcone o terrazza, prossima alla porta - finestra, deve avere una profondità tale da consentire la manovra di rotazione della sedia a ruote.

Ove possibile si deve dare preferenza a parapetti che consentano la visuale anche alla persona seduta, garantendo contemporaneamente i requisiti di sicurezza e protezione dalle cadute verso l'esterno. [...]

---

### Percorsi orizzontali

Corridoi e passaggi devono presentare andamento quanto più possibile continuo e con variazioni di direzione ben evidenziate.

I corridoi non devono presentare variazioni di livello; in caso contrario queste devono essere superate mediante rampe.

La larghezza del corridoio e del passaggio deve essere tale da garantire il facile accesso alle unità ambientali da esso servite e in punti non eccessivamente distanti tra loro essere tale da consentire l'inversione di direzione a una persona su sedia a ruote. [...]

### Scale

Le scale devono presentare un andamento regolare e omogeneo per tutto il loro sviluppo. Ove questo non risulti possibile è necessario mediare ogni variazione del loro andamento per mezzo di ripiani di adeguate dimensioni. Per ogni rampa di scale i gradini devono avere la stessa alzata e pedata. Le rampe devono contenere possibilmente lo stesso numero di gradini, caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata.

Le scale devono essere dotate di parapetto atto a costituire difesa verso il vuoto e di corrimano. Il corrimano deve essere di facile prendibilità e realizzato con materiale resistente e non tagliente.

Le scale devono avere i seguenti ulteriori requisiti:

- la larghezza delle rampe e dei pianerottoli devono permettere il passaggio contemporaneo di due persone ed il passaggio orizzontale di una barella con una inclinazione massima del 15% lungo l'asse longitudinale
- la lunghezza delle rampe deve essere contenuta
- il corrimano deve essere installato su entrambi i lati



- 
- le rampe di scale devono essere facilmente percepibili, anche per i non vedenti.

### Rampe

Le rampe devono avere le seguenti caratteristiche:

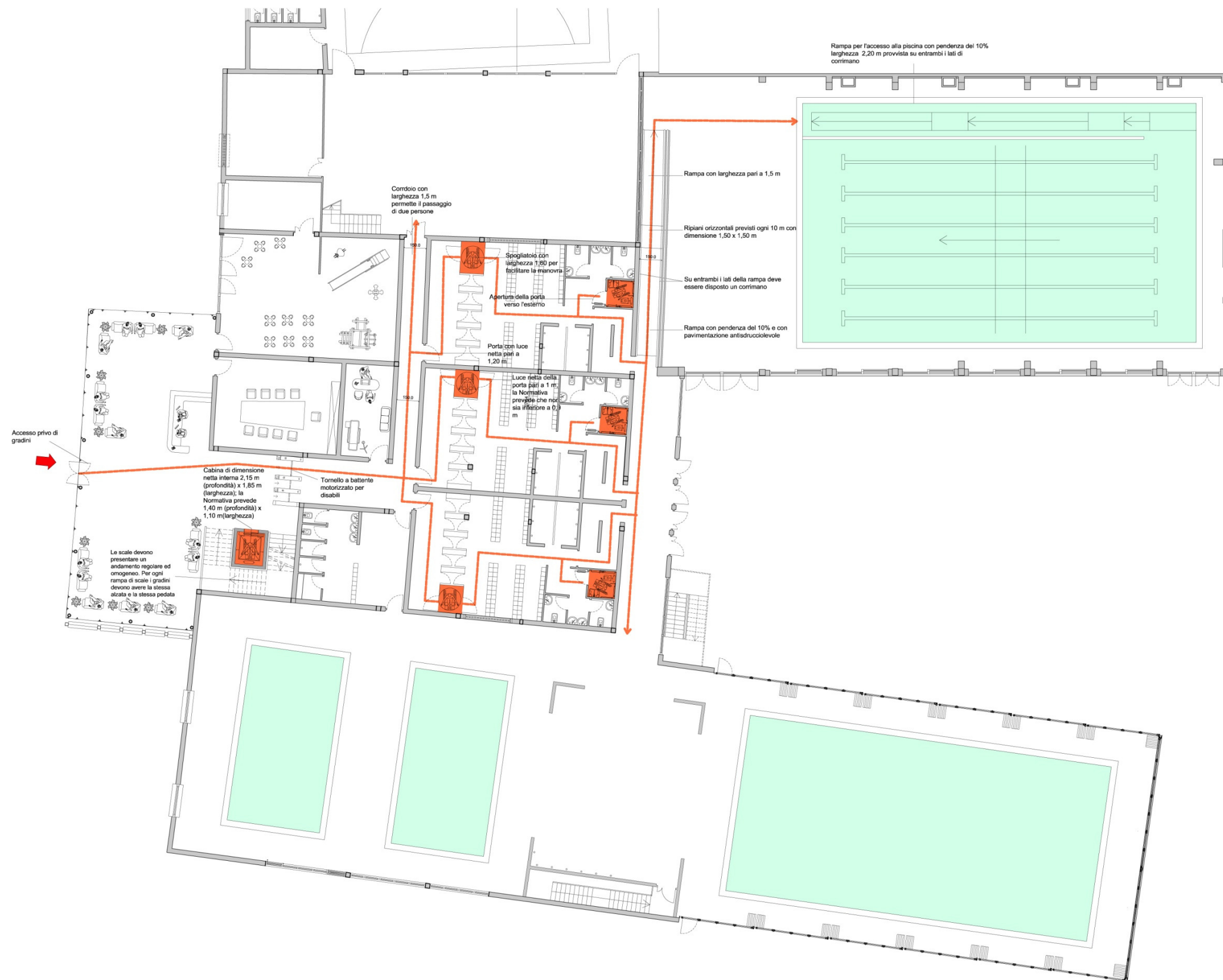
- per brevi rampe di raccordo tra percorsi esterni pedonali a livello stradale, o in presenza di passi carrabili, è consentita una pendenza non superiore al 15% per un dislivello massimo di 15 cm
- non è considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m mediante rampe [...]
- nei casi di adeguamento sono ammesse pendenze superiori, fino al 12%, definite in funzione dello sviluppo lineare della rampa
- ogni 10 m devono essere previsti ripiani orizzontali di dimensioni minime 1,50 x 1,50 m, oppure di 1,40 x 1,70 m (1,40 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al senso di marcia) [...]
- devono presentare andamento regolare e omogeneo per tutto il loro sviluppo
- la larghezza minima deve essere 90 cm per consentire il transito di una persona su sedia a ruote, 150 cm per consentire l'incrocio di due persone ( 150 cm è larghezza preferibile)
- la pavimentazione deve essere antidrucciolevole
- su entrambi i lati della rampa deve essere disposto un corrimano, di altezza compresa tra 90 a 100 cm
- è consigliabile disporre un segnale al pavimento (ad es. una fascia in materiale differente) percepibile da parte dei non vedenti, a segnare l'inizio e la fine della rampa.

### Ascensore



Negli edifici aperti al pubblico gli ascensori devono avere le seguenti caratteristiche:

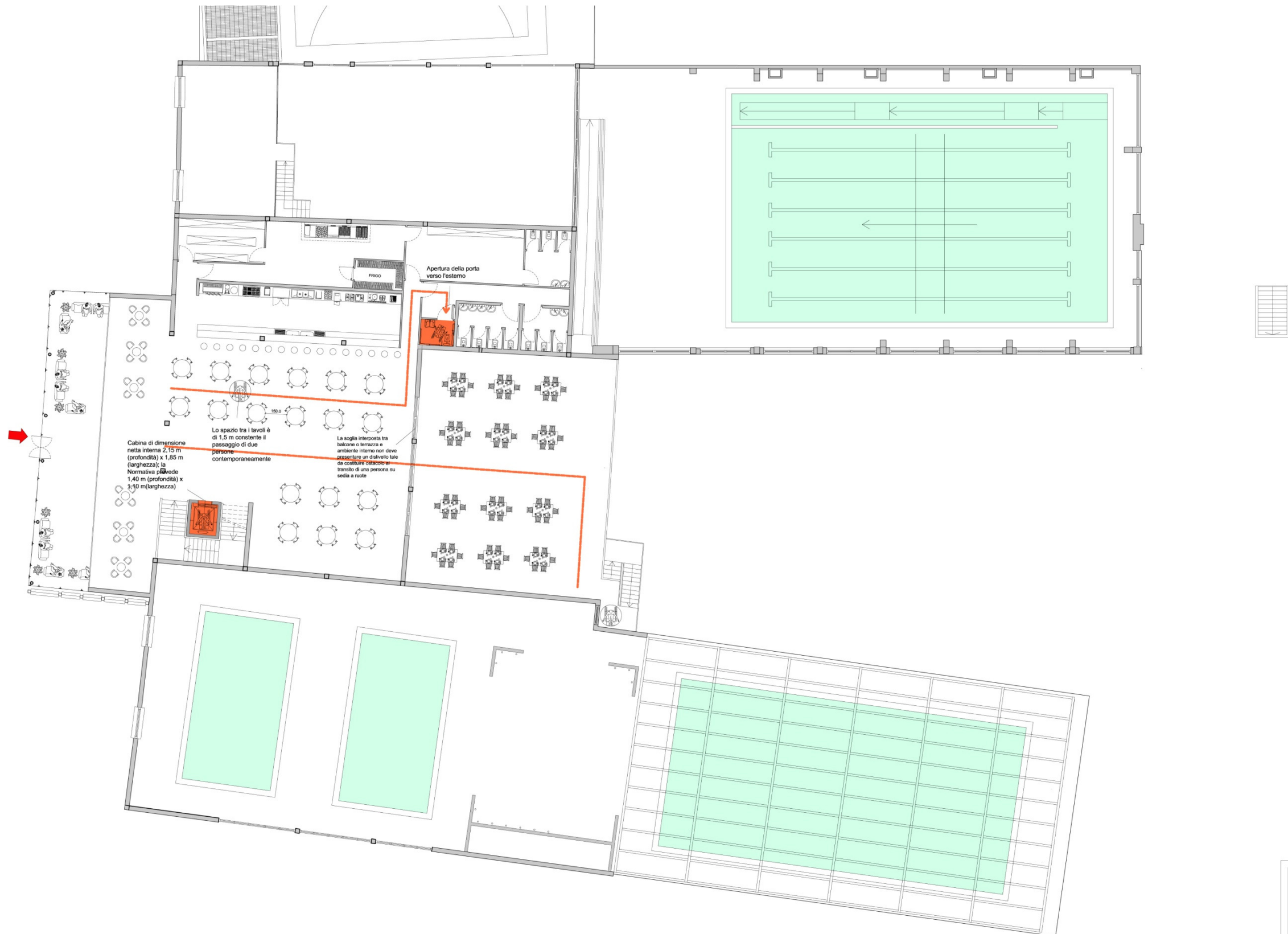
- 
- cabine di dimensioni nette interne 1,40 (profondità) x 1,10 m (larghezza)
  - porte con luce netta di 0,80 m, posta sul lato corto
  - spazio libero antistante la cabina di dimensioni 1,50 x 1,50 m. [...]

Caratteristica costruttiva di relativa importanza è che gli ascensori devono essere dotati di porte a scorrimento automatico. Deve essere prevista la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e un dispositivo luminoso per segnalare ogni eventuale stato di allarme. [...]



**LEGENDA**

-  Percorso senza barriere architettoniche
-  Spazio di manovra con sedia a rotelle



**LEGENDA**

— Percorso senza barriere architettoniche

 Spazio di manovra con sedia a rotelle



---

## 4.4.2 Vigili del fuoco

La verifica della normativa dell'antincendio fa riferimento al D.M. 10/03/98, che stabilisce in attuazione al disposto dell'art. 13, comma 1, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, i criteri per la valutazione dei rischi di incendio e indica le misure di prevenzione e di protezione antincendio da adottare, al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio e di limitarne le conseguenze qualora esso si verifichi.

L'edificio, essendo aperto al pubblico, può essere classificato come luogo di lavoro a rischio di incendio medio (si intendono edifici in cui sono presenti sostanze infiammabili, condizioni locali e/o di esercizio che possono favorire lo sviluppo di incendi, ma nei quali, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata).

### Definizioni della normativa antincendio:

- *Pericolo di incendio*: proprietà o qualità intrinseca di determinati materiali o attrezzature, oppure di metodologie e pratiche di lavoro o di utilizzo di un ambiente di lavoro, che presentano il potenziale di causare un incendio;
- *Rischio di incendio*: probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di accadimento di un incendio e che si verifichino conseguenze dell'incendio sulle persone presenti
- *Valutazione dei rischi di incendio*: procedimento di valutazione dei rischi di incendio in un luogo di lavoro, derivante dalle circostanze del verificarsi di un pericolo di incendio.

### Misure relative alle vie di uscita in caso di incendio

- *Affollamento*: numero massimo ipotizzabile di lavoratori e di altre persone presenti nel luogo di lavoro o in una determinata area dello stesso

- 
- *Luogo sicuro*: luogo dove le persone possono ritenersi al sicuro dagli effetti di un incendio
  - *Percorso protetto*: percorso caratterizzato da una adeguata protezione contro gli effetti di un incendio che può svilupparsi nella restante parte dell'edificio. Esso può essere costituito da un corridoio protetto, da una scala protetta o da una scala esterna
  - *Uscita di piano*: uscita che consente alle persone di non essere ulteriormente esposte al rischio diretto degli effetti di un incendio e che può configurarsi come segue:
    - uscita che immette direttamente in un luogo sicuro
    - uscita che immette in un percorso protetto attraverso il quale può essere raggiunta l'uscita che immette in un luogo sicuro
    - uscita che immette su di una scala esterna.
  - *Via di uscita (da utilizzare in caso di emergenza)*: percorso senza ostacoli al deflusso che consente agli occupanti un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro.

#### Criteria generali di sicurezza per le vie di uscita

Criteria per le vie di uscita:

- ogni luogo deve disporre di vie di uscita alternative
- ciascuna via di uscita deve essere indipendente dalle altre e distribuita in modo che le persone possano ordinatamente allontanarsi da un incendio
- dove è prevista più di una via di uscita, la lunghezza del percorso per raggiungere la più vicina uscita di piano non dovrebbe essere superiore a 30 - 45 metri (tempo max. di evacuazione 3 minuti) per aree a rischio di incendio medio [...]
- le vie di uscita devono sempre condurre ad un luogo sicuro
- deve esistere la disponibilità di un numero sufficiente di uscite di adeguata larghezza da ogni locale e piano dell'edificio [...]

- 
- le vie di uscita e le uscite di piano devono essere sempre disponibili per l'uso e tenute libere da ostruzioni in ogni momento
  - ogni porta sul percorso di uscita deve poter essere aperta facilmente ed immediatamente dalle persone in esodo.

In molte situazioni è da ritenersi sufficiente disporre di una sola uscita di piano. Eccezioni a tale principio sussistono quando l'affollamento del piano è superiore a 50 persone. [...]

Quando una sola uscita di piano non è sufficiente, il numero delle uscite dipende dal numero delle persone presenti (affollamento) e dalla lunghezza dei percorsi stabilita. Per i luoghi a rischio di incendio medio o basso, la larghezza (L) complessiva delle uscite di piano deve essere non inferiore a:

$$L = \frac{A}{50 \times 0,60}$$

in cui:

- L è calcolato in metri
- «A» rappresenta il numero delle persone presenti al piano (affollamento)
- il valore 0,60 costituisce la larghezza (espressa in metri) sufficiente al transito di una persona (modulo unitario di passaggio)
- 50 indica il numero massimo delle persone che possono defluire attraverso un modulo unitario di passaggio, tenendo conto del tempo di evacuazione.

#### Illuminamento delle vie di uscita

Tutte le vie di uscita, inclusi anche i percorsi esterni, devono essere adeguatamente illuminati per consentire la loro percorribilità in sicurezza fino all'uscita su luogo sicuro. Nelle aree prive di illuminazione naturale o utilizzate in assenza di illuminazione naturale, deve essere previsto un sistema di

---

illuminazione di sicurezza con inserimento automatico in caso di interruzione dell'alimentazione di rete.

#### Segnaletica indicante le vie di uscita

Le vie di uscita e le uscite di piano devono essere chiaramente indicate tramite segnaletica conforme alla vigente normativa. [...]

#### In riferimento agli impianti sportivi

Tutti gli impianti sportivi devono essere dotati di un adeguato numero di estintori portatili. Gli estintori devono essere distribuiti in modo uniforme nell'area da proteggere, ed è comunque necessario che alcuni si trovino:

- in prossimità degli accessi
- in vicinanza di aree di maggior pericolo.

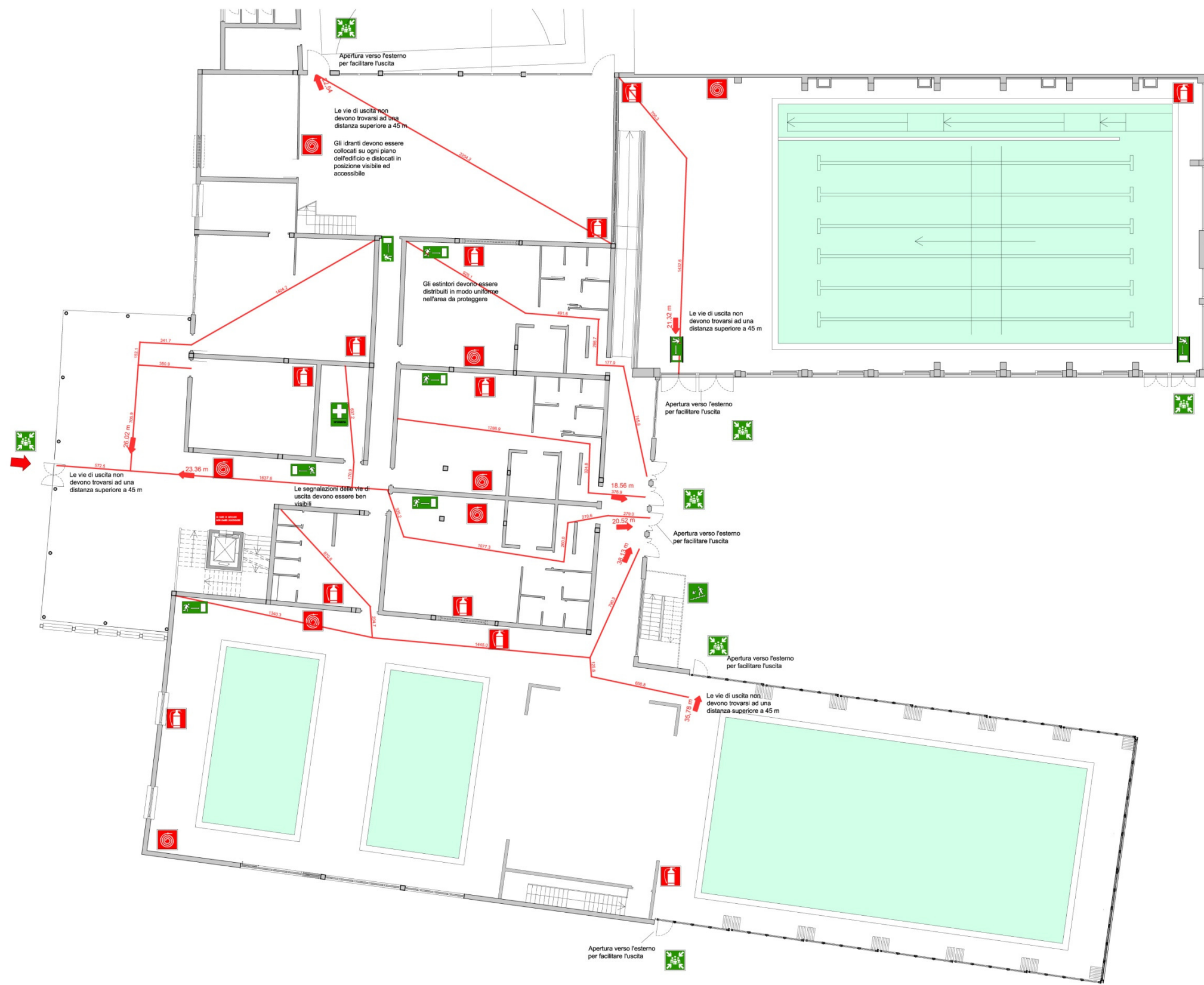
Gli estintori devono essere ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile; appositi cartelli segnalatori devono facilitarne l'individuazione, anche a distanza. Gli estintori portatili devono avere capacità estinguente; a protezione di aree ed impianti a rischio specifico devono essere previsti estintori di tipo idoneo.

Gli idranti devono essere:

- distribuiti in modo da consentire l'intervento in tutte le aree dell'attività
- collocati in ciascun piano negli edifici a più piani
- dislocati in posizione accessibile e visibile
- segnalati con appositi cartelli che ne agevolino l'individuazione a distanza.

Gli idranti non devono essere posti all'interno delle scale in modo da non ostacolare l'esodo delle persone.





**LEGENDA**

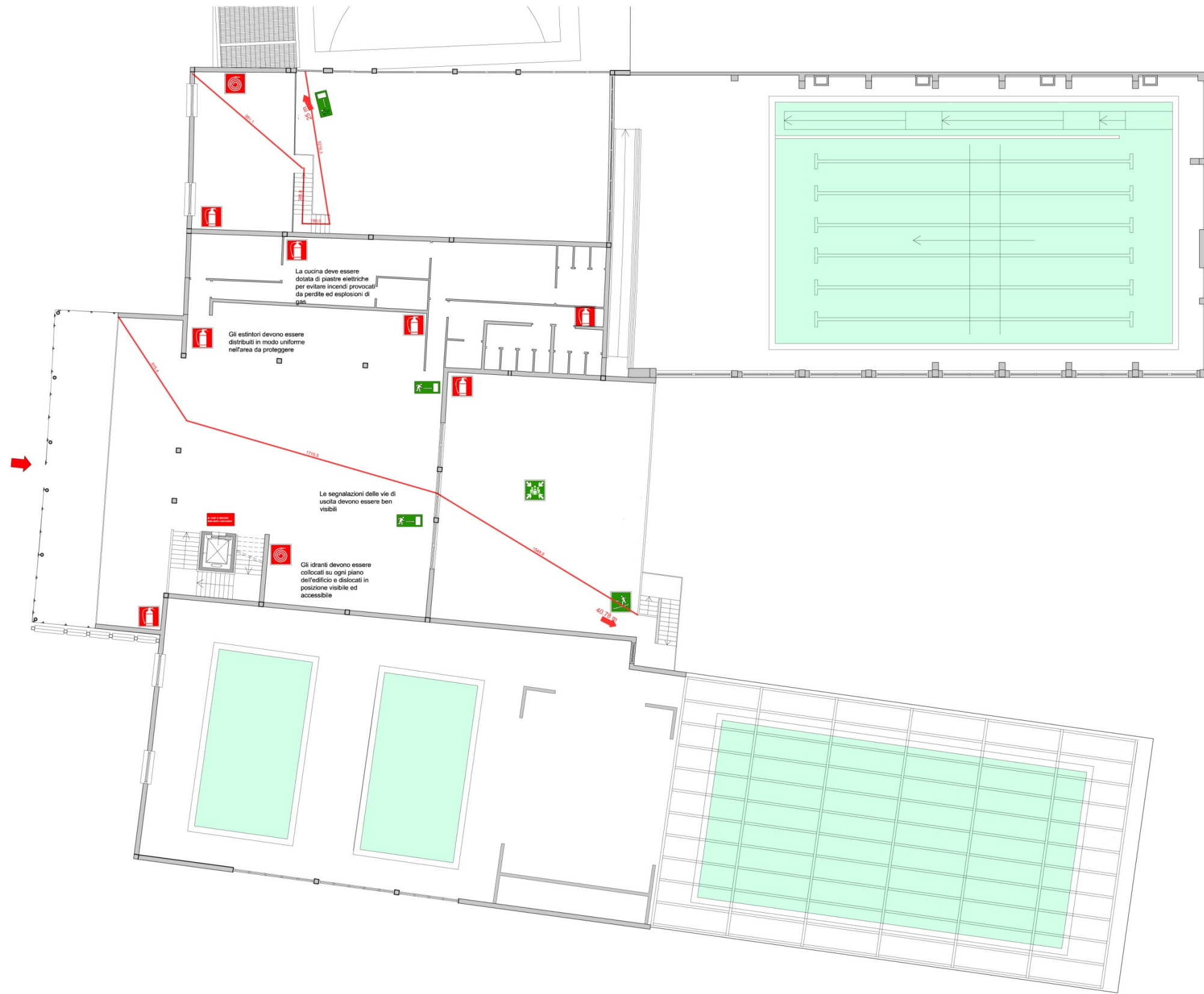
-  Punto di raccolta all'aperto
-  Estintore portatile a schiuma per lo spegnimento del fuoco
-  Indicazione metri verso l'uscita di sicurezza
-  Idranti a muro UNI 45
-  Indicazione via d'uscita
-  Infermeria
-  Scala antincendio
-  Segnale d'avvertenza

**NOTE**

Secondo la norma dell'antincendio (10/03/98) si classifica l'edificio come luogo a rischio di incendio medio.

La lunghezza del percorso verso la via di uscita deve essere compresa tra i 30 e i 45 m.

Per le porte di sicurezza si necessita aperture verso l'esterno pari a 5 m.



### LEGENDA

-  Punto di raccolta all'aperto
-  Estintore portatile a schiuma per lo spegnimento del fuoco
-  Indicazione metri verso l'uscita di sicurezza
-  Idranti a muro UNI 45
-  Indicazione via d'uscita
-  Infermeria
-  Scala antincendio
-  Segnale d'avvertenza

### NOTE

Secondo la norma dell'antincendio (10/03/98) si classifica l'edificio come luogo a rischio di incendio medio.

La lunghezza del percorso verso la via di uscita deve essere compresa tra i 30 e i 45 m.

Per le porte di sicurezza si necessita aperture verso l'esterno pari a 5 m.

---

## CAPITOLO 5 PRESTAZIONI

### TECNOLOGICHE EDIFICIO DI RECUPERO

Questo capitolo affronta le scelte di natura tecnologica. Nello specifico, si esaminano le stratigrafie relative al progetto. Per ognuna di essa si presenta un'analisi dettagliata del valore di trasmittanza, che ha importanti risvolti sia rispetto alla Normativa vigente sia per il risparmio energetico. Il capitolo contiene anche lo studio delle sezioni più importanti che mostrano la tecnologia applicata e l'approfondimento di nodi tecnologici in scala 1:10.

#### 5.1 VERIFICA PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

L'energia consumata per il riscaldamento degli edifici e dell'acqua sanitaria è una delle cause principali dell'effetto serra e del conseguente innalzamento della temperatura del globo terrestre. Per questo motivo bisogna intraprendere interventi di risparmio energetico (sia in fase di riqualificazione sia in fase di nuova realizzazione). Tali interventi comportano:

- Consumo minore di energia e riduzione di spese di riscaldamento e condizionamento
- Miglioramento del comfort e del benessere all'interno dell'edificio.

Il decreto normativo preso in esame per il progetto è il DGR VIII/8745, variante 2009 (normativa della Regione Lombardia), che si occupa della verifica del fabbisogno di energia primaria, prevedendo la verifica delle trasmittanze.

L'area di progetto si trova nel comune di Garlate, dove si registrano 2383 gradi al giorno (GG): quindi, come da Figura 5.1-1, la zona di progetto rientra in Zona climatica E.

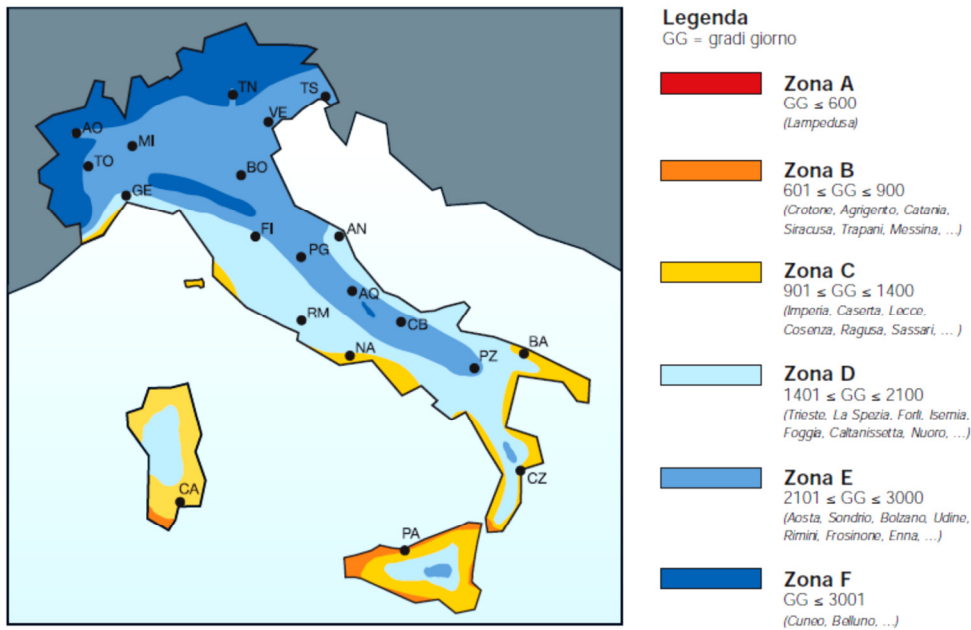


Figura 5.1-1 Schema indicativo delle zone climatiche secondo l'articolo 3, DPR 412/93.

Per la verifica dei valori della trasmittanza, si fa riferimento alla Tabella 5.1-1, considerando quelli riferiti alla zona climatica E del DGR VIII/8745 variante 2009.

| Zona climatica | Strutture opache verticali | Strutture opache orizzontali o inclinate |           | Finestre comprensive di infissi |
|----------------|----------------------------|--|-----------|---------------------------------|
|                |                            | Coperture                                | Pavimenti |                                 |
| D              | 0,36                       | 0,32                                     | 0,36      | 2,4                             |
| E              | 0,34                       | 0,30                                     | 0,33      | 2,2                             |
| F              | 0,33                       | 0,29                                     | 0,32      | 2,0                             |

Tabella 5.1-1 Valori limite della trasmittanza termica utile U delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in (W/m<sup>2</sup>K), DGR VIII/8745 variante 2009.

Per quanto riguarda la parte di recupero del progetto, è necessario prestare attenzione all'esistente e procedere con cautela con le scelte prestazionali. Bisogna mirare al miglioramento delle prestazioni con particolare attenzione all'isolamento termico e alla sostituzione di serramenti. L'isolamento termico, infatti, ha lo scopo di mantenere il benessere e proteggere gli spazi interni dalle variazioni climatiche stagionali e giornaliere. La sostituzione dei

---

serramenti consta nella scelta di infissi con vetro - camera e taglio di ponte termico aventi alte prestazioni energetiche e acustiche.

Anche l'intervento sull'edificio di nuova realizzazione punta al risparmio dell'energia e alla riduzione delle emissioni ambientali. I materiali applicati hanno alte caratteristiche prestazionali, per evitare la presenza di ponti termici. Le scelte progettuali riguardano l'applicazione di isolamento sia sulle chiusure opache orizzontali sia su quelle verticali, l'introduzione di vespaio aerato, e l'installazione di infissi aventi caratteristiche come quelli sopraccitati.

Segue lo studio di ogni stratigrafia con descrizione dettagliata degli strati utilizzati evidenziando: la conducibilità termica ( $\lambda$ ), la densità ( $\rho$ ), lo spessore ( $m$ ) e la trasmittanza ( $U$ ).

Il calcolo della trasmittanza viene fatto utilizzando la seguente formula:

$$U = \frac{1}{(R_{si} + R + R_{se})}$$

dove:

$R_{si}$  è la resistenza superficiale interna [ $m^2K/W$ ]

$R$  è la resistenza totale [ $m^2K/W$ ]

$R_{se}$  è la resistenza superficiale esterna [ $m^2K/W$ ]

Le resistenze superficiali indicano i passaggi termici dall'aria ambientale alla superficie interna dell'elemento edile e dalla superficie esterna dello stesso all'aria esterna, secondo la direzione del flusso termico (ascendente, discendente, verticale).

Ai fini del calcolo dei consumi energetici le norme assegnano a  $R_{si}$  e  $R_{se}$  i seguenti valori: 0,125 (1/8) e 0,043 (1/23).

La resistenza totale, invece, si ottiene dalla seguente formula:



---

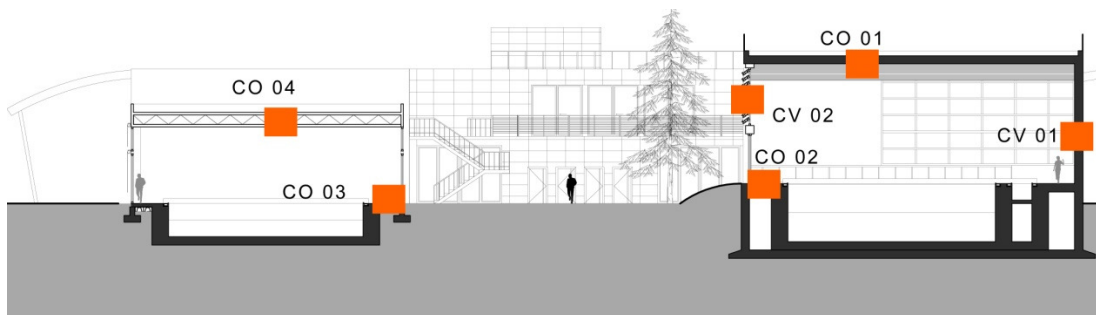
$$R = \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{S_n}{\lambda_n}$$

dove

$S$  è lo spessore del materiale [m]

$\lambda$  è il valore di conducibilità termica del materiale [W/mK]

Inoltre, in ogni stratigrafia la linea rossa indica l'andamento della temperatura e la linea blu l'andamento della pressione.



**Figura 5.1-2 Sezione di riferimento per l'individuazione delle stratigrafie prese in esame (disegno fuori scala).**

## CHIUSURA VERTICALE, CV 01

Stratigrafia per la piscina esistente interna per la parete contigua al capannone di rimessaggio barche. L'intervento consta nell'apposizione di doppio strato di isolante termico, al fine di garantire un comfort ambientale.

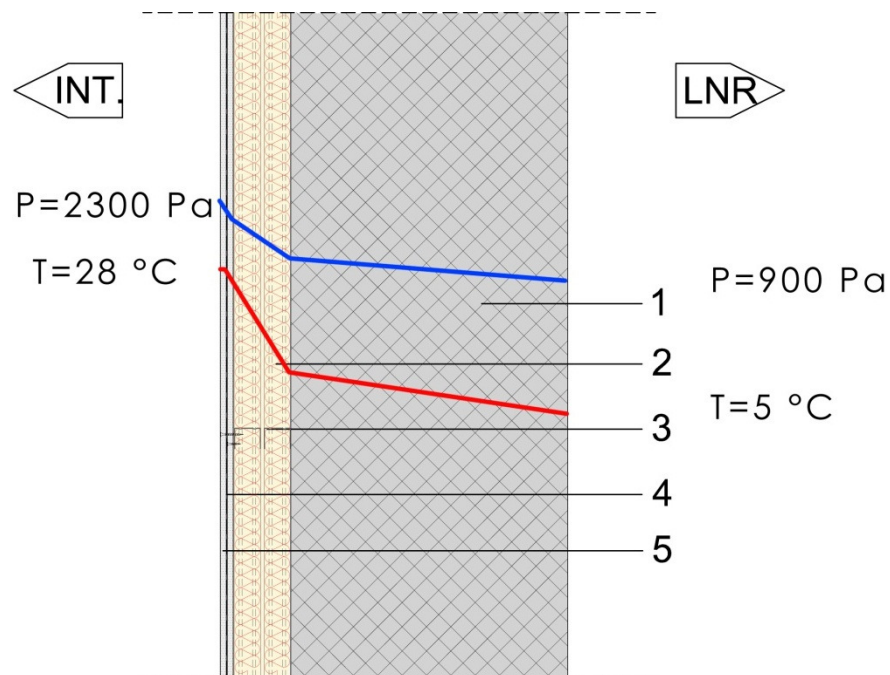


Figura 5.1-3 INT = Interno; LNR = Locale non riscaldato.

| Strato | Descrizione   | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|---|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Cemento armato esistente  | 0,51         | 1,6              | 2500                         |                        |
| 2      | Doppio strato di isolante termico in lana di vetro Knauf (Ekovetro M) | 0,1          | 0,035            | 21                           |                        |
| 3      | Profilo a U 5x4x0,6 cm  |              |                  |                              |                        |
| 4      | Barriera al vapore  | 0,0025       | 0,26             | 2710                         |                        |
| 5      | Doppio strato di cartongesso  | 0,025        | 0,21             | 900                          | <b>0,3305</b>          |

## CHIUSURA VERTICALE, CV 02

Stratigrafia della piscina esistente interna per le pareti a contatto con l'ambiente esterno. L'intervento consta nel rivestimento delle pareti con la facciata ventilata (si fa riferimento alla ditta Ariostea). La facciata ventilata è costituita da: struttura portante in acciaio per il sostegno di lastre di pietra, strato di isolante termico, intercapedine d'aria. Questa tecnologia permette una migliore efficienza termica dell'edificio e facilita la dispersione di vapore acqueo.

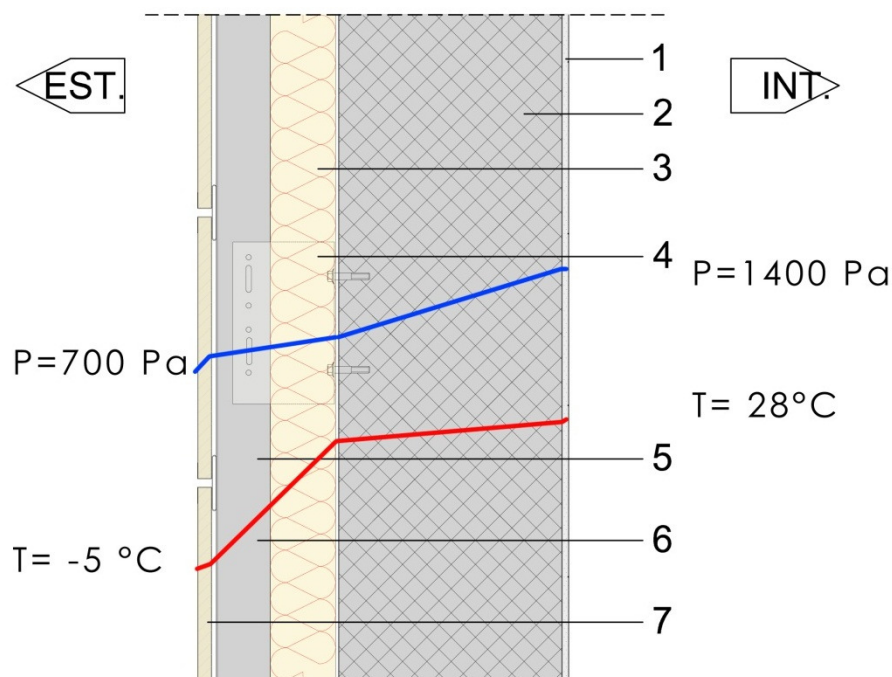


Figura 5.1-4 EST = Esterno; INT = Interno.

| Strato | Descrizione   | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|---|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Intonaco di malta cementizia                            | 0,15         | 1,00             | 1800                         | <b>0,2865</b>          |
| 2      | Cemento armato esistente                                | 0,41         | 1,60             | 2500                         |                        |
| 3      | Isolamento termico in lana di roccia "ROCKWOOL"         | 0,12         | 0,035            | 70                           |                        |
| 4      | Piastra d'ancoraggio alla struttura d'acciaio           | -            | -                | -                            |                        |
| 5      | Montante a T in acciaio per sostegno lastre             | -            | -                | -                            |                        |
| 6      | Camera d'aria fortemente ventilata                      | 0,10         | 0,026            | 1,3                          |                        |
| 7      | Lastra in grès porcellanato con finitura effetto pietra | 0,025        | 2,1              | 2450                         |                        |

## CHIUSURA ORIZZONTALE, CO 01

Stratigrafia della piscina esistente per la copertura. L'intervento consta nella rimozione della copertura esistente, con posa della seguente stratigrafia, al fine di rendere la copertura praticabile e garantire un comfort migliore interno.

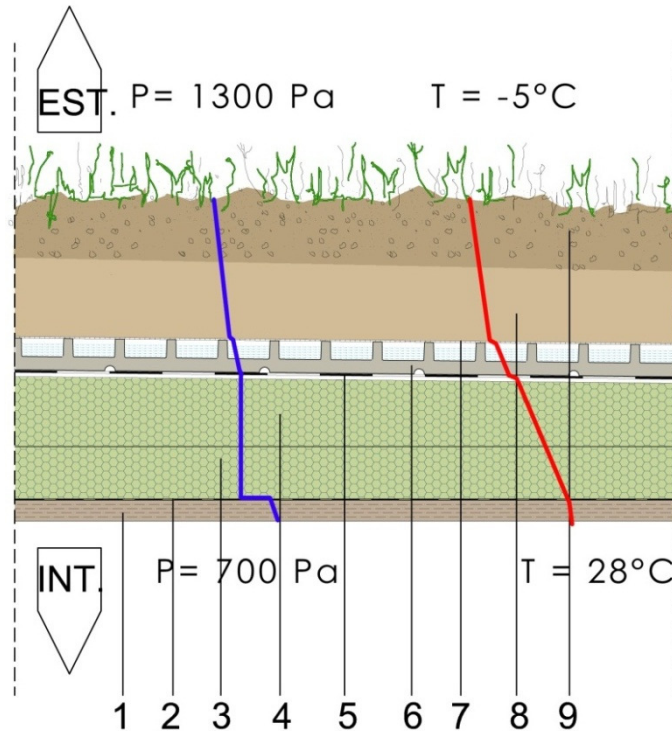


Figura 5.1-5 EST = Esterno; INT = Interno

| Strato | Descrizione  | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|--|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Assito in listelli di legno d'abete  | 0,04         | 0,10             | 650                          |                        |
| 2      | Barriera al vapore   | 0,0025       | 0,26             | 2710                         |                        |
| 3      | Isolante termico in vetro cellulare (FOAMGLAS)                             | 0,1          | 0,041            | 81                           |                        |
| 4      | Isolante termico in vetro cellulare (FOAMGLAS TAPERED)                     | 0,04         | 0,041            | 130                          |                        |
| 5      | Strato di separazione + impermeabilizzazione in pvc + feltro di protezione | 0,01         | -                | -                            |                        |
| 6      | DAKU FSD 20  | 0,065        | 0,06             | 910                          |                        |
| 7      | DAKU, stabil filter SFI  | 0,145        | -                | -                            |                        |
| 8      | Terra di coltura   | 0,15         | 2                | 1950                         |                        |
| 9      | Strato di humus  | 0,05         | 2                | 1800                         | <b>0,2553</b>          |

## CHIUSURA ORIZZONTALE, CO 02

Stratigrafia della piscina esistente interna per il solaio d'interpiano. L'intervento consta nella rimozione del primo strato del massetto, con interposizione di pannelli radianti, posa di nuove piastrelle antiscivolo con impermeabilizzazione, e coibentazione della parte sottostante (locale tecnico non riscaldato) al fine di garantire un comfort ambientale.

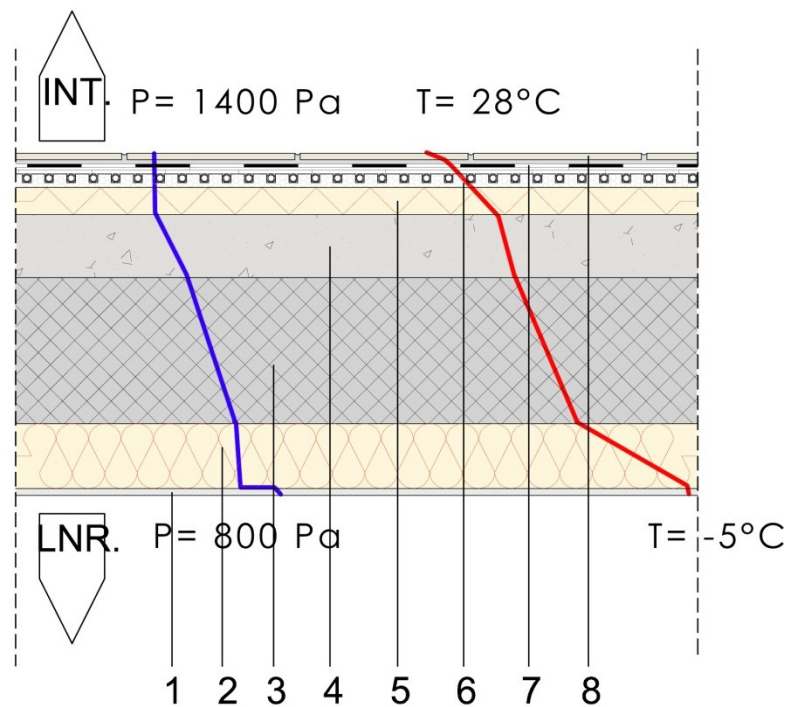


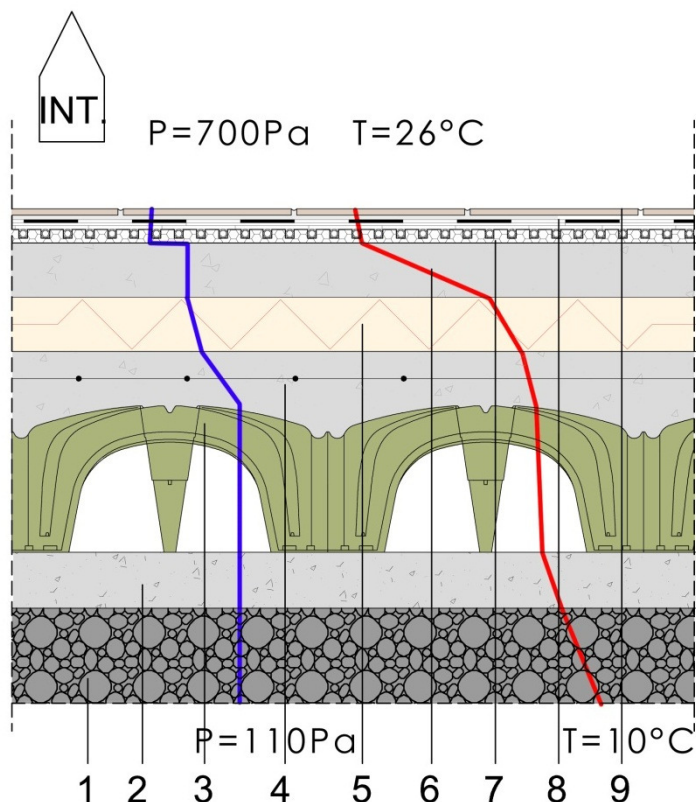
Figura 5.1-6 INT = Interno; LNR = Locale non riscaldato.

| Strato | Descrizione   | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|---|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Intonaco di malta cementizia                        | 0,0125       | 1,00             | 1800                         | <b>0,2006</b>          |
| 2      | Isolante termico in polistirene ad alta densità     | 0,12         | 0,038            | 38                           |                        |
| 3      | Cemento armato esistente                            | 0,27         | 1,60             | 2500                         |                        |
| 4      | Massetto alleggerito                                | 0,10         | 0,088            | 350                          |                        |
| 5      | Isolante termico in polistirene espanso estruso XPS | 0,05         | 0,033            | 40                           |                        |
| 6      | Pannelli radianti a pavimento tipo RDZ ECO-DRY      | 0,07         | 0,28             | 1700                         |                        |
| 7      | Guaina impermeabilizzante                           | 0,004        | 0,26             |                              |                        |
| 8      | Strato di colla + piastrelle in grès porcellanato   | 0,015        | 1,2              | 2000                         |                        |



## CHIUSURA ORIZZONTALE, CO 03

Stratigrafia della parte nuova di edificio per la realizzazione del solaio contro terra. La realizzazione consta nella posa di un vespaio aerato che permette il contenimento dell'umidità proveniente dal terreno al fine di garantire comfort ambientale.



**Figura 5.1-7 INT = Interno.**

| Strato | Descrizione                                     | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|---|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Ghiaia drenante                                 | 0,30         | 1,50             | 145                          | <b>0,2306</b>          |
| 2      | Magrone   | 0,10         | 0,038            | 2500                         |                        |
| 3      | Igloo e camera d'aria debolmente ventilata      | 0,30         | 0,026            | 1,30                         |                        |
| 4      | Solaio in c.a.                                  | 0,10         | 0,038            | 2500                         |                        |
| 5      | Isolante termico in polistirene ad alta densità | 0,10         | 0,033            | 38                           |                        |
| 6      | Massetto di allettamento in cls                 | 0,1          | 1,83             | 1150                         |                        |
| 7      | Pannelli radianti a pavimento tipo RDZ ECO-DRY  | 0,07         | 0,28             | 1700                         |                        |
| 8      | Guaina impermeabilizzante                       | 0,004        | 0,26             | 1700                         |                        |
| 9      | Strato di colla + piastrelle                    | 0,015        | 2,1              | 2450                         |                        |

## CHIUSURA ORIZZONTALE, CO 04

Stratigrafia per la parte di edificio nuovo per la realizzazione sia della copertura della piscina dei bambini sia della copertura della piscina esterna. La realizzazione consta nella posa di questa stratigrafia costituita da doppio strato di isolamento termico e finitura con "RHEINZINK".

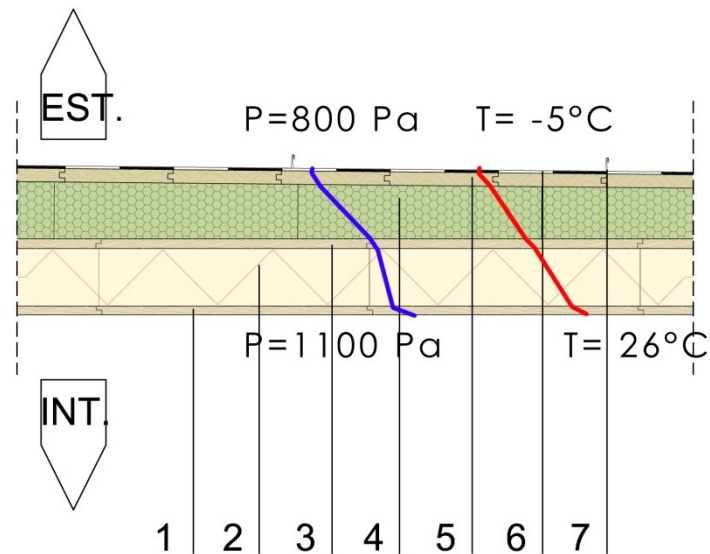


Figura 5.1-8 EST = Esterno; INT = Interno.

| Strato | Descrizione  | Spessore [m] | $\lambda$ [W/mK] | Densità [kg/m <sup>3</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------|--|--------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1      | Assito in abete  | 0,016        | 0,13             | 510                          | <b>0,1891</b>          |
| 2      | Isolante in polistirene sinterizzato espanso con l'aggiunta di grafite | 0,106        | 0,030            | 38                           |                        |
| 3      | Assito in abete  | 0,018        | 0,13             | 510                          |                        |
| 4      | Isolante termico in vetro cellulare (FOAMGLASS TAPERED)                | 0,04         | 0,041            | 130                          |                        |
| 5      | Assito in abete  | 0,025        | 0,13             | 510                          |                        |
| 6      | Membrana impermeabile con funzione di barriera al vapore               | 0,004        | 0,26             | 1700                         |                        |
| 7      | Rivestimento "RHEINZINK" in  | 0,0008       | 200              | 2800                         |                        |

---

## 5.2 LA PARETE VERDE

La realizzazione di una parete verde porta con sé alcuni vantaggi, andando a costituire una “seconda pelle” degli edifici:

- Miglioramento dell'isolamento termico degli edifici, evitando l'irraggiamento diretto dei raggi solari sulla parete, che non si scalda e non irradia il calore all'interno
- Miglioramento dell'impatto estetico dell'edificio, anche nel confronto con gli edifici circostanti
- Contribuisce a catturare le polveri sottili in ambiente urbano.

La parete verde è una tecnologia recente che permette di realizzare veri e propri giardini verticali realizzati con piante vere.

La parete verde di progetto consiste in un materassino per il contenimento di inerte, formato da due strati di geotessile speciale Rockpec (Tencate) cuciti in modo alternato sui due lati di una geogriglia monoaccoppiata a TNT, così da creare scomparti a forma cilindrica ortogonali alla massima pendenza.

Le caratteristiche dei geotessili impiegati, nonché lo speciale procedimento di cucitura, fanno sì che l'inerte contenuto nelle camere così create non subisca assestamenti dovuti alla gravità.

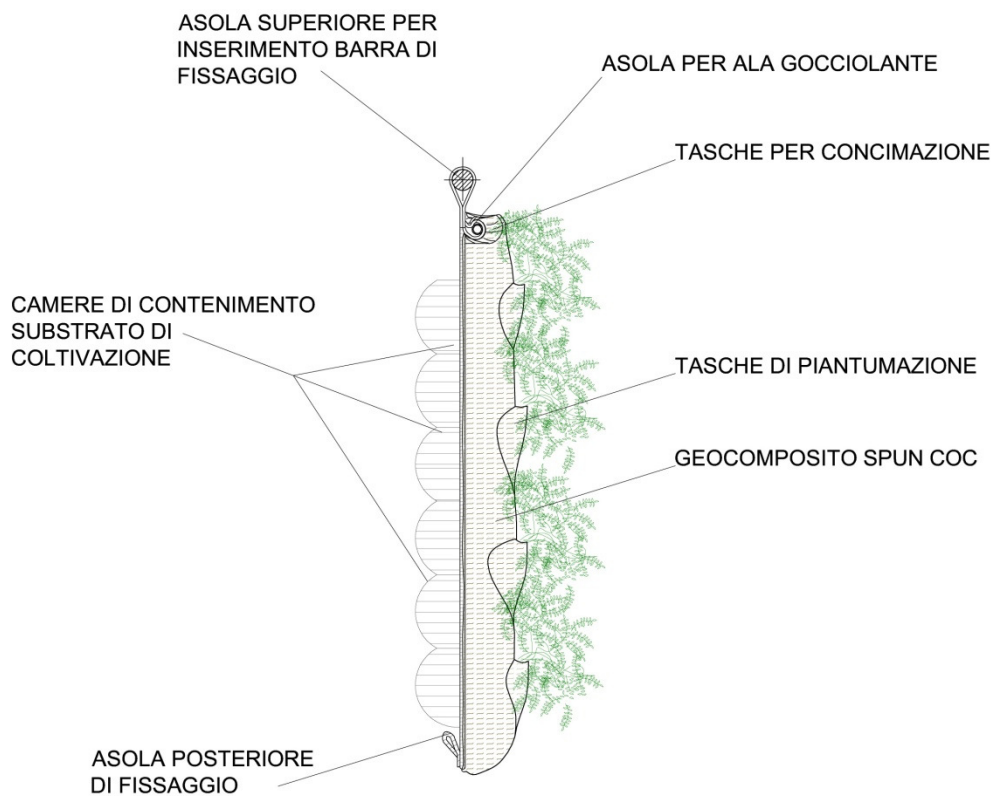
Il materassino nella parte superiore dispone di due asole. All'interno della prima è posta una barra di acciaio inox, che ne permette il fissaggio su reti metalliche e pareti, sia verticali che in forte pendenza, irregolari o perfettamente lisce e curve. Il modulo è caratterizzato dalla presenza di un'ala gocciolante e da tasche per il concime granulare.

Il sistema modulare è composto da:

- Struttura portante per l'ancoraggio del sistema di verde verticale al muro da rinverdire

- 
- Elemento di supporto alle piante costituito da materassino in tessuto non tessuto geocomposto e cucito in modo da formare una pluralità di camere atte a contenere il substrato di coltivazione e suddivise in senso longitudinale da tessuto non tessuto geocomposto a filo continuo. All'interno di ogni camera di coltivazione è contenuta una quantità prefissata di una miscela di inerti. Dimensioni: 53 x 63 x 8 cm
  - Materassino prevegetato fissato all'elemento di supporto alle piante
  - Impianto di irrigazione.

Questa sistema di parete ha un peso pari a 50-60 kg/m<sup>2</sup>.



**Figura 5.2-1 Vista laterale del modulo.**

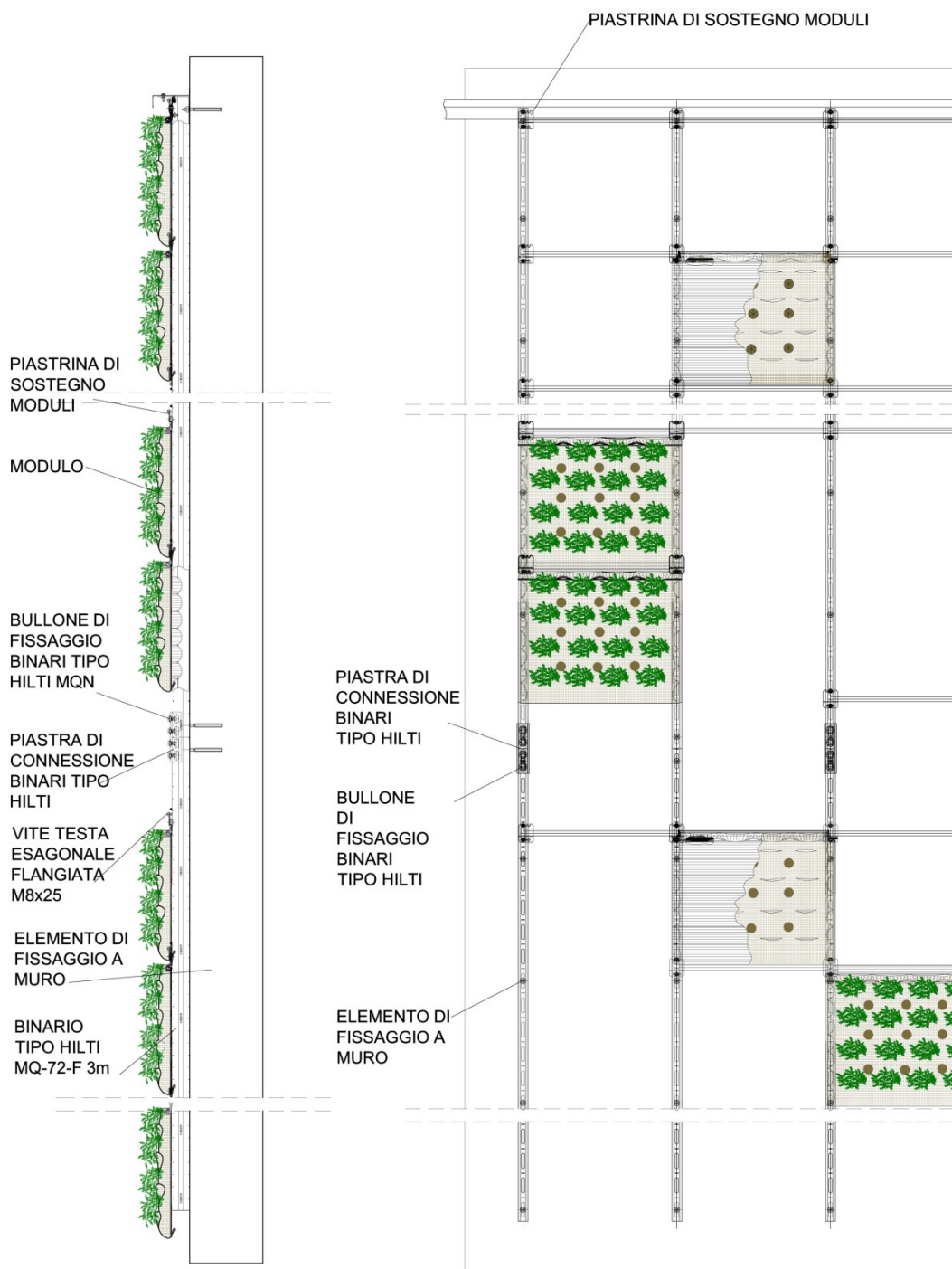
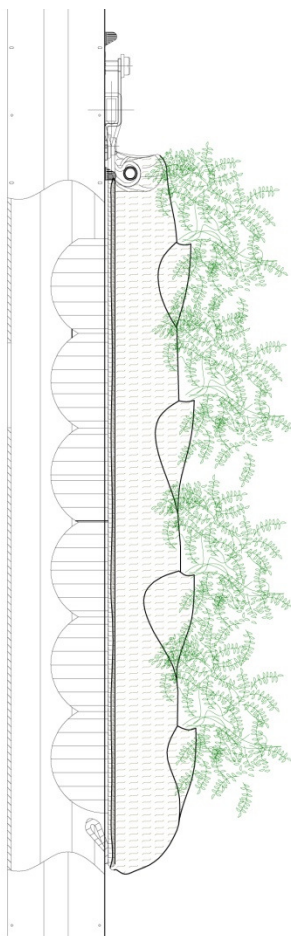


Figura 5.2-2 Vista prospettica e sezione dell'aggancio dei moduli di verde naturale.





**Figura 5.2-3 Esempio di dettaglio dell'aggancio del modulo alla sottostruttura metallica**

Si riportano alcuni esempi applicativi della parete verde.



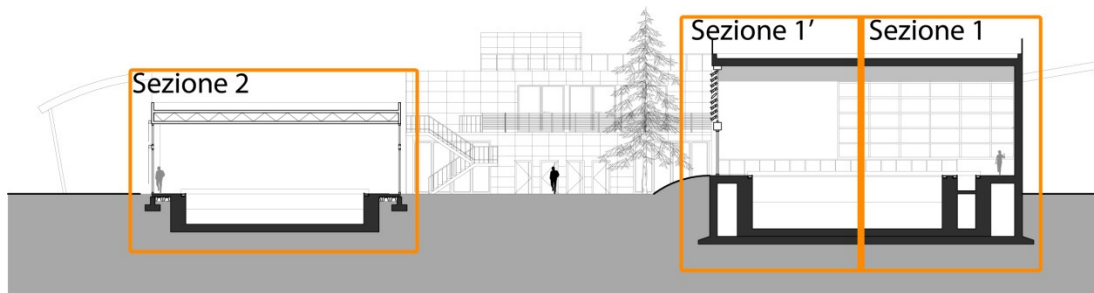
---

### 5.3 SEZIONI TECNOLOGICHE

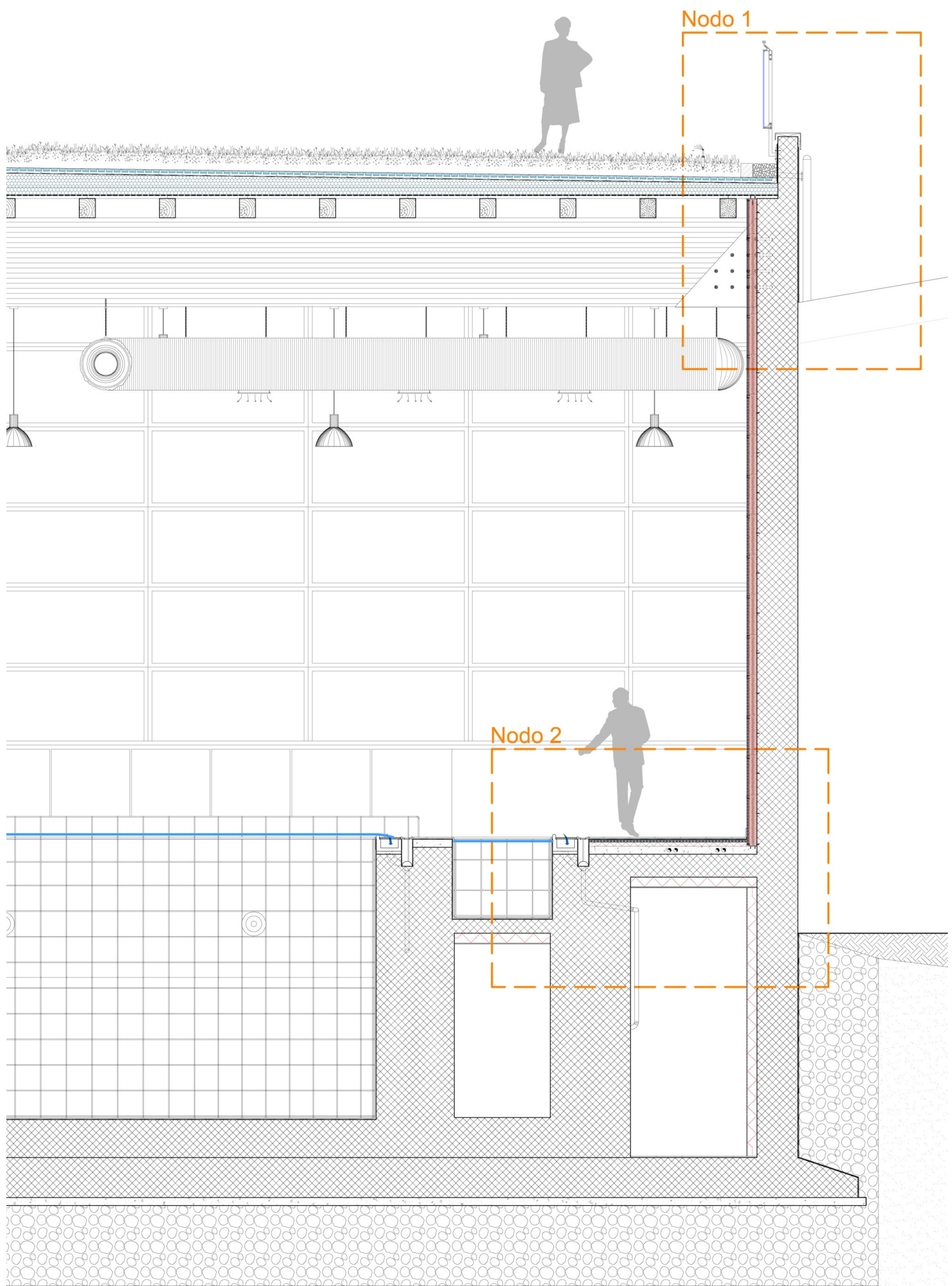
Questo paragrafo riporta la rappresentazione grafica delle sezioni con l'apposizione delle stratigrafie viste sopra e i relativi dettagli tecnologici.

Precedentemente sono già state esaminati l'involucro esistente e le sue prestazioni. Ciò ha permesso di individuare gli accorgimenti da attuare. In particolare, essendo l'edificio non isolato termicamente, sarà necessario procedere alla coibentazione, al fine di garantire un miglior comfort ambientale.

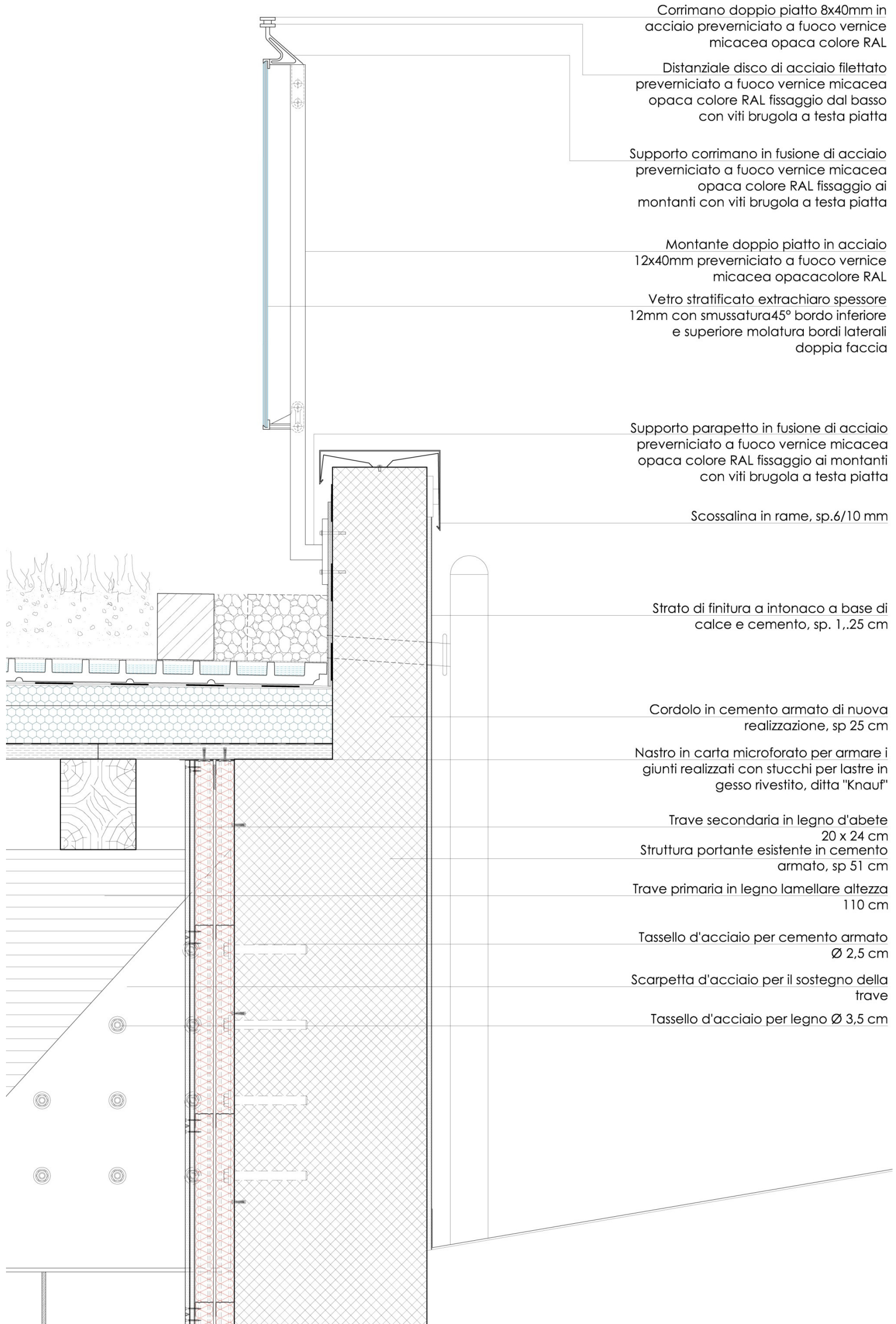
Seguono gli studi delle sezioni (si fa riferimento alla sezione D-D') in scala 1:50 e i relativi particolari costruttivi di studio, che focalizzano l'idea della modalità di intervento, in scala 1:10.



**Figura 5.3-1** Layout di riferimento per l'individuazione delle sezioni studiate di seguito.







Corrimano doppio piatto 8x40mm in acciaio preverniciato a fuoco vernice micacea opaca colore RAL

Distanziale disco di acciaio filettato preverniciato a fuoco vernice micacea opaca colore RAL fissaggio dal basso con viti brugola a testa piatta

Supporto corrimano in fusione di acciaio preverniciato a fuoco vernice micacea opaca colore RAL fissaggio ai montanti con viti brugola a testa piatta

Montante doppio piatto in acciaio 12x40mm preverniciato a fuoco vernice micacea opaca colore RAL

Vetro stratificato extrachiari spessore 12mm con smussatura 45° bordo inferiore e superiore molatura bordi laterali doppia faccia

Supporto parapetto in fusione di acciaio preverniciato a fuoco vernice micacea opaca colore RAL fissaggio ai montanti con viti brugola a testa piatta

Scossalina in rame, sp. 6/10 mm

Strato di finitura a intonaco a base di calce e cemento, sp. 1,25 cm

Cordolo in cemento armato di nuova realizzazione, sp 25 cm

Nastro in carta microforata per armare i giunti realizzati con stucchi per lastre in gesso rivestito, ditta "Knauf"

Trave secondaria in legno d'abete 20 x 24 cm

Struttura portante esistente in cemento armato, sp 51 cm

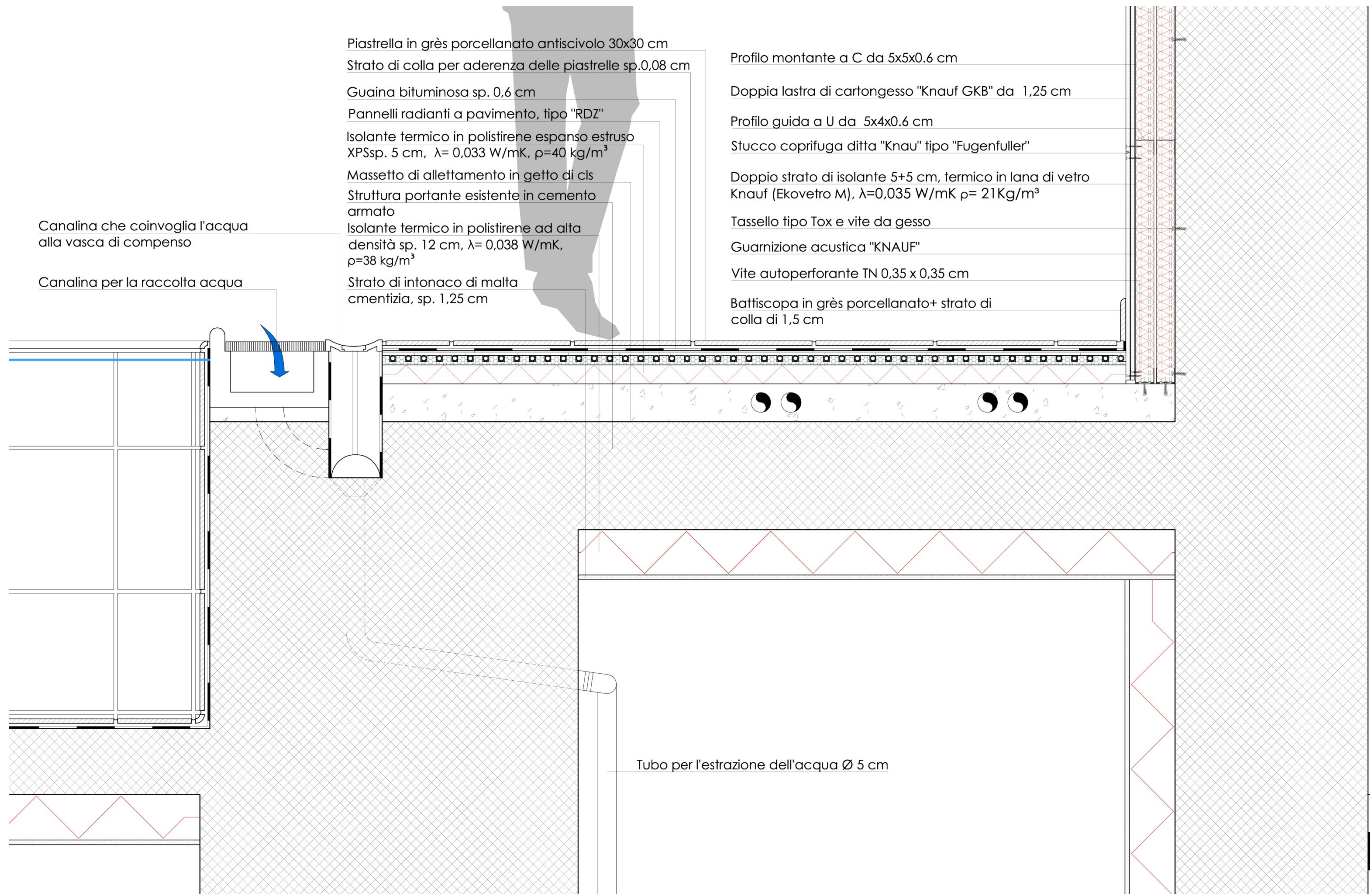
Trave primaria in legno lamellare altezza 110 cm

Tassello d'acciaio per cemento armato Ø 2,5 cm

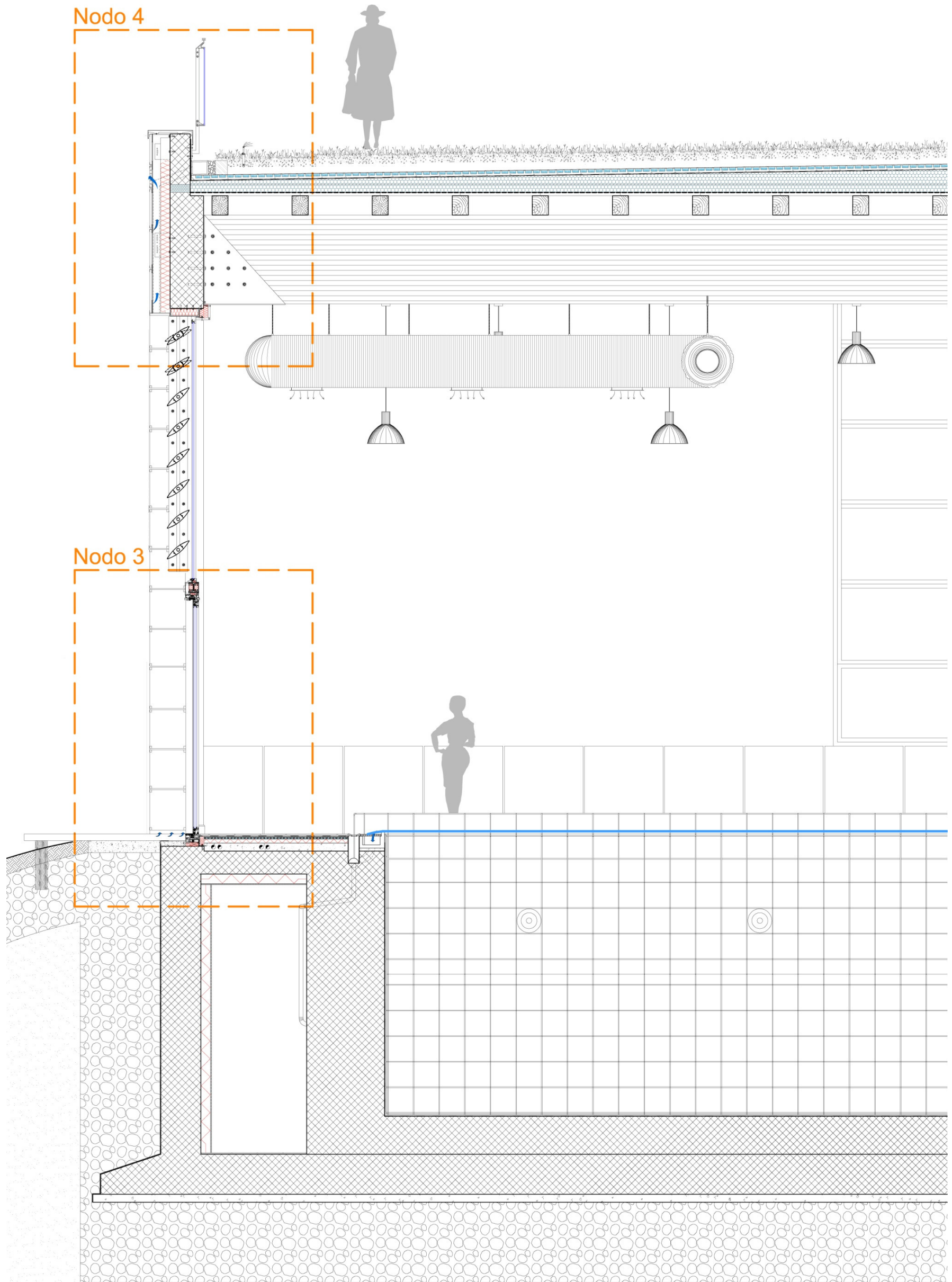
Scarpetta d'acciaio per il sostegno della trave

Tassello d'acciaio per legno Ø 3,5 cm









Profilo HEB 120 in acciaio per il sostegno dei serramenti; agganciato alla muratura con piastre in acciaio bullonate

Facciata ventilata con finitura in pietra color naturale 100x50 cm

Serramento ad ante scorrevoli con doppi vetri 0,6+1,8+0,6 cm, camera con argon,  $U_f=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , h 300 cm, ditta "SCHUCO", modello "ASS 70 Hi"

Strato drenante in ghiaia

Getto in cemento armato sp. 15 cm

Pavimentazione esterna in listelli di legno sp. 8,5 cm

Battiscopa in grès porcellanato+ strato di colla di 1,5 cm

Piastrella in grès porcellanato antiscivolo 30x30 cm

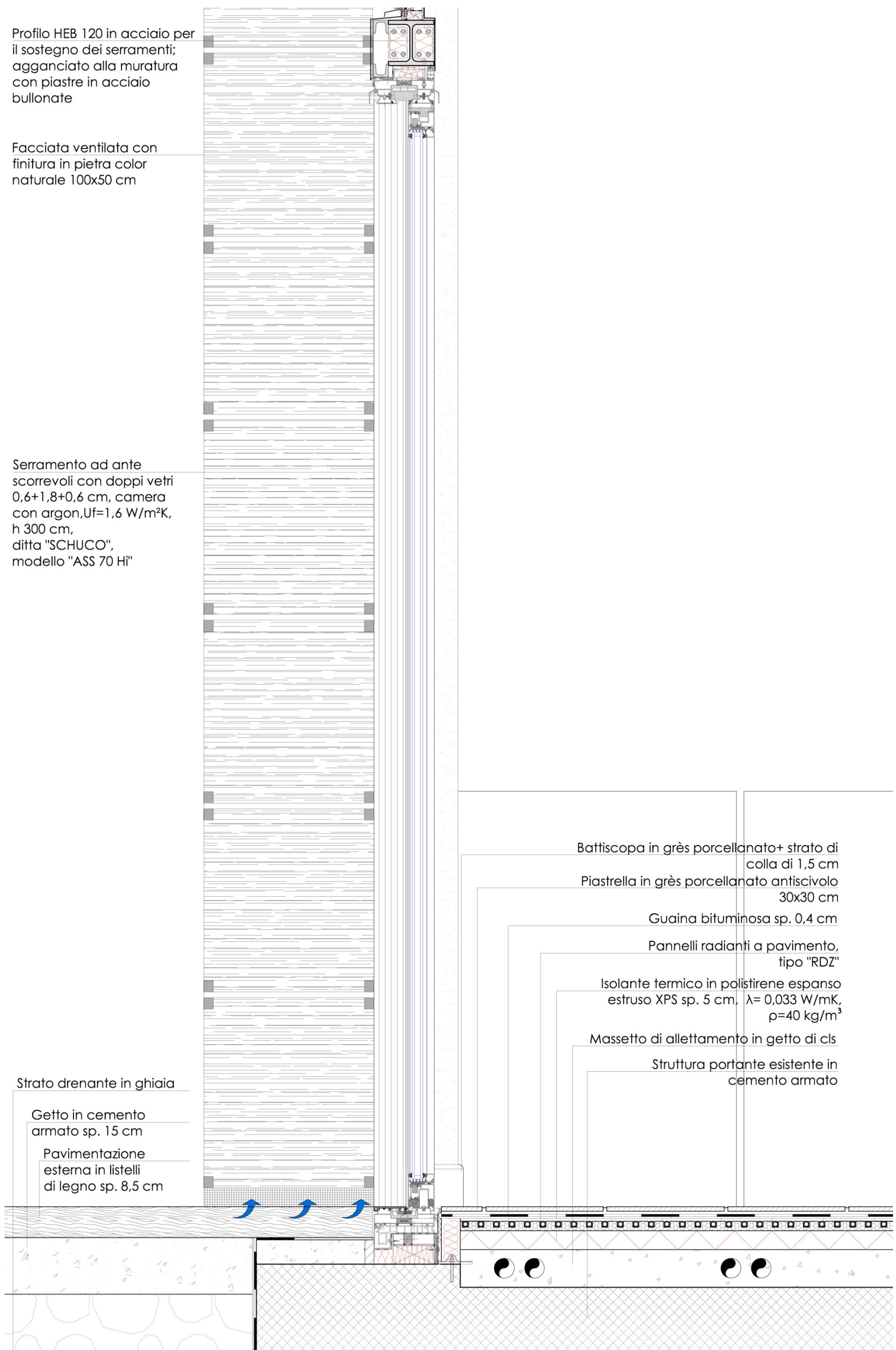
Guaina bituminosa sp. 0,4 cm

Pannelli radianti a pavimento, tipo "RDZ"

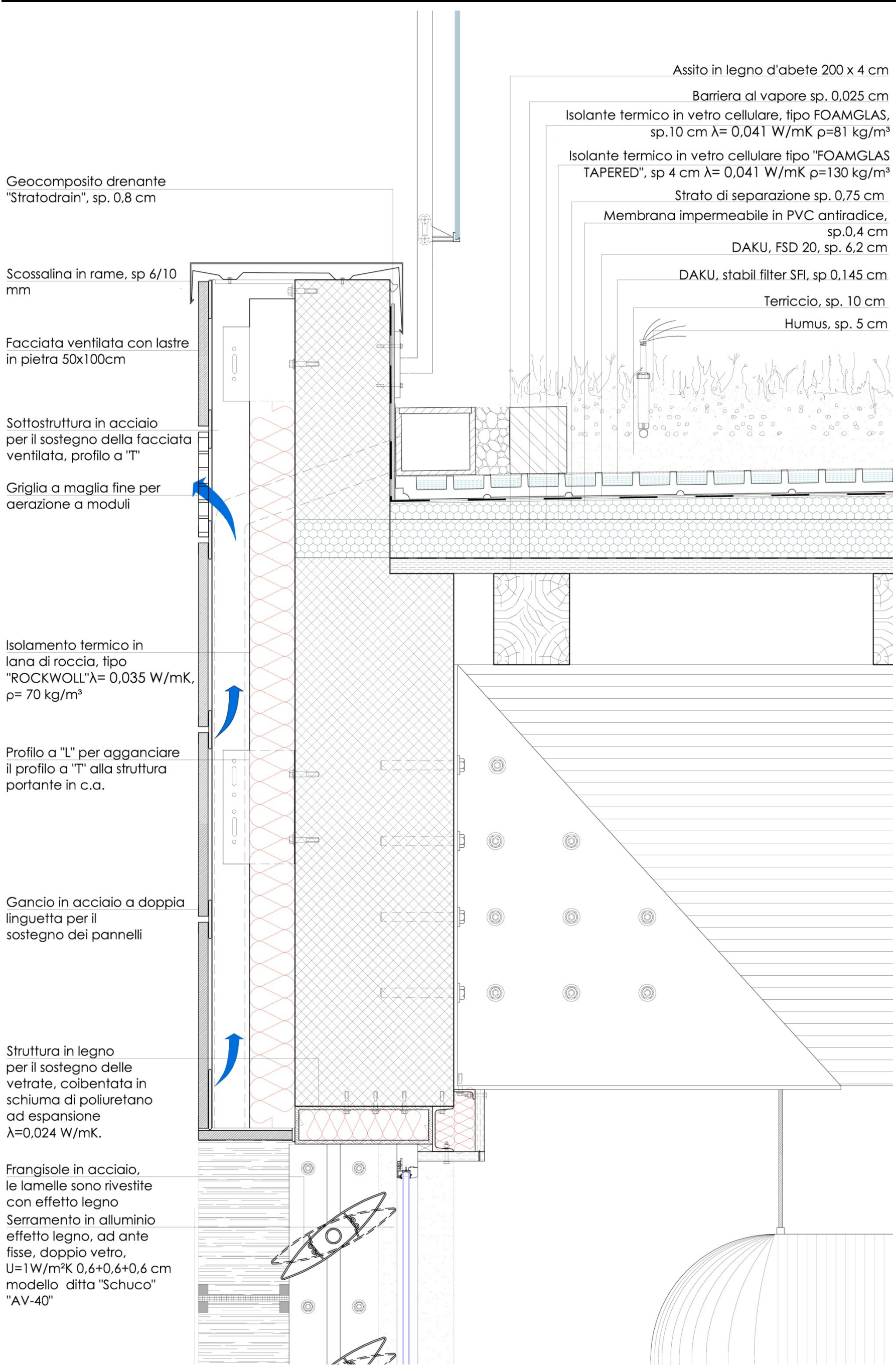
Isolante termico in polistirene espanso estruso XPS sp. 5 cm,  $\lambda=0,033 \text{ W/mK}$ ,  $\rho=40 \text{ kg/m}^3$

Massetto di allettamento in getto di cls

Struttura portante esistente in cemento armato







Geocomposito drenante "Stratodrain", sp. 0,8 cm

Scossalina in rame, sp 6/10 mm

Facciata ventilata con lastre in pietra 50x100cm

Sottostruttura in acciaio per il sostegno della facciata ventilata, profilo a "T"

Griglia a maglia fine per aerazione a moduli

Isolamento termico in lana di roccia, tipo "ROCKWOLL"  $\lambda= 0,035 \text{ W/mK}$ ,  $\rho= 70 \text{ kg/m}^3$

Profilo a "L" per agganciare il profilo a "T" alla struttura portante in c.a.

Gancio in acciaio a doppia linguetta per il sostegno dei pannelli

Struttura in legno per il sostegno delle vetrate, coibentata in schiuma di poliuretano ad espansione  $\lambda=0,024 \text{ W/mK}$ .

Frangisole in acciaio, le lamelle sono rivestite con effetto legno  
Serramento in alluminio effetto legno, ad ante fisse, doppio vetro,  $U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$  0,6+0,6+0,6 cm modello ditta "Schuco" "AV-40"

Assito in legno d'abete 200 x 4 cm

Barriera al vapore sp. 0,025 cm  
Isolante termico in vetro cellulare, tipo FOAMGLAS, sp.10 cm  $\lambda= 0,041 \text{ W/mK}$   $\rho=81 \text{ kg/m}^3$

Isolante termico in vetro cellulare tipo "FOAMGLAS TAPERED", sp 4 cm  $\lambda= 0,041 \text{ W/mK}$   $\rho=130 \text{ kg/m}^3$

Strato di separazione sp. 0,75 cm

Membrana impermeabile in PVC antiradice, sp.0,4 cm  
DAKU, FSD 20, sp. 6,2 cm

DAKU, stabil filter SFI, sp 0,145 cm

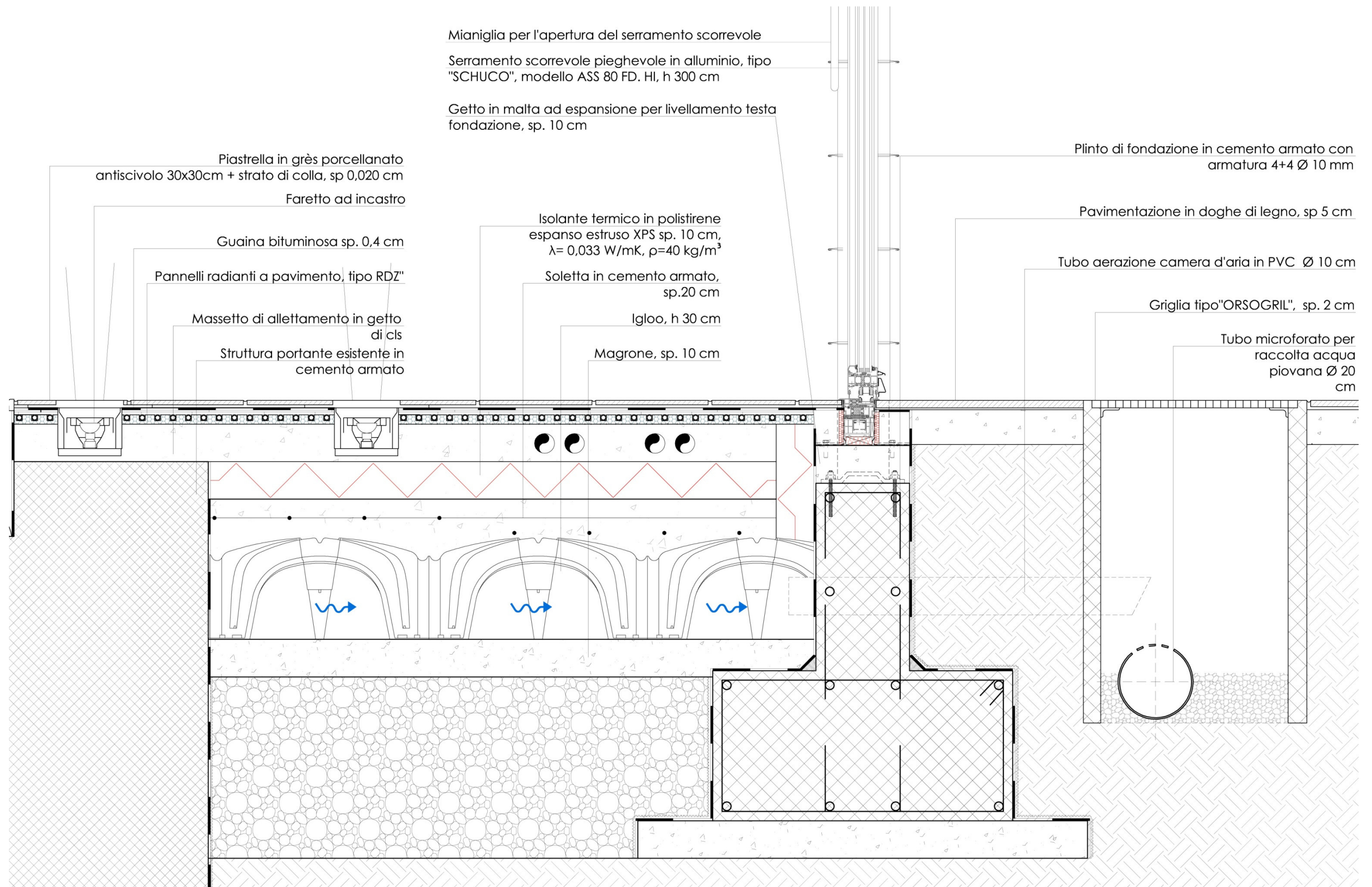
Terriccio, sp. 10 cm

Humus, sp. 5 cm

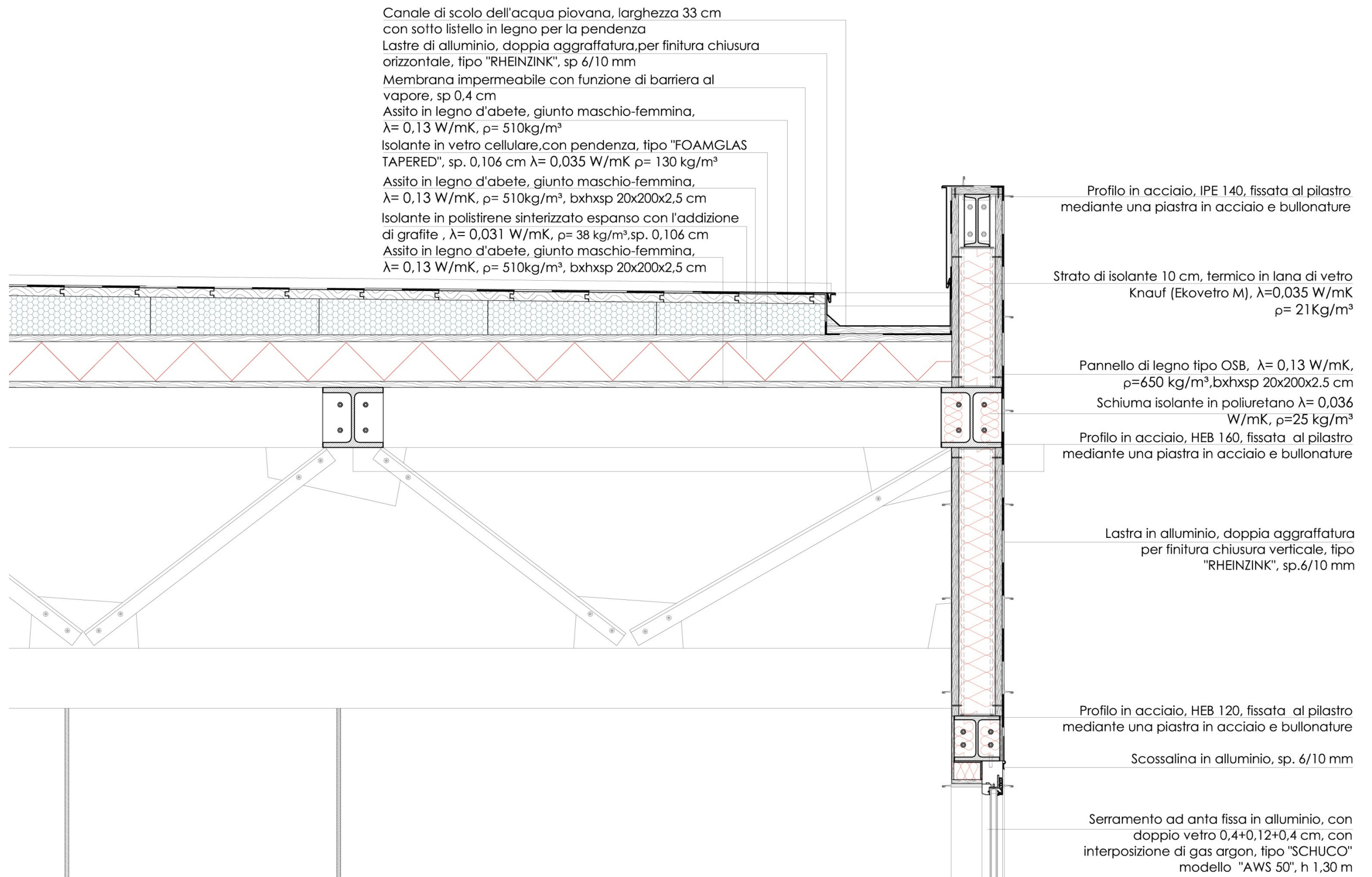












Scala 1:10  
 PARTICOLARE COSTRUTTIVO 6

---

## **CAPITOLO 6      DIMENSIONAMENTO**

### **ELEMENTI STRUTTURALI**

Questo capitolo tratta l'argomento del dimensionamento della parte strutturale della copertura della piscina esterna esistente.

#### **6.1      DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

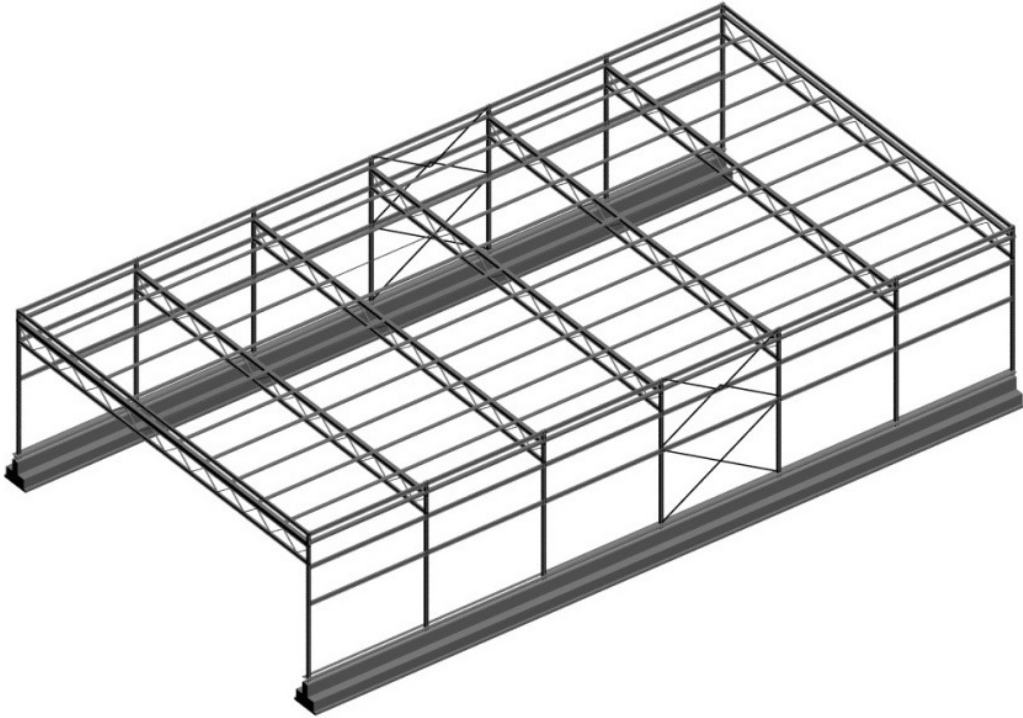
Si dimensiona la struttura portante della copertura della piscina esterna esistente, che verrà realizzata in acciaio. La pianta della copertura è di forma rettangolare, di dimensioni 30x16 m, con altezza pari a 6 m. La copertura si presenta come un tetto piano non praticabile, e poggia su un solaio contro terra esistente. I tamponamenti laterali ospitano serramenti in alluminio disposti su due fasce. Quella inferiore è destinata a serramenti scorrevoli e pieghevoli garantendo così la continuità tra interno ed esterno; mentre la fascia alta è occupata da serramenti ad anta fissa. Il primo passo del dimensionamento è definire una maglia strutturale di pilastri e travi che permettano di mantenere la forma rettangolare della piscina esistente. Si è trovato e mantenuto un unico modulo ripetibile per tutto l'edificio: tale modulo ha la caratteristica di avere una maglia di pilastri regolare con interasse pari a 5,00 m e luce di 16 metri. Successivamente si è definito l'andamento del solaio e delle travi primarie, ed una travatura secondaria avente un interasse pari a 1,49 m.

#### **6.2      NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa che concerne l'analisi dei carichi e dei sovraccarichi è il D.M. 14 Gennaio 2008, che indica le caratteristiche fisiche dei materiali e il valore dei sovraccarichi accidentali agenti. Questa normativa contiene anche le direttive necessarie al dimensionamento dei carichi della neve e dell'azione del vento. Per quanto riguarda il dimensionamento della struttura in acciaio, si è usato il Decreto Ministeriale 1996 che recepisce le indicazioni contenute nell'Eurocodice 3. Questa normativa distingue due

---

metodi di calcolo: il primo è il calcolo degli stati limite ultimo (SLU), il secondo è il calcolo degli stati limite di esercizio (SLE). Per stati limite si intendono quegli stati oltre ai quali la struttura non soddisfa i requisiti delle prestazioni di progetto.



**Figura 6.2-1** Vista tridimensionale della struttura di progetto.

---

### 6.3 ANALISI DEI CARICHI

Prima di procedere con il dimensionamento della struttura, bisogna definire il peso proprio della stratigrafia prestazionale (vedi CAPITOLO 5 Prestazioni tecnologiche edificio di recupero).

L'analisi dei carichi viene effettuata valutando i seguenti fattori:

- Carichi permanenti strutturali ( $G_1$ )
- carichi permanenti non strutturali ( $G_2$ )
- carichi variabili ( $Q$ )

#### Carichi permanenti strutturali ( $G_1$ )

Questi carichi sono una funzione del peso degli elementi strutturali; noi abbiamo scelto di utilizzare dei profilati in acciaio tipo S275 (la classe S è indicata per le carpenterie metalliche).

#### Carichi permanenti non strutturali ( $G_2$ )

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione. La composizione delle varie stratigrafie è già stata vista nel CAPITOLO 5 ' Prestazioni tecnologiche edificio di recupero'. Per le stratigrafie di finitura esterna abbiamo ottenuto un carico permanente non strutturale pari a  $0,60 \text{ kN/m}^2$ .

#### Carichi variabili ( $Q$ )

Per carichi variabili si intendono quelle azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo. Per la definizione del carico accidentale si è utilizzato quanto riportato dalla normativa (vedi sezione 6.2 ' Normativa di riferimento') e quanto indicato nella tabella sottostante.



| Cat.   | Ambienti   | $q_k$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Q_k$<br>[kN]                                  | $H_k$<br>[kN/m]      |
|--|--|-------------------------------|--|----------------------|
| A  | <b>Ambienti ad uso residenziale.</b><br>Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)   | 2.00                          | 2.00   | 1.00                 |
| B  | <b>Uffici.</b><br>Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico<br>Cat. B2 Uffici aperti al pubblico   | 2.00<br>3.00                  | 2.00<br>2.00                                   | 1.00<br>1.00         |
| C  | <b>Ambienti suscettibili di affollamento</b><br>Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole<br>Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi<br>Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune | 3.00<br>4.00<br>5.00          | 2.00<br>4.00<br>5.00                           | 1.00<br>2.00<br>3.00 |
| D  | <b>Ambienti ad uso commerciale.</b><br>Cat. D1 Negozi<br>Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...  | 4.00<br>5.00                  | 4.00<br>5.00                                   | 2.00<br>2.00         |
| E  | <b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b><br>Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri<br>Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso   | $\geq 6.00$<br>—              | 6.00<br>—                                      | 1.00*<br>—           |
| F-G  | <b>Rimesse e parcheggi.</b><br>Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN<br>Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso  | 2.50<br>—                     | 2 x 10.00<br>—                                 | 1.00**<br>—          |
| H  | <b>Coperture e sottotetti</b><br>Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione<br>Cat. H2 Coperture praticabili<br>Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso  | 0.50<br>—<br>—                | 1.20<br>secondo categoria di appartenenza<br>— | 1.00<br>—<br>—       |
| * non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati<br>** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso |  |                               |  |                      |

**Tabella 6.3-1 Valori dei carichi di esercizio, divisi per le diverse categorie di edifici (NTC 2008).**

Dato che l'elemento da dimensionare è una copertura piana accessibile solo per la manutenzione, si ottiene un sovraccarico accidentale pari a 2,06 kN/m<sup>2</sup>.

---

### Azione del vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite.

La velocità di riferimento  $v_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (Tabella 6.3-3) mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

$$\begin{aligned} v_b &= v_{b,0} && \text{per } h=0 \\ v_b &= v_{b,0} + k_a (h - h_0) && \text{per } 0 < h < 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

dove:

$v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$  sono parametri forniti nella Tabella 6.3-2 e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone definite in Figura 6.3-1

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

| Zona | Descrizione   | $v_{b,0}$ [m/s] | $a_0$ [m] | $K_a$ [1/s] |
|------|---|-----------------|-----------|-------------|
| 1    | Valle D'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)       | 25              | 1000      | 0,010       |
| 2    | Emilia Romagna  | 25              | 750       | 0,015       |
| 3    | Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) | 27              | 500       | 0,020       |
| 4    | Sicilia e Provincia di Reggio Calabria  | 28              | 500       | 0,020       |
| 5    | Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola Maddalena)   | 28              | 750       | 0,015       |
| 6    | Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola Maddalena)   | 28              | 500       | 0,020       |

|   |  |    |      |       |
|---|--|----|------|-------|
| 7 | Liguria  | 28 | 1000 | 0,015 |
| 8 | Provincia di Trieste   | 30 | 1500 | 0,010 |
| 9 | Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto. | 31 | 500  | 0,020 |

**Tabella 6.3-2 Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ;  $\alpha_0$ ;  $k_\alpha$**



**Figura 6.3-1 Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano (NTC 2008).**

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$$

dove:

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento (calcoliamo con la seguente espressione)

---

$C_e$  è il coefficiente di esposizione

$C_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento

$C_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Segue l'analisi di ogni fattore sopra citato.

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove:

$v_b$  è la velocità di riferimento del vento [in m/s]

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 [kg/m<sup>3</sup>].

Il coefficiente di esposizione ( $C_e$ ) dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

$$C_e = k_r^2 \times C_t \times \ln \frac{z}{z_0} \times (7 + C_t \times \ln \frac{z}{z_0})$$

dove:

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{min}$  sono assegnati in Tabella 6.3-3 in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione

$C_t$  è il coefficiente di topografia.



| Categoria di esposizione del sito | $k_r$ | $Z_0$ [m] | $Z_{min}$ [m] |
|-----------------------------------|-------|-----------|---------------|
| I                                 | 0,17  | 0,01      | 2             |
| II                                | 0,19  | 0,05      | 4             |
| III                               | 0,20  | 0,10      | 5             |
| IV                                | 0,22  | 0,30      | 8             |
| V                                 | 0,23  | 0,70      | 12            |

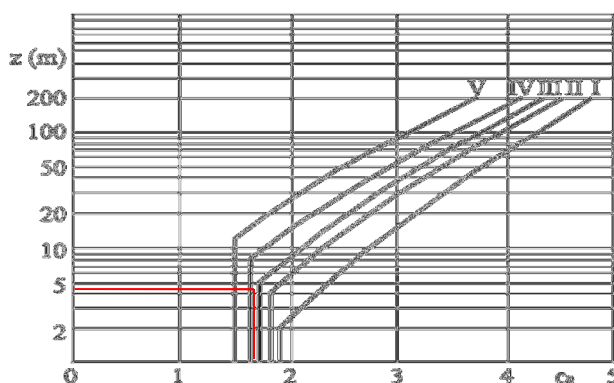
**Tabella 6.3-3 Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione.**

Il coefficiente di topografia  $C_t$  è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. In questo caso, la Tabella 6.3-4 riporta le leggi di variazione di  $C_e$  per le diverse categorie di esposizione.

| Classe di rugosità del terreno | Descrizione  |
|--------------------------------|--|
| A                              | Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m.   |
| B                              | Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschivi.  |
| C                              | Aree con ostacoli diffusivi (alberi, case muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A,B,D.                                  |
| D                              | Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi ...). |

**Tabella 6.3-4 Classi di rugosità del terreno**

| ZONE 1,2,3,4,5   |       |       |       |      |      |
|--|-------|-------|-------|------|------|
|  | costa |       |       |      |      |
|  | mare  |       |       |      |      |
|  | 2 km  | 10 km | 30 km | 500m | 750m |
| A  | --    | IV    | IV    | V    | V    |
| B  | --    | III   | III   | IV   | IV   |
| C  | --    | *     | III   | III  | IV   |
| D  | I     | II    | II    | II   | III  |
| * Categoria II in zona 1,2,3,4<br>Categoria III in zona 5  |       |       |       |      |      |
| ** Categoria III in zona 2,3,4,5<br>Categoria IV in zona 1 |       |       |       |      |      |



**Tabella 6.3-5; Tabella 6.3-6; Definizione delle categorie di esposizione; andamento del coefficiente di esposizione  $C_e$ .**

---

Dalle tabelle Tabella 6.3-5 e 6.3-9 si determina la categoria della zona, che viene considerata nel grafico assieme all'altezza dell'edificio per determinare il  $C_t$  pari a 1,6.

Il coefficiente di forma ( $C_p$ ) si ottiene in funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

La copertura della piscina presenta pareti con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, utilizziamo le seguenti formule:

$$C_{pi} = \pm C_p = C_{pe} \pm C_{pi}$$

$$C_p = C_{pe} \pm C_{pi} = 0,8$$

Dopo avere ricavato tutti i coefficienti necessari, si è potuto procedere con il calcolo della pressione del vento, che è pari a:

$$p = 0,56 \frac{kN}{m^2}$$

#### Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulla copertura viene valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_e \times C_t$$

dove:

$q_s$  è il carico della neve sulla copertura

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni [kN/m<sup>2</sup>]

$C_e$  è il coefficiente di esposizione

$C_t$  è il coefficiente termico.

---

Segeue l'analisi dei singoli coefficienti sopra citati.

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Il nostro edificio si trova in zona I – Alpina la quale ha le seguenti caratteristiche:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad h \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,39 \times \left[ 1 + \left( \frac{h}{728} \right)^2 \right] \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad h > 200 \text{ m}$$

dove:

$h$  è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio [m]

Il coefficiente di esposizione ( $C_e$ ) può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area.

| Topografia        | Descrizione   | $C_e$ |
|-------------------|---|-------|
| Battuta dai venti | Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.  | 0,9   |
| Normale           | Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi. | 1,0   |
| Riparata          | Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.               | 1,1   |

**Tabella 6.3-7 Valori di  $C_e$  per diverse classi di topografia**

Per il progetto è stata scelta una topografia di tipo normale con coefficiente di esposizione pari a 1.

Il coefficiente termico ( $C_t$ ) può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto

delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. Per il progetto il valore del coefficiente termico è pari a 1.

I coefficienti di forma per il carico neve vengono indicati con valori nominali  $\alpha$  (espressi in gradi sessagesimali) riferiti all'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

| Coefficiente di forma | $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ | $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ | $\alpha \geq 60^\circ$ |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| $\mu_i$               | 0,8                                 | $0,8 \times \frac{(60-\alpha)}{30}$  | 0,0                    |

**Tabella 6.3-8 Valori del coefficiente di forma.**

Nel nostro progetto la copertura è piana, quindi il coefficiente di forma è pari a 0,8.

Dopo aver ottenuto tutti i coefficienti necessari, si può procedere con il calcolo del carico della neve sulla copertura, ottenendo così:

$$q_s = 1,56 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

### 6.3.1 Combinazione dei carichi agli stati limite

Noti il peso della soletta e i valori dei carichi agenti si può procedere con le combinazioni di carico, come stabilito nel capitolo quattro della normativa DM 14/01/08.

In generale, ai fini delle verifiche degli stati limite è necessario fare riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$



- 
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

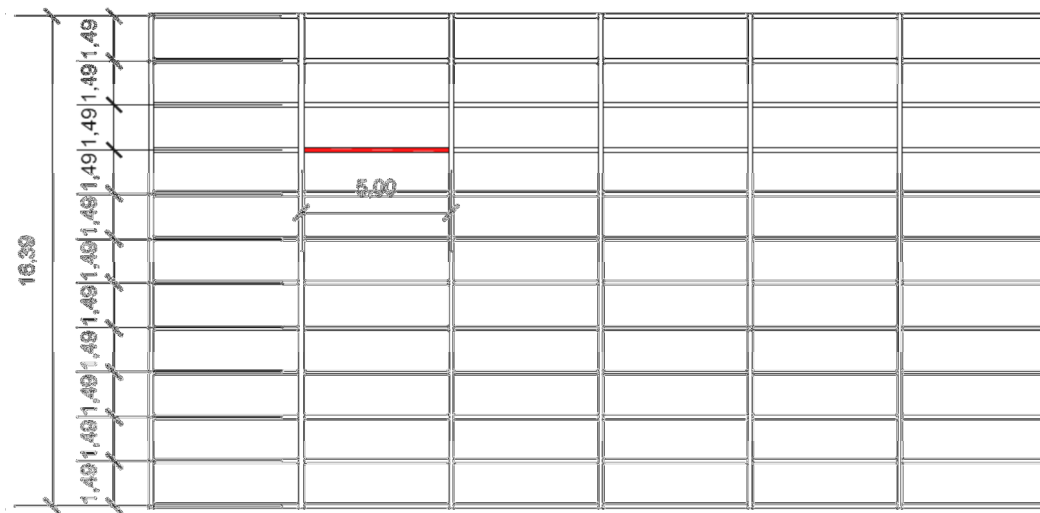
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

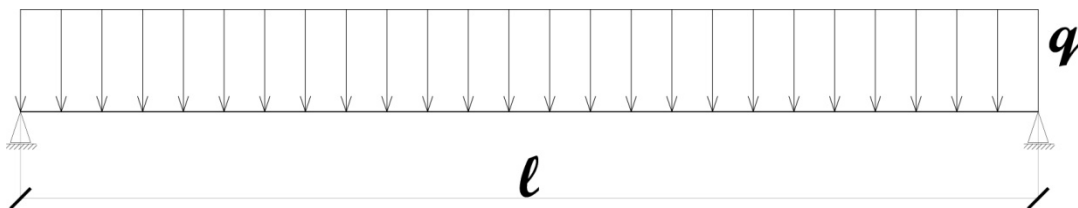
Attraverso tali combinazioni si procede con il predimensionamento delle travi secondarie e primarie ricorrendo all'utilizzo di profilari (IPE, HEA, HEB, HEM). In particolare, in base alla combinazione fondamentale e ai carichi gravanti sulle travi, si procede al calcolo della freccia massima come da normativa NTC 2008 (vedi paragrafo 6.2). Successivamente, calcolata l'inerzia richiesta, si può individuare la sezione della trave consultando il profilario (affinché la trave scelta sia idonea al carico previsto, la freccia ottenuta utilizzando l'inerzia reale non deve superare quella calcolata seguendo la normativa).

## 6.4 DIMENSIONAMENTO TRAVE SECONDARIA



**Figura 6.4-1** Pianta di copertura, individuazione trave di calcolo.

Prima di procedere con il predimensionamento bisogna determinare i carichi agenti sulle travi secondarie e poi l'interasse delle stesse, che risulta pari a 1,49 m. La lunghezza della trave secondaria, che dipende dall'interasse tra le travi primarie, è di 5 m. Per il calcolo di questi elementi si fa uso del seguente schema statico (la situazione appoggio-appoggio con carico uniformemente distribuito).



**Figura 6.4-2** Schema trave secondaria appoggio – appoggio.

In particolare, si procede col calcolo prima allo Stato Limite di Esercizio (SLE) e poi allo Stato Limite Ultimo (SLU).

Il calcolo allo SLE verifica che la deformabilità dell'elemento non danneggi gli elementi portanti o possa essere problematica per la vivibilità della struttura.

---

L'edificio di progetto è soggetto ad affollamento, quindi si deve verificare che la freccia massima in mezzeria non superi il valore  $f = \frac{1}{250}$ .

Utilizzando la teoria della linea elastica si ottiene che:

$$f = \frac{5}{384} \frac{Q_{d\ SLE} l^4}{E J}$$

Essendo:

$$Q_{d\ SLE} = \gamma_q q k i$$

dove  $Q_{d\ SLE}$  è il sovraccarico calcolato con i coefficienti agli SLE, si ottiene:

$$f = \frac{5}{384} \frac{Q_{d\ SLE} l^4}{E J} \cong 1,40 \text{ cm} \leq \frac{1}{250} \cong 2,00 \text{ cm}$$

In generale comunque è opportuno inserire delle contro frecce ai carichi permanenti (ove possibile) per limitare ulteriormente le deformazioni, dove la freccia massima in mezzeria non superi il valore di  $f' = \frac{1}{200}$

$$f' = \frac{5}{384} \frac{Q'_{d\ SLE} l^4}{E J}$$

Essendo:

$$Q'_{d\ SLE} = \gamma_g (g_k i + Q_{pp\ trave})$$

dove  $Q'_{d\ SLE}$  è il carico permanente calcolato con i coefficienti agli SLE

$$f' = \frac{5}{384} \frac{Q'_{d\ SLE} l^4}{E J} \cong 0,44 \text{ cm} \leq \frac{1}{200} \cong 2,50 \text{ cm}$$

Da questi calcoli si sono ottenuti i valori delle inerzie (J), e di conseguenza si sceglie la più critica, pari a 1749,56 cm<sup>4</sup> che corrisponde al profilo HEB 160.

---

Si procede con il calcolo agli SLU. Data la semplicità dello schema (vedi Figura 6.4-2) la verifica sarà data dal calcolo del momento critico, che utilizza il profilo più gravoso scelto allo SLE, secondo la seguente formula:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{M0}}$$

dove:

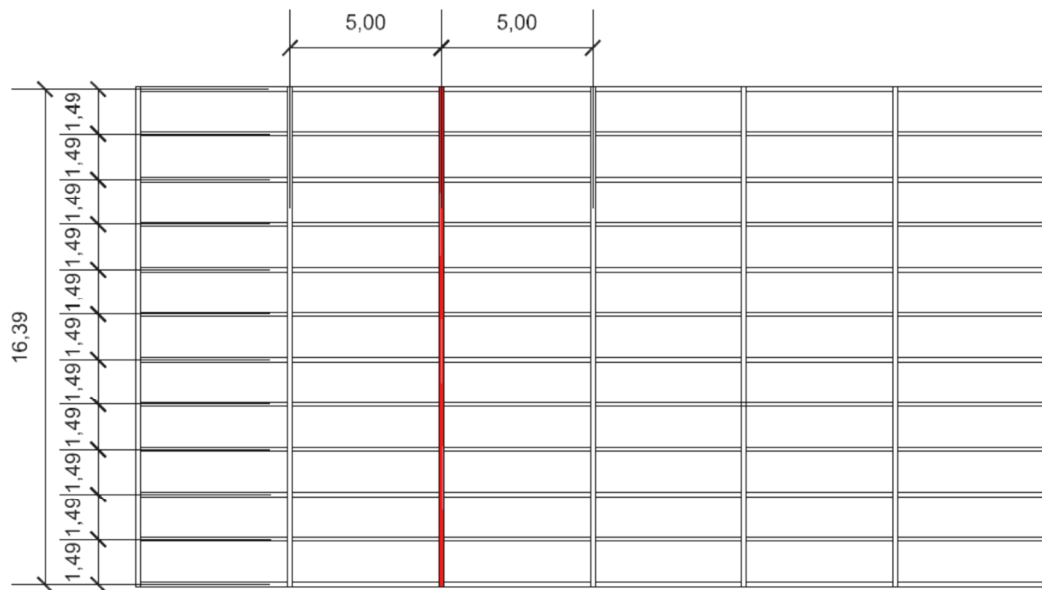
$R_k$  è il valore caratteristico della resistenza – trazione, compressione, flessione, taglio e torsione – della membratura, determinata dai valori caratteristici delle resistenze dei materiali  $f_{yk}$  e dalle caratteristiche geometriche degli elementi strutturali, dipendenti dalla classe della sezione, che nel nostro progetto è pari a 275;

$\gamma_{M0}$  è il fattore parziale globale relativo al modello di resistenza adottato, pari a 1,05.

Ogni trave secondaria scarica alla SLE una forza pari a 10,97 kN sulla trave principale e di conseguenza si verifica il profilo HEB 160.

## **6.5 TRAVE PRIMARIA**

Dopo aver dimensionato le travi secondarie e determinato le reazioni vincolari, ovvero la forza che queste scaricano sulla trave primaria, si può procedere con il dimensionamento di quest'ultima.



**Figura 6.5-1 Pianta di copertura, individuazione trave di calcolo**

Le travi primarie di progetto devono avere una lunghezza di 16,38 m. Ciò è dettato dalla morfologia della copertura e dalla necessità di avere un'unica campata. Inoltre, per poter coprire una luce così ampia con travi semplici sarebbe necessario utilizzare delle travi con altezze importanti e di notevole peso, sia fisico che visivo. Pertanto la scelta di progetto è caduta su travi di tipo reticolare, che consentono di avere una struttura più snella.

Le travi reticolari sono caratterizzate da due travi principali e da diversi elementi secondari che le collegano (bielle). Per il dimensionamento delle travi si è utilizzato la seguente formula:

$$J_{tot} = J_1 + J_2 + A_1 \left(\frac{h}{2}\right)^2 + A_2 \left(\frac{h}{2}\right)^2$$

dove:

$J_1$  e  $J_2$  sono rispettivamente l'inerzia della trave superiore e della trave inferiore [cm<sup>4</sup>].

$A_1$  e  $A_2$  le rispettive aree delle sezioni delle travi [cm<sup>2</sup>]

$h$  è l'altezza della trave reticolare [cm].

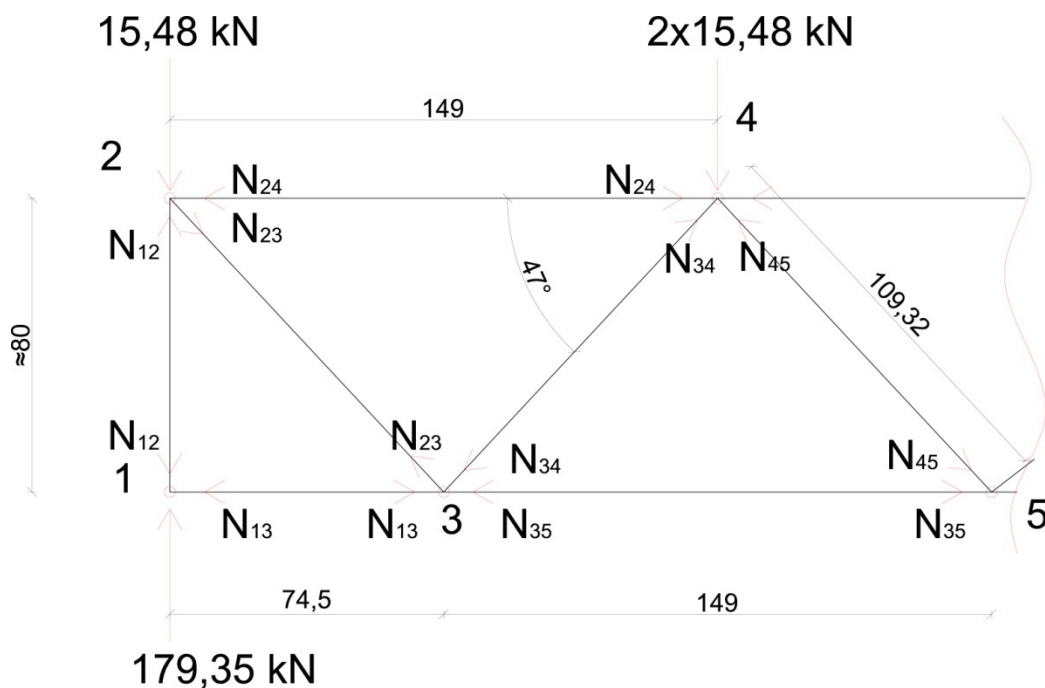


Per il dimensionamento delle travi si sceglie la sezione principale di due putrelle tipo HEB 160. Come indicato nella Figura 6.5-1, si dimensionano le travi centrali in quanto più caricate e sollecitate rispetto quelle di bordo, e queste sezioni vengono utilizzate per tutte le travi.

Ricorrendo all'utilizzo del metodo di Mohr allo SLE, il momento di inerzia  $J$  risulta pari a 24227,61 kNm<sup>3</sup>. Dalla formula sopra indicata, l'altezza della trave risulta essere pari a

$$h = \sqrt{\frac{J_{tot} - J_1 - J_2}{A_1 + A_2}} = 80 \text{ cm}$$

Per il dimensionamento delle aste interne della trave reticolare, si procede con lo studio dell'equilibrio al nodo utilizzando i carichi allo SLU. In questo modo si verificano anche che le due travi principali sopportino la forza assiale lungo la loro dimensione principale data dalla reticolare.



**Figura 6.5-2** Schema equilibrio al nodo.

Nota la geometria, utilizzando la statica e la trigonometria si ricavano i valori delle azioni assiali nei rispettivi elementi. La verifica di questi elementi

---

richiede l'uso dei criteri per la stabilità delle aste compresse. Si sceglie quindi l'asta più sollecitata e di conseguenza si verifica il profilo scelto utilizzando le seguenti formule:

#### Aste tese

$$\frac{N_{ed}}{N_{t,rd}} \leq 1$$

dove  $N_{t,rd}$  è il minore tra

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A f_{yk}}{\gamma_{M2}}$$

#### Aste compresse

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,rd}} \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$\chi = \frac{1}{\sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

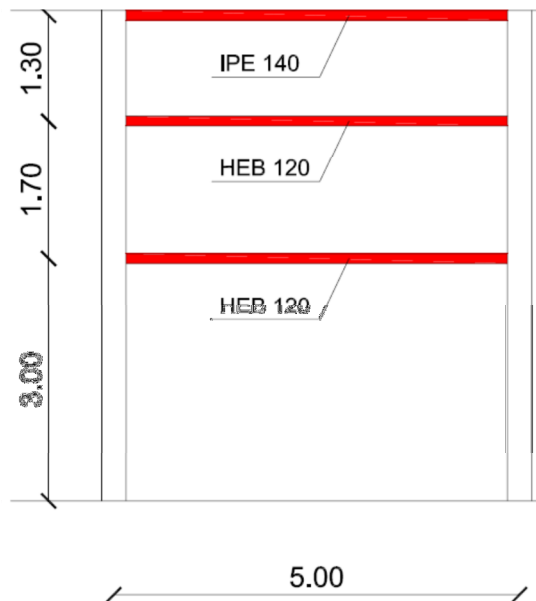
$$\Phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}}$$

Gli elementi interni della reticolare sono verificati con un profilo a "L" di 60 mm per lato e 10 mm di spessore.

---

## 6.6 DIMENSIONAMENTO TRAVE DI FACCIATA



**Figura 6.6-1 Individuazione travi di facciata.**

Le travi di facciata si appoggiano direttamente ai pilastri per sostenere e agganciare il peso della facciata. Il dimensionamento di queste travi si è svolto analogamente a quello delle travi secondarie di copertura. Si utilizza ancora, come schema di calcolo, la trave in condizioni di appoggio-appoggio. Si ottengono così due travi HEB 120 e una IPE 140. Le prime due servono a sorreggere le vetrate e il rivestimento superiore della parete; quella posta in sommità serve per poter prolungare la facciata oltre il piano di copertura.

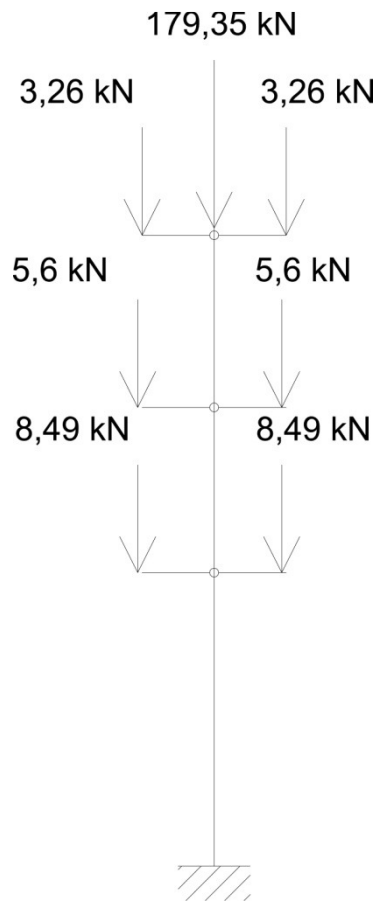
In questo si definiscono i carichi che le tre travi scaricano direttamente sul pilastro. Tali carichi valgono rispettivamente, partendo da quella inferiore, 8,49 kN, 5,60 kN e 3,26 kN (valori valutati allo SLU).

## 6.7 DIMENSIONAMENTO DEI PILASTRI

Il pilastro è quell'elemento strutturale che consente di trasferire i carichi della copertura e della facciata alla fondazione.

---

Per il dimensionamento vengono utilizzate le formule relative alle aste compresse. Uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento di questi elementi è la snellezza. Lo schema di calcolo è il seguente:



**Figura 6.7-1 Schema dei carichi agenti sul pilastro.**

Il dimensionamento del pilastro fa riferimento alla NTC 2008. L'azione assiale di calcolo  $N_{Ed}$  deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

dove:

$N_{Ed}$  è l'azione assiale a cui è soggetta la trave

$N_{b,Rd}$  è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa.

Per le sezioni di classe 1, 2, 3 si usa la seguente formula per  $N_{b,Rd}$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

|   |                      |
|---|----------------------|
| Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4  | $\gamma_{M0} = 1,05$ |
| Resistenza all'instabilità delle membrature                                       | $\gamma_{M1} = 1,05$ |
| Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari        | $\gamma_{M1} = 1,10$ |
| Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori) | $\gamma_{M2} = 1,25$ |

### 6.7-1 Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità (NTC 2008)

Per il progetto si considera  $\gamma_{M1} = 1,05$

I coefficienti  $\chi$  dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionale  $\lambda$ , dalla seguente formula:

$$\chi = \frac{1}{\sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

dove

$$\Phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\alpha$  è il fattore di imperfezione ricavato dalla Figura 6.7-2, e la snellezza adimensionale  $\lambda$  è pari a:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}}$$

si intende, sempre, per le sezioni di classe 1,2 e 3.



| Sezione trasversale              |       | Limiti                                 | Inflessione intorno all'asse   | Curva di instabilità   |       |
|----------------------------------|-------|--|--|------------------------|-------|
|                                  |       |  |  | S235, S275, S355, S420 | S460  |
| Sezioni laminate                 |       | $h/b > 1,2$                            | $t_f \leq 40$ mm<br>y-y<br>z-z   | a                      | $a_0$ |
|                                  |       |  |  | b                      | $a_0$ |
|                                  |       | $h/b \leq 1,2$                         | $40$ mm $< t_f \leq 100$ mm<br>y-y<br>z-z                                      | b                      | a     |
|                                  |       |  |  | c                      | a     |
| Sezioni ad I saldate             |       | $t_f \leq 40$ mm<br>y-y<br>z-z         | b  | b                      |       |
|                                  |       |  | c  | c                      |       |
| Sezioni cave                     |       | Sezione formata "a caldo"<br>qualunque | a  | $a_0$                  |       |
|                                  |       |  | Sezione formata "a freddo"<br>qualunque  | c                      | c     |
| Sezioni scatolari saldate        |       | In generale<br>qualunque               | b  | b                      |       |
|                                  |       |  | saldature "spesse": $a > 0,5t_f$ ;<br>$b/t_f < 30$ ; $h/t_w < 30$<br>qualunque | c                      | c     |
| Sezioni piene, ad U e T          |       | qualunque                              | c  | c                      |       |
| Sezioni ad L                     |       | qualunque                              | b  | b                      |       |
| Curva di instabilità             | $a_0$ | a                                      | b  | c                      | d     |
| Fattore di imperfezione $\alpha$ | 0,13  | 0,21                                   | 0,34   | 0,49                   | 0,76  |

Figura 6.7-2 Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi (NTC 2008).

Dai calcoli effettuati si ottiene:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \cong 0,048 \leq 1$$

La verifica dell'NTC 2008 è stata preceduta da un predimensionamento mediante la CNR secondo i seguenti passaggi:

imposizione di  $\omega = 4,75$

calcolo dell'area necessaria  $A = \frac{N_{\omega}}{f_d}$

ricerca del profilo che approssima (per eccesso) l'area trovata consultando un profilario (vedi Figura 6.7-3) che fornisce il valore del raggio giratore d'inerzia

calcolo della snellezza mediante  $\lambda = \frac{l}{\rho_{min}}$

verifica della sezione per i dati effettivi  $\sigma = \frac{N_{\omega}}{A}$ .

Infine si procede con la verifica del valore ricavato della  $\sigma$  che deve risultare minore di  $f_d$ :

$$\sigma = \frac{N_{\omega}}{A} = 23,89 \leq 27,5$$

| $\lambda$ | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | $\lambda$ |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| 0         | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0         |
| 10        | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 10        |
| 20        | 1,01 | 1,01 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,05 | 1,06 | 20        |
| 30        | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,08 | 1,09 | 1,10 | 1,10 | 1,11 | 1,12 | 1,12 | 30        |
| 40        | 1,13 | 1,14 | 1,15 | 1,16 | 1,16 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,21 | 40        |
| 50        | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,28 | 1,29 | 1,30 | 1,32 | 50        |
| 60        | 1,33 | 1,34 | 1,35 | 1,36 | 1,38 | 1,39 | 1,40 | 1,42 | 1,43 | 1,45 | 60        |
| 70        | 1,46 | 1,48 | 1,49 | 1,51 | 1,52 | 1,54 | 1,56 | 1,57 | 1,59 | 1,60 | 70        |
| 80        | 1,62 | 1,64 | 1,66 | 1,67 | 1,69 | 1,71 | 1,73 | 1,75 | 1,77 | 1,79 | 80        |
| 90        | 1,81 | 1,83 | 1,84 | 1,86 | 1,88 | 1,90 | 1,92 | 1,95 | 1,97 | 1,99 | 90        |
| 100       | 2,01 | 2,03 | 2,05 | 2,08 | 2,10 | 2,12 | 2,15 | 2,17 | 2,19 | 2,22 | 100       |
| 110       | 2,24 | 2,27 | 2,29 | 2,32 | 2,35 | 2,37 | 2,40 | 2,43 | 2,45 | 2,48 | 110       |
| 120       | 2,51 | 2,54 | 2,56 | 2,59 | 2,62 | 2,65 | 2,68 | 2,71 | 2,74 | 2,77 | 120       |
| 130       | 2,80 | 2,83 | 2,86 | 2,89 | 2,92 | 2,96 | 2,99 | 3,02 | 3,05 | 3,08 | 130       |
| 140       | 3,11 | 3,15 | 3,18 | 3,21 | 3,25 | 3,28 | 3,32 | 3,35 | 3,39 | 3,42 | 140       |
| 150       | 3,46 | 3,50 | 3,54 | 3,58 | 3,62 | 3,65 | 3,69 | 3,73 | 3,77 | 3,81 | 150       |
| 160       | 3,85 | 3,89 | 3,95 | 3,98 | 4,02 | 4,06 | 4,10 | 4,14 | 4,18 | 4,22 | 160       |
| 170       | 4,28 | 4,30 | 4,35 | 4,39 | 4,43 | 4,47 | 4,52 | 4,56 | 4,60 | 4,64 | 170       |
| 180       | 4,69 | 4,73 | 4,77 | 4,82 | 4,86 | 4,90 | 4,95 | 4,99 | 5,04 | 5,08 | 180       |
| 190       | 5,13 | 5,17 | 5,22 | 5,26 | 5,31 | 5,36 | 5,40 | 5,44 | 5,49 | 5,54 | 190       |
| 200       | 5,60 | 5,65 | 5,70 | 5,75 | 5,80 | 5,85 | 5,91 | 5,96 | 6,01 | 6,06 | 200       |
| 210       | 6,11 | 6,16 | 6,21 | 6,27 | 6,32 | 6,35 | 6,43 | 6,49 | 6,54 | 6,60 | 210       |
| 220       | 6,65 | 6,71 | 6,76 | 6,81 | 6,87 | 6,93 | 6,98 | 7,04 | 7,09 | 7,14 | 220       |
| 230       | 7,20 | 7,25 | 7,30 | 7,36 | 7,41 | 7,47 | 7,53 | 7,59 | 7,65 | 7,70 | 230       |
| 240       | 7,75 | 7,81 | 7,89 | 7,96 | 8,02 | 8,07 | 8,12 | 8,17 | 8,23 | 8,30 | 240       |
| 250       | 8,36 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 250       |

Figura 6.7-3 Coefficienti per il calcolo della  $\omega$ .

La verifica di questo elemento richiede le formule della presso flessione, di seguito riportate, in quanto questo elemento non deve solamente sorreggere la copertura ma deve anche contrastare le forze orizzontali

---

date dal vento e trasferite dalla facciata alle travi primarie di copertura fino ai pilastri.

$$\frac{M_{ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_{yk}}{\gamma_{m0}}$$

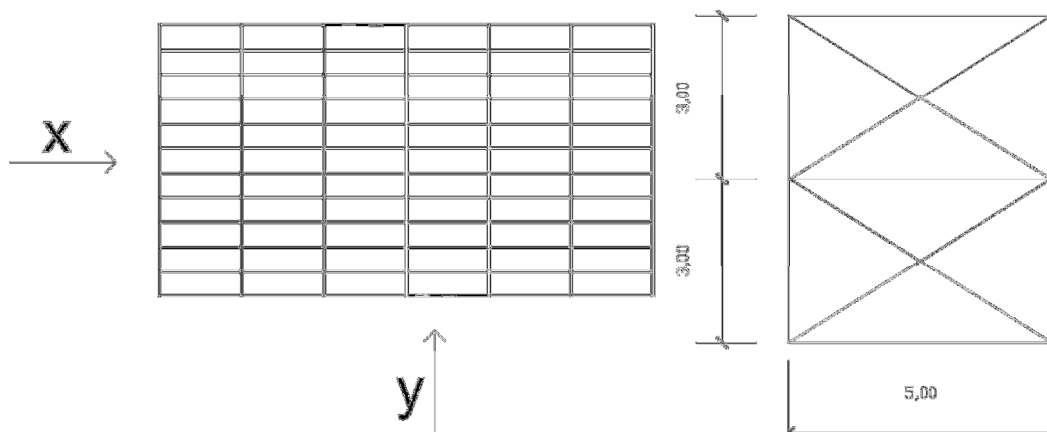
Dove:

$M_{ed}$  è il momento alla base del pilastro, dato dalla forza orizzontale (vento) alla sommità

$M_{c,Rd}$  è il momento critico di resistenza, dato dal modulo resistente calcolato eliminando le parti della sezione inattive a causa dei fenomeni di instabilità locali, moltiplicato per il valore caratteristico dell'acciaio da noi scelto, e diviso per il coefficiente di resistenza all'instabilità delle membrature.

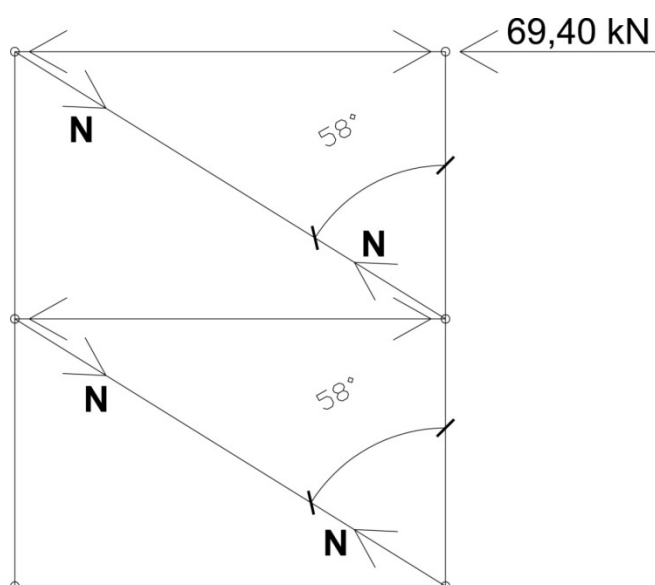
## 6.8 IL CONTROVENTO

Il controvento è quell'elemento che contrasta la forza orizzontale esterna data dal vento. Il progetto utilizza le travi principali della copertura come contrasto alla forza applicata lungo il lato maggiore della copertura (y), mentre per la forza che agisce sul lato minore (x) si utilizzano tiranti disposti fra i pilastri.



**Figura 6.8-1 individuazione e schema del controvento**

Per il dimensionamento dei tiranti si utilizza il seguente schema, per mezzo del quale viene dimensionata l'asta sottoposta a trazione.



**Figura 6.8-2 Schema per il dimensionamento del controvento.**

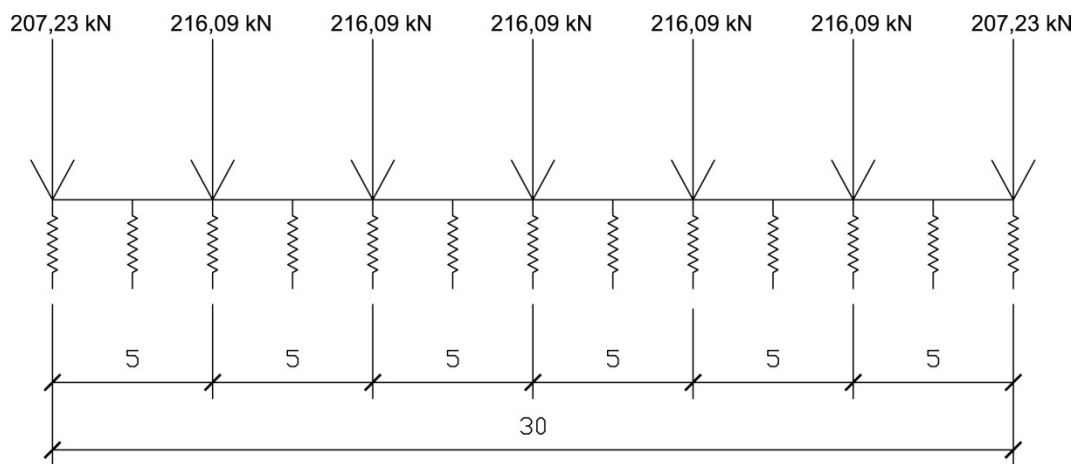
Si ipotizza che la forza orizzontale che agisce sull'edificio sia pari al 5% del peso dell'intero edificio. Dato che verranno disposti i controventi sui due lati, questo valore verrà diviso equamente per i due controventi. Si utilizzano qui le formule già viste sopra per il dimensionamento delle aste interne della reticolare (bielle). Il controvento sarà costituito da barre in acciaio con diametro 20 mm (la scelta di questo profilo è dettata dal

---

fatto che questi elementi si possono mettere in tensione grazie a dei tenditori).

## 6.9 TRAVE DI FONDAZIONE

La fondazione scelta per il progetto è una trave rovescia. Questa trave consente di collegare tutti i pilastri e di distribuire al meglio al terreno i carichi della copertura. La trave poggia su un terreno di medie caratteristiche avente un  $\sigma_t$  pari a  $0,84 \text{ N/mm}^2$  e sarà armata come da normativa.



**Figura 6.9-1 Individuazione delle forze agenti sulla trave di fondazione.**

Lo schema sopra indica i carichi concentrati che la trave riceve dai pilastri. Viene utilizzato lo schema di trave elastica su suolo elastico, e si dimensiona il momento massimo in campata e in corrispondenza dei pilastri.

Per il calcolo dei momenti sono state utilizzate le seguenti formule:

Momento in campata:  $M_c = 0,1q + L^2$

Momento agli appoggi:  $M_a = -0,1q \left[ \left( \frac{L_1 + L_2}{2} \right) \right]^2$

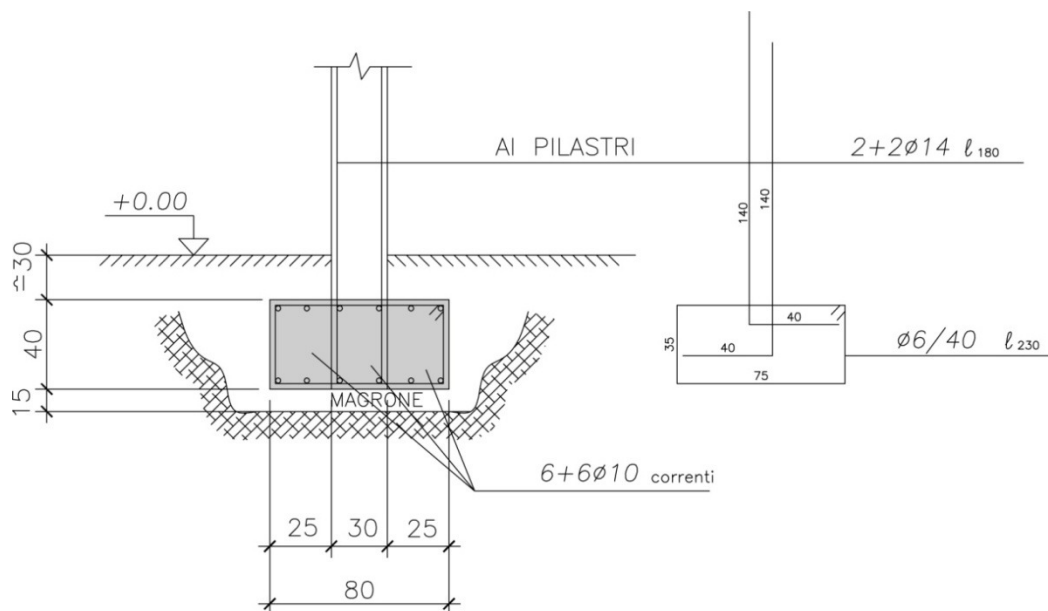


Si ottiene il seguente grafico:



**Figura 6.9-2 Grafico del momento trave di fondazione.**

L'armatura sarà costituita da numero 4+4 barre d'acciaio  $\Phi 10$  correnti, da numero 2+2  $\Phi 10$  piegati sotto ogni pilastro di lunghezza rispettivamente di 200 e 300 cm, e da numero 3 barre piegate resistenti al taglio di lunghezza 100 cm. Inoltre la trave rovescia verrà armata al taglio con delle staffe  $\Phi 8$  con lunghezza pari a 230 cm e disposte con passo di 30 cm. La trave presenta anche una parte superiore che sarà armata con 2+2  $\Phi 10$  correnti e staffe  $\Phi 8/30$ . Il passo delle staffe è dettato dalla normativa, la quale impone che non devono esserci meno di 3 staffe al metro, e che comunque il passo non sia superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.



**Figura 6.9-3 Sezione trave di fondazione con armatura .**

---

## 6.10 UNIONE BULLONATA

Per le unioni bullonate, sono state svolte tutte le verifiche contemplate nelle NTC 2008. In particolare sono state svolte le analisi di alcune unioni significative tra bulloni e saldature.

Le sollecitazioni agenti nei collegamenti derivano dai calcoli precedentemente effettuati e valutati agli stati limite.

Si è fatto riferimento a unioni *non precaricate* per il calcolo della resistenza a taglio dei bulloni, e per le verifiche a *rifollamento* delle piastre si è ricorso ai seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

| Resistenza dei bulloni  |                       |
|---|-----------------------|
| Resistenza dei chiodi   |                       |
| Resistenza delle connessioni a perno                                    | $\gamma_{M2}=1.25$    |
| Resistenza delle saldature a parziale penetrazione e a cordone d'angolo |                       |
| Resistenza dei piatti a contatto  |                       |
| Resistenza a scorrimento  |                       |
| Per SLU   | $\gamma_{M3}=1.25$    |
| Per SLE   | $\gamma_{M3}=1.25$    |
| Resistenza delle connessioni a perno allo stato limite di esercizio     | $\gamma_{M6,ser}=1.0$ |
| Precarico di bulloni ad alta resistenza                                 | $\gamma_{M7}=1.1$     |

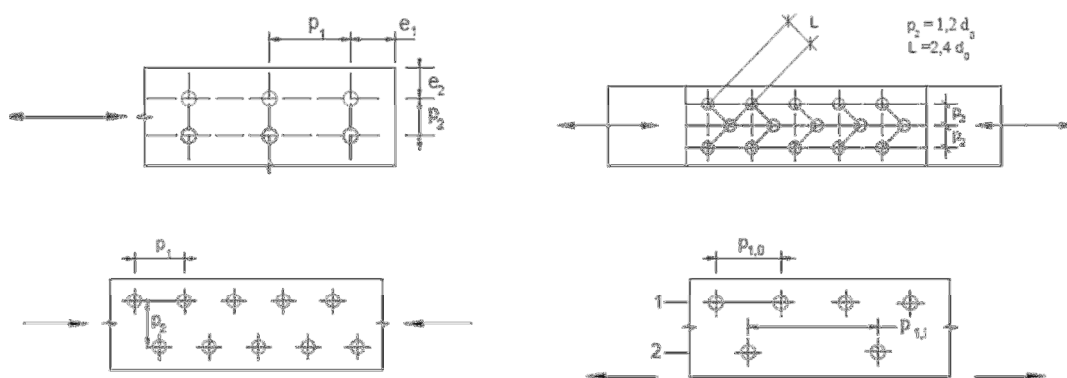
**Tabella 6.10-1 Coefficienti di sicurezza per la verifica dei bulloni.**

Il posizionamento dei fori per il successivo collocamento dei bulloni deve essere tale da prevenire fenomeni di corrosione e instabilità locale e facilitare l'installazione dei bulloni. In virtù della direzione di applicazione del carico la normativa di riferimento fornisce i valori massimi e minimi per le distanze dal bordo e dall'estremità e per gli interassi tra i fori (vedi tabella di seguito).

| Distanze<br>e<br>interassi | Minimo    |  | Massimo  |  |
|----------------------------|-----------|--|--|--|
|                            |           | Unioni esposte a fenomeni corrosivi o ambientali | Unioni non esposte a fenomeni corrosivi o ambientali | Unione di elementi in acciaio resistenti alla corrosione |
| $e_1$                      | $1,2 d_0$ | $4t+40$ mm                                       | -  | $\max(\delta t; 125$ mm)                                 |
| $e_2$                      | $1,2 d_0$ | $4t+40$ mm                                       | -  | $\max(\delta t; 125$ mm)                                 |
| $p_1$                      | $2,2 d_0$ | $\min(14t, 200)$ mm                              | $\min(14t, 200)$ mm                                  | $\min(14t, 175)$ mm                                      |
| $p_{1,0}$                  | -         | $\min(14t, 200)$ mm                              | -  | -  |
| $p_1$                      | -         | $\min(28t, 200)$ mm                              | -  | -  |
| $p_{1,0}$                  | $2,4 d_0$ | $\min(14t, 200)$ mm                              | $\min(14t, 200)$ mm                                  | $\min(14t, 175)$ mm                                      |

**Tabella 6.10-2** posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate.

I fori devono avere diametro pari a quello del bullone maggiorato di massimo 1 mm per bulloni sino a 20 mm di diametro, e di 1,5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm. I limiti sopra indicati fanno riferimento al seguente schema grafico:



**Figura 6.10-1** disposizione dei fori per la realizzazione di unioni bullonate o chiodate.

### 6.10.1 Unione trave secondaria HEB 160 - trave primaria HEB 160



**Figura 6.10-2** Unione trave primaria HEB 160 - trave secondaria HEB 160.

L'unione è composta da due piatti rettangolari così caratterizzati:

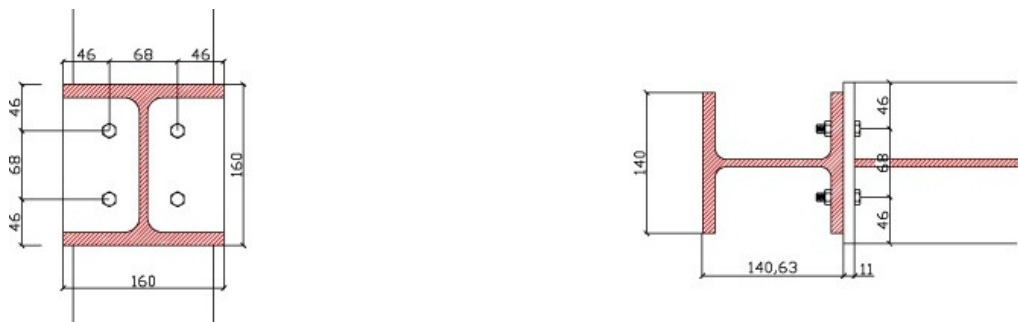
---

160x160mm, spessore 10mm per quello saldato in testa alla secondaria

160x160mm, spessore 11mm per quello saldato sulle ali della primaria.

Entrambi i piatti sono in acciaio Fe 360 e bulloni di classe 4.6 e diametro pari a 8 mm; i fori hanno diametro pari a 9 mm. Sul giunto agisce un'azione di taglio pari a  $V_{sd} = 15,48$  kN valutata allo stato limite ultimo e applicata in corrispondenza dell'intersezione tra gli assi delle due travi.

### 6.10.2 Unione trave primaria HEB 160 – pilastro HEB 140



**Figura 6.10-3** unione trave primaria HEB 160 -pilastro HEB 140.

L'unione è composta da un piatto rettangolare di dimensioni 160 x160mm, spessore 10 mm per quello saldato in testa alla primaria, unito all'ala del pilastro. La piastra è in acciaio Fe 360 e bulloni di classe 4.6 e diametro 12 mm mentre i fori hanno diametro di 13 mm. Sul giunto agisce un'azione di taglio  $V_{sd} = 89,67$  kN valutata allo stato limite ultimo e applicata in corrispondenza dell'intersezione tra gli assi delle due travi.

---

# CAPITOLO 7    DIMENSIONAMENTO

## IMPIANTISTICO

Questo capitolo tratta lo studio degli impianti. Dapprima considera l'analisi degli impianti esistenti (sia quello del trattamento dell'acqua della piscina sia quello del trattamento dell'aria), per poi procedere con la valutazione degli stessi. Il risultato delle analisi suggerisce di mantenere l'impianto relativo alla piscina e di procedere alla sostituzione di quello dell'aria.

### 7.1    L'IMPIANTO ESISTENTE

Al fine di operare una scelta progettuale, lo studio degli impianti esistenti è di fondamentale importanza. Dal sopralluogo effettuato presso il locale tecnico, è emerso che sia il sistema di riscaldamento ad aria sia il sistema di trattamento dell'acqua delle due piscine sono stati installati all'avvio dell'attività. Inoltre, di recente, il proprietario ha effettuato delle manutenzioni sul sistema di trattamento dell'acqua, introducendo sistemi di filtraggio a diatomee per acque di piscine (questo sistema sfrutta la microporosità di una farina fossile bianca ed impalpabile, costituita da scheletri silicei di diatomee; con questa tecnica l'acqua proveniente dalla vasca attraversa il manto di polvere di diatomee presente sugli elementi filtranti, e ne fuoriesce priva di torbidità). Per quanto riguarda la vasca, l'acqua torbida viene inviata al filtro attraverso un sistema a "sfioro". Da qui viene poi aspirata dall'impianto di filtrazione e successivamente inviata in piscina.

Per quanto riguarda la piscina esterna esistente, il proprietario ha effettuato una radicale manutenzione, andando a rinnovarla, sia per quanto riguarda l'estetica sia per quanto riguarda gli impianti. Questi ultimi si trovano nello stesso vano tecnico della piscina interna.



---

Il sistema di riscaldamento del centro sportivo sfrutta una caldaia a metano, che distribuisce all'interno dei locali il calore sotto forma di aria attraverso un sistema di canalizzazione.

La struttura presenta un ottimo impianto di trattamento dell' acqua. Invece, le unità di trattamento dell'aria non presentano caratteristiche tali da renderle ancora utilizzabili. Pertanto il progetto prevede la sostituzione dell'impianto di riscaldamento con l'installazione di pannelli radianti a pavimento affiancati da un sistema ad aria.

## 7.2 IL RISCALDAMENTO DEL CENTRO SPORTIVO

Come accennato sopra, il nuovo impianto di riscaldamento prevede l'installazione di una caldaia a condensazione abbinata a pannelli radianti a pavimento e all'U.T.A. (unità trattamento aria). Al fine di determinare il dimensionamento dell'impianto e della caldaia, è necessario determinare il fabbisogno energetico dell'edificio. Quest'ultimo dipende da due fattori: zona climatica e isolamento effettivo dell'edificio.

Come già considerato nel capitolo ' Prestazioni tecnologiche edificio di recupero', il comune di Garlate si trova in zona E. In particolare, essendo l'edificio adibito ad attività sportive, viene classificato come zona E6.

---

| comune | Zona Climatica | Provincia | Gradi Giorno | Latitudine   |
|--------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| Lecco  | E6             | LC        | 2383         | 45°51'23"76N |

**Tabella 7.2-1 Dati per l'orientamento e per l'individuazione dell'area di progetto**  
(<http://www.comuni-italiani.it>).

Vengono quindi assunte le seguenti temperature medie durante il periodo invernale:

---

| Temperatura esterna [°C] | Temperatura del terreno [°C] |
|--------------------------|------------------------------|
| -5                       | 10                           |

**Tabella 7.2-2** Dati climatici utili per il calcolo delle dispersioni di calore (<http://www.comuni-italiani.it>).

L'isolamento effettivo consta nel calcolo della potenza termica da assegnare al generatore per l'edificio. Questo aspetto si esamina nelle sezioni che seguono.

### 7.2.1 Calcolo della potenza termica da assegnare all'edificio

Il calcolo della potenza termica da assegnare al generatore di calore per sopperire alle esigenze termiche degli ambienti climatizzati deve essere eseguito secondo la norma UNI 7357-74.

Nel caso di ambiente riscaldato avente alcune pareti confinanti con locali non riscaldati, la superficie  $A$  di tali pareti deve essere calcolata come superficie ponderata, ottenuta considerando la differenza di temperatura esistente ( $\Delta t_i$ ) fra l'ambiente e i locali non riscaldati, rapportandola alla differenza di temperatura massima fra la zona riscaldata e l'esterno ( $\Delta t_{max}$ ).

$$A = \sum A_i \frac{\Delta t_i}{\Delta t_{max}}$$

$A_i$  = area della superficie  $i$ -esima verso locale non riscaldato [m<sup>2</sup>]

$\Delta t_i$  = differenza di temperatura tra locale riscaldato e quello non riscaldato [°C]

$\Delta t_{max}$  = differenza di temperatura massima fra l'ambiente riscaldato e quella esterna minima di progetto [°C].

Per poter calcolare la potenza termica totale occorrente per mantenere un ambiente alla temperatura fissata bisogna considerare la quantità di calore necessaria per compensare le dispersioni di calore attraverso

---

l'involucro, nonché la quantità di calore per riscaldare l'aria esterna immessa (per ventilazione naturale o forzata).

Pertanto il fabbisogno è dato da:

$$Q_T = Q_d + Q_v$$

$Q_d$  = calore disperso per conduzione e convezione dalle chiusure/partizioni [W]

$Q_v$  = calore disperso per ventilazione [W].

### **Calcolo dispersioni per conduzione**

Per il calcolo delle dispersioni per conduzione vengono utilizzati i valori della trasmittanza di calore delle partizioni e delle chiusure ricavati nel capitolo ' Prestazioni tecnologiche edificio di recupero'. Il valore della temperatura media nel periodo invernale è pari a - 5°C per quanto riguarda l'aria esterna, mentre per il terreno è di 10°C. Per agevolare i calcoli, viene suddiviso l'edificio in zone isoterme.

| <b>DESTINAZIONE D'USO</b>   | <b>TEMPERATURA [°C]</b> |
|---|-------------------------|
| Hall d'ingresso, Sala medica, Studio amministrativo, Sala giochi bambini, Bar, Servizi Igienici, scale e corridoi | 20°                     |
| Spogliatoi, Palestra per anziani  | 22°                     |
| Piscina   | 28°                     |

**Tabella 7.2-3 Analisi delle zone e delle temperature che devono avere al loro interno.**

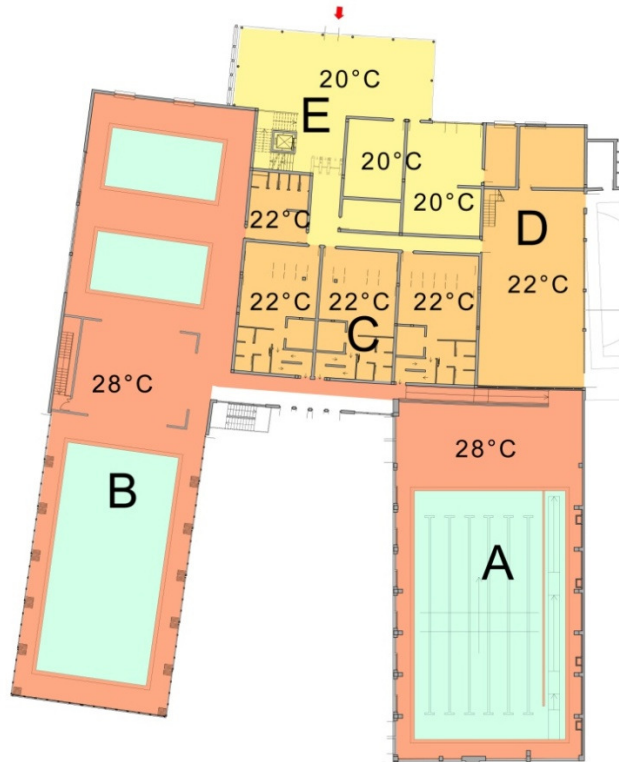


Figura 7.2-1 Pianta piano terra divisa per temperature e per zone (pianta fuori scala).

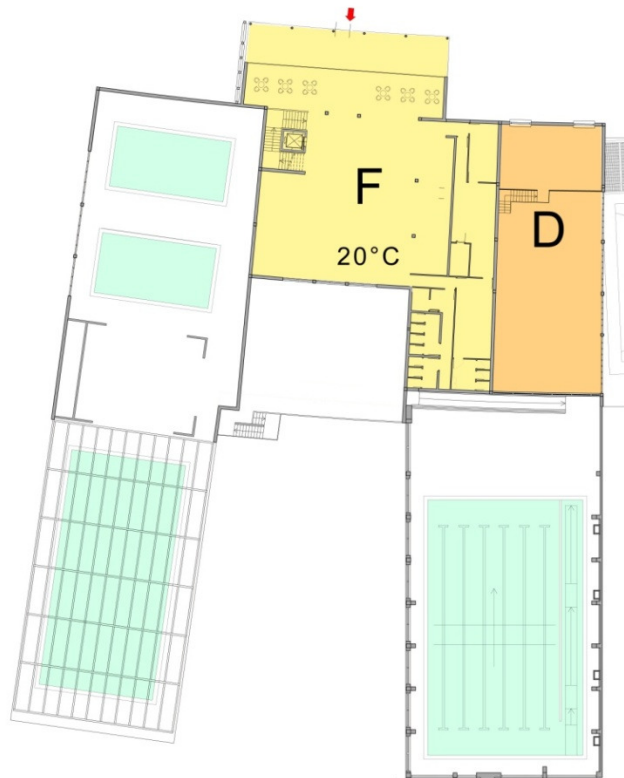


Figura 7.2-2 Pianta piano primo divisa per temperature e per zone (pianta fuori scala).

Segue l'analisi effettuata per ogni locale in conformità con la normativa C.O.N.I.

| Locale                | T inverno [°C] | U.R. [%] | Ricambi d'aria [vol/h] | V max [m/s] | Rumore [db A] | Illuminamento [lux] |
|-----------------------|----------------|----------|------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| Hall d'ingresso       | 20             | 50       | 1                      | 0,2         | 40            | 200                 |
| Studio amministrativo | 20             | 50       | 1,5                    | 0,15        | 40            | 300                 |
| Sala medica           | 20             | 50       | 2,5                    | 0,15        | 40            | 200                 |
| Spogliatoio personale | 20-24          | 50       | 4                      | 0,15        | 40            | 100                 |
| Spogliatoio maschi    | 20-24          | 50       | 4                      | 0,15        | 40            | 100                 |
| Spogliatoio femmine   | 20-24          | 50       | 4                      | 0,15        | 40            | 100                 |
| Spogliatoio famiglie  | 20-24          | 50       | 4                      | 0,15        | 40            | 100                 |
| Palestra anziani      | 20-22          | 50       | 3                      | 0,15        | 40            | 200                 |
| Sala giochi bambini   | 20             | 50       | 0,5                    | 0,15        | 40            | 200                 |
| Piscina esistente     | 28             | 70       | 3                      | 0,15        | 40            | 300                 |
| Piscina bambini       | 28             | 70       | 3                      | 0,15        | 40            | 300                 |
| Piscina esterna       | 28             | 70       | 3                      | 0,15        | 40            | 300                 |

**Tabella 7.2-4 Analisi di ogni singolo locale dell'edificio, secondo la normativa del C.O.N.I.**

Note:

1. I valori si riferiscono al caso di ventilazione artificiale. Per la sala di attività si intendono validi per tutto il volume interessato al gioco (attrezzi compresi); per gli altri locali fino ad una distanza minima di metri 2 dalle persone
2. Il livello di rumore è quello prodotto dalle apparecchiature e impianti tecnici installati nei locali
3. Almeno 20 m<sup>3</sup>/ora/persona al massimo affollamento per la zona pubblico; 30 m<sup>3</sup>/ora/persona al massimo affollamento per quella atleti
4. La temperatura dell'aria negli spogliatoi (esclusi quelli degli impianti natatori) è opportuno sia superiore di 2 - 4 °C a quella della sala di attività



---

5. La temperatura dell'acqua delle docce, all'erogazione, non deve essere inferiore a 37°C e non superiore a 40°C, se premiscelata; la temperatura dell'acqua calda miscelabile non deve superare i 48°C.

Per calcolare la dispersione di calore, note la temperatura interna  $t_i$ , quella esterna  $t_e$ , nonché il valore della trasmittanza  $U_i$  della parete avente la superficie  $A_i$ , si utilizza l'espressione:

$$Q_d = (t_i - t_e) \times \sum_i U_i \times A_i$$

$t_i - t_e$  = temperatura interna ed esterna espressa in [°C]

$U_i$  = trasmittanza della parete in esame espressa in [W/m²K]

$A_i$  = superficie della parete i-esima in [m²].

Si calcolano le dispersioni per conduzione per ogni zona:

| Zona | Qd [W]   | Qd [kW] | Incremento +5% |
|------|----------|---------|----------------|
| A    | 20461,12 | 20,46   | 23,52          |
| B    | 22498,32 | 22,50   | 24,05          |
| C    | 3189,72  | 3,19    | 3,85           |
| D    | 9264,24  | 9,26    | 9,91           |
| E    | 9249,10  | 9,25    | 9,81           |
| F    | 3366,32  | 3,37    | 3,21           |

**Tabella 7.2-5 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione di calore per conduzione.**

Quindi si può riassumere che le dispersioni per conduzione sono date dalla somma delle singole zone, calcolate nella Tabella 7.2-5, e sarà pari a 74350 W, (nonché 74,35 kW).

## 7.2.2 Calcolo dispersione per ventilazione

Funzione essenziale della ventilazione è immettere negli ambienti aria fresca (nel senso di aria presa dall'esterno e opportunamente filtrata) allo scopo di rinnovare l'aria contaminata e mantenere buone condizioni in fatto di qualità e temperatura.

---

La normativa italiana (UNI 10339-95) prevede che avvengano dei ricambi d'aria naturali pari a 0,3 (vol/h).

Per il calcolo della dispersione per ventilazione, si ricorre all'uso della seguente formula:

$$Q_v = H_v \times (t_i - t_e)$$

$H_v$  coefficiente di dispersione per ventilazione, rappresentato come flusso di entalpia per unità di salto termico, che si riduce a portata massica per calore specifico a pressione costante [W].

essendo:

$$H_v = 0,33 \times n \times V$$

dove:

V volume netto del locale

n tasso di rinnovo dell'aria esprime il numero di ricambi/ora, il cui valore medio è convenzionalmente assunto n 0,5 per il ricambio naturale, ma che in realtà dipende dalle caratteristiche dell'edificio e dalle modalità d'uso.

Così andando a sostituire questa formula nella prima, si ottiene:

$$Q_v = 0,33 \times n \times V \times (t_i - t_e)$$

Si calcolano le dispersioni per ventilazione per ogni zona:

| Zona         | Volume locale [m <sup>3</sup> ] | T <sub>i</sub> [C] | T <sub>e</sub> [°C] | Q <sub>v</sub> [W] |
|--------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| A            | 7268,92                         | 28                 | -5                  | 77437,7            |
| B            | 6877,199                        | 30                 | -5                  | 116771,2           |
| C bagni      | 612,37                          | 24                 | -5                  | 10669,0            |
| C spogliatoi | 2105,87                         | 24                 | -5                  | 3021,0             |
| D            | 2387,07                         | 22                 | -5                  | 9632,71            |
| E            | 2439,899                        | 20                 | -5                  | 6543,81            |
| F            | 2073,75                         | 20                 | -5                  | 14704,71           |

**Tabella 7.2-6 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione di calore per ventilazione.**

Di seguito vengono riportati sinteticamente i valori ottenuti fino adesso per entrambe le dispersioni di calore, ricavando così la potenza termica da assegnare al generatore.

| Zona | Q <sub>d</sub> [W] | Q <sub>v</sub> [kW] | Q <sub>t</sub> [kW] |
|------|--------------------|---------------------|---------------------|
| A    | 23,52              | 77,4                | 101,0               |
| B    | 24,05              | 116,8               | 140,8               |
| C    | 3,85               | 13,7                | 17,5                |
| D    | 9,91               | 9,6                 | 19,5                |
| E    | 9,81               | 6,5                 | 16,3                |
| F    | 3,21               | 14,7                | 17,9                |

**Tabella 7.2-7 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione nel periodo invernale.**

In conclusione, dalla somma delle dispersioni, la dispersione di calore totale è pari a 313,1 kW.

### 7.3 IMPIANTO CALDAIA E CORPI SCALDANTI

Il progetto sceglie una caldaia a condensazione alla quale si abbina un circuito di pannelli radianti.

Di seguito si dimensionano i pannelli radianti. Successivamente, in base alla potenza necessaria per il riscaldamento, si esamineranno il dimensionamento della caldaia.

---

## 7.4 I PANNELLI RADIANTI

I pannelli radianti sono sistemi di riscaldamento che utilizzano il calore proveniente da tubazioni collocate dietro le superfici dell'ambiente da riscaldare.

Si suddividono generalmente in tre categorie:

- Pannelli radianti a pavimento
- Pannelli radianti a parete
- Pannelli radianti a soffitto

Il progetto sceglie la prima modalità, poiché l'acqua circolante nei tubi è a bassa temperatura, favorendo il risparmio energetico e il comfort ambientale. Collegando poi questo sistema a una caldaia a condensazione si riducono ancora i costi.

Il progetto sceglie i pannelli radianti della ditta "RDZ". Il modello considerato è ECO-DRY, un sistema di riscaldamento a pavimento a "Secco", appositamente studiato per realizzare impianti con spessori ridotti (30 mm escluso il pavimento). Il pannello in polistirene sinterizzato presenta la superficie superiore sagomata con speciali incavi predisposti per l'alloggiamento delle lamelle termoconduttrici porta tubo. La base di supporto è costituita da uno strato di eco - lastre unite tra di loro che permettono l'esecuzione del massetto a secco e garantiscono la ripartizione uniforme dei carichi. Sotto lo strato di supporto è possibile posare un materassino fonoisolante che garantisce una riduzione dei rumori da calpestio di 18 dB.

### 7.4.1 Dimensionamento dei pannelli radianti

Prima di procedere con il dimensionamento dei pannelli radianti, è necessario calcolare la resa dei corpi scaldanti per ogni locale. A questo proposito è di fondamentale importanza decidere il numero circuiti, e

l'accorpamento delle zone. Quest'ultima scelta è stata dettata sulla base di considerazioni logistiche (le due piscine lavorano contemporaneamente, palestra e spogliatoi sono limitrofi, e le zone restanti funzionano anche la sera). Sulla base di questo si è optato per tre circuiti.

La resa di ogni zona è data dalla seguente equazione:

$$R = \frac{Q_d}{A}$$

| Zona | Area [m <sup>2</sup> ] | Resa [W/m <sup>2</sup> ] |
|------|------------------------|--------------------------|
| A    | 415,1                  | 56,66                    |
| B    | 1002,15                | 24,00                    |
| C    | 414,6                  | 9,29                     |
| D    | 294,7                  | 33,63                    |
| E    | 440,47                 | 22,27                    |
| F    | 592,5                  | 5,42                     |

**Tabella 7.4-1 Calcolo della resa dei pannelli radianti.**

Il passo successivo è stato quello di accorpare le zone e di assegnare ad ogni accorpamento il valore più critico. Si procede con il dimensionamento dei pannelli radianti.

| Zona | Resa [W/m <sup>2</sup> ] | Temperatura [°C] | Passo [cm] |
|------|--------------------------|------------------|------------|
| A+B  | 56,66                    | 34               | 10         |
| C+D  | 33,63                    | 27               | 10         |
| E+F  | 22,27                    | 25               | 10         |

**Tabella 7.4-2 Valori per il dimensionamento dei pannelli radianti.**

La Tabella 7.4-2 riporta i valori della temperatura che si deve avere nelle condotte per ogni zona; il passo tra i tubi dei pannelli radianti è di 10 cm al fine di evitare disuniformità di temperatura nei locali.

## 7.5 TRATTAMENTO DELL'ARIA

Il progetto impiantistico prevede che l'edificio venga riscaldato con un sistema di unità trattamento aria, nello specifico a tutt'aria. Questo



---

sistema è in grado di garantire comfort ambientale agli edifici di grandi dimensioni.

L'aria è inviata agli ambienti mediante un sistema di distribuzione costituito da una rete di canali di mandata e dai relativi terminali di immissione (bocchette, anemostati, diffusori lineari).

Dove è possibile il ricircolo, è presente anche un sistema di bocchette e canalizzazioni di ripresa, che convogliano parte dell'aria ambiente di nuovo nell'unità di trattamento aria, per essere poi ricircolata. Un'unità di trattamento dell'aria (U.T.A.) è composta dalle seguenti sezioni:

- serrande;
- sistema a filtrazione;
- batteria di pre-riscaldamento;
- sezione di umidificazione;
- batteria di raffreddamento e deumidificazione;
- batteria di post - riscaldamento;
- ventilatore di mandata.

Il progetto sceglie un macchinario dotato di recuperatore, al fine del risparmio energetico. Quando una U.T.A. è dotata di recuperatore, oltre al ventilatore di mandata è presente anche un ventilatore di ripresa dell'aria trattata; in questo modo si hanno due percorsi indipendenti, aria da trattare ed aria trattata.

### **7.5.1 Dimensionamento unità trattamento aria**

Il progetto prevede l'installazione di tre U.T.A., al fine dell'accorpamento delle zone seguendo quello che è stato fatto per i pannelli radianti. In questo modo si gestisce nel miglior modo l'immissione dell'aria neli locali.

Per calcolare il fabbisogno energetico del periodo invernale, si deve dimensionare la batteria di riscaldamento. Come già accennato, l'U.T.A.

è caratterizzata dalla presenza di un recuperatore. In questo modo l'aria estratta non viene completamente espulsa, ma la si recupera al 70%. Ciò permette di conseguire un notevole risparmio energetico (l'aria che viene immessa dalla macchina, non ha un valore di partenza pari a  $-5^{\circ}\text{C}$ , ma bensì si aggira su  $17\div 20^{\circ}\text{C}$ ).

Per il calcolo della potenza si deve ricorrere all'utilizzo della seguente formula:

$$Q_1 = Q \times 0,33 \times (t_i - t_e)$$

dove:

$Q$  è la portata d'aria di ogni zona [W]

$0,33$  è la densità dell'aria [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

Si ottiene:

| Zona | Portata d'aria necessaria<br>[ $\text{m}^3$ ] | $\Delta t$<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | $Q_1$<br>[W] |
|------|---|--------------------------------------|--------------|
| A+B  | 17221,0                                       | 24,5                                 | 139231,5     |
| C+D  | 4252,8  | 20,3                                 | 28489,21     |
| E+F  | 2574,0  | 17,5                                 | 14864,85     |

**Tabella 7.5-1 Calcolo della portata necessaria da immettere in ogni zona.**

In questo modo si procede al dimensionamento di ogni U.T.A., in base alla portata d'aria da immettere.

Il progetto sceglie le seguenti macchine per il trattamento dell'aria, dotate di recuperatore di calore:

- U.T.A. destinata alla zona A+B: scegliamo la ditta "MINUSENERGIE" modello "ACCUBLOC", sino al 95% di recupero di calore

- 
- U.T.A. destinata alla zona C+D: scegliamo la ditta "RIELLO" modello "HRU Rotary 410", in cui il recuperatore di calore ottiene temperatura dell' aria dell'ambiente pari a 26°C e U.R. 50%
  - U.T.A. destinata alla zona E+F: scegliamo la ditta "RIELLO" modello "HRU Rotary 255", in cui il recuperatore di calore ottiene temperatura dell' aria dell'ambiente pari a 26°C e U.R. 50%.

## **7.6 LA CALDAIA A CONDENSAZIONE**

La tecnologia utilizzata dalla caldaia a condensazione, permette di recuperare parte del calore contenuto nei gas di scarico, consentendo un migliore sfruttamento del combustibile e quindi il raggiungimento di rendimenti più alti.

Nelle caldaie tradizionali i gas combusti vengono normalmente espulsi ad una temperatura di oltre 110° C e sono in parte costituiti da vapore acqueo. Nella caldaia a condensazione, i prodotti della combustione, prima di essere espulsi all'esterno, sono costretti ad attraversare uno speciale scambiatore all'interno del quale il vapore acqueo condensa, cedendo parte del calore latente di condensazione all'acqua del primario. In tal modo, i gas di scarico fuoriescono a una temperatura di circa 50° C, in forma liquida.

### **7.6.1 Dimensionamento della caldaia**

Per il dimensionamento della caldaia a condensazione è necessario sommare tutte le potenze relative al funzionamento sia dei pannelli radianti sia delle U.T.A. Dai nostri calcoli, la caldaia di condensazione deve soddisfare un bisogno pari a 295,15 kW.

Il progetto sceglie due caldaie a condensazione a basamento. Ogni caldaia deve soddisfare il 50% del bisogno totale. Per il progetto scegliamo la ditta "IMMERGAS", modello "VICTRIX".

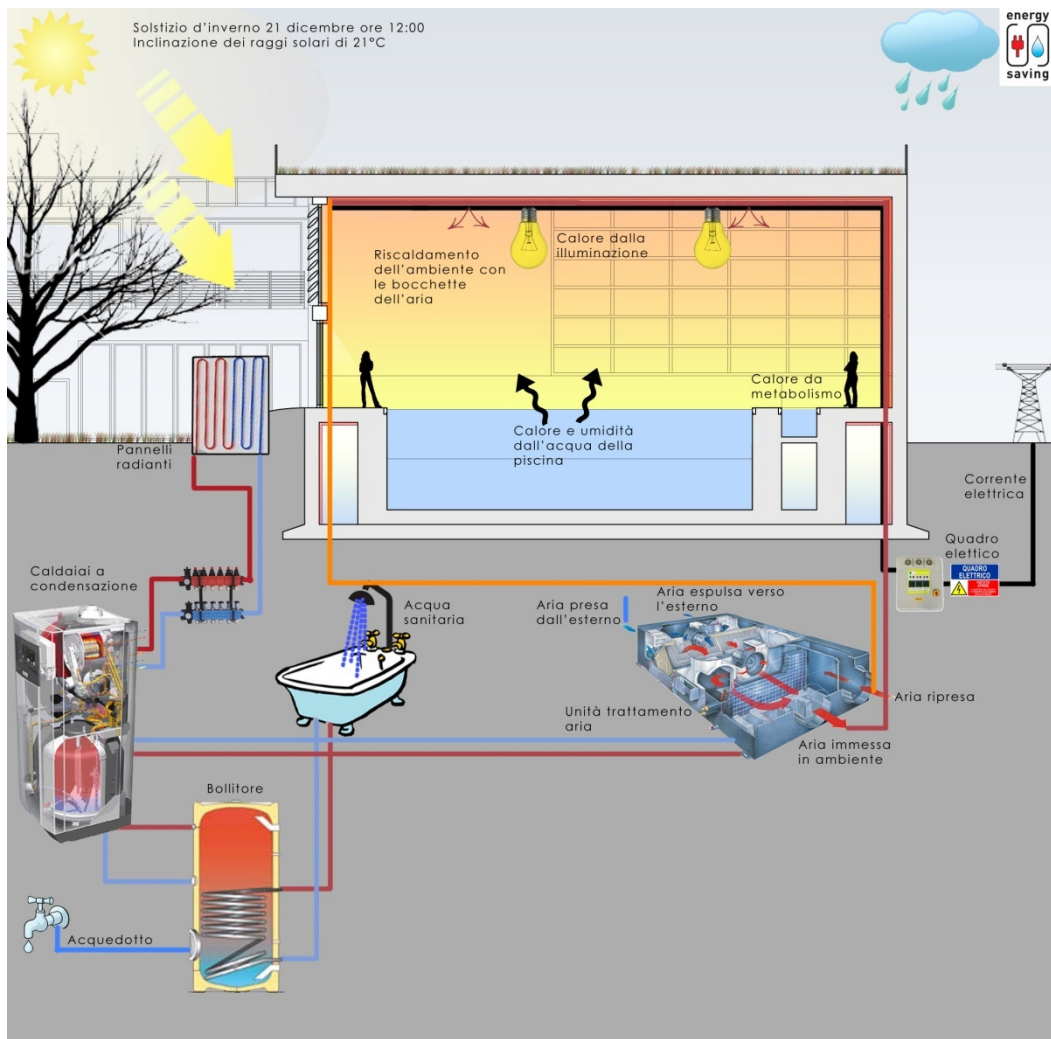


Figura 7.6-1 Schema funzionale degli impianti nel periodo invernale.

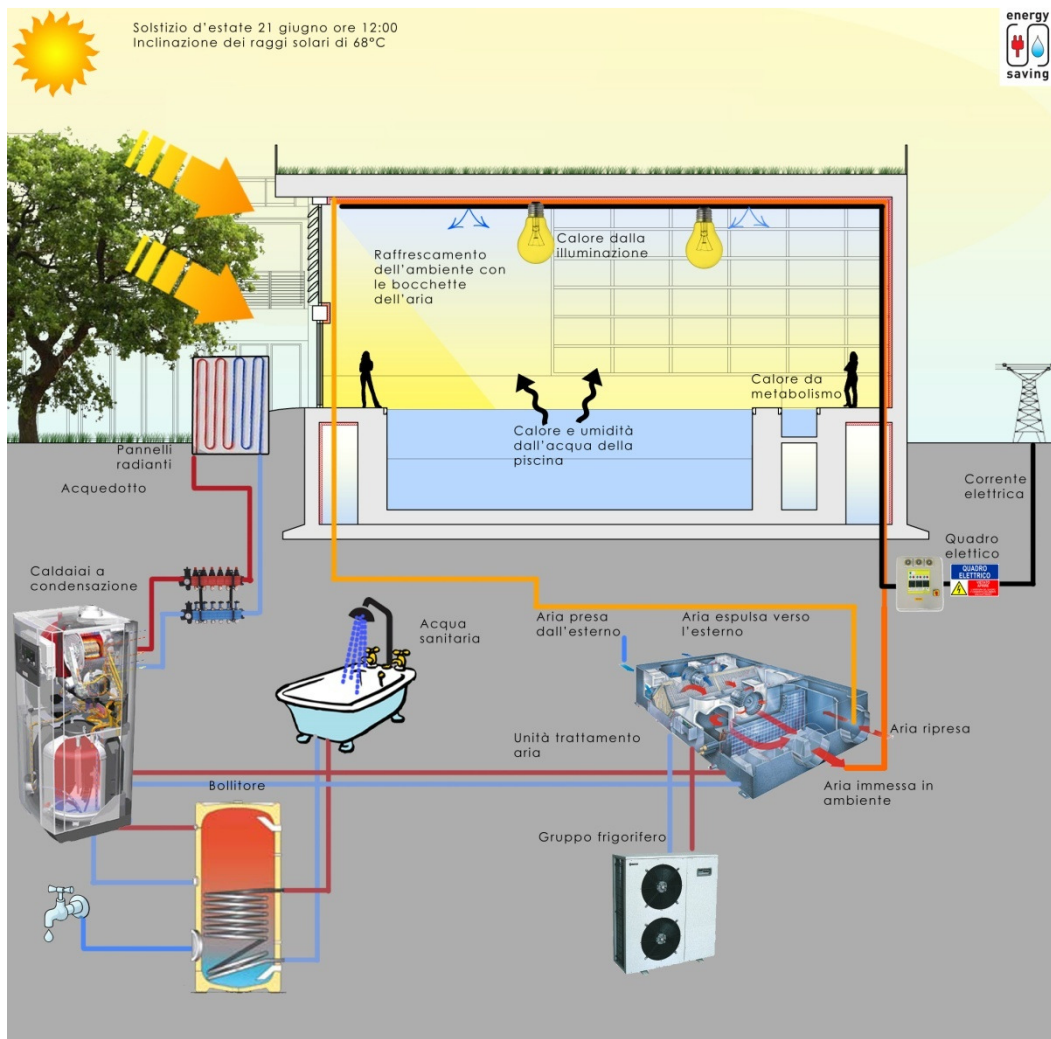


Figura 7.6-2 Schema funzionale degli impianti nel periodo estivo.



---

## CONCLUSIONI

Questa tesi tratta le tematiche del recupero e della riqualificazione dell'area Paratogrande. Dopo aver effettuato dei sopralluoghi di analisi degli edifici esistenti, si è giunti alla conclusione di demolire la Palazzina dell'Ex Custode e la palestra comunale, ma di conservare il centro natatorio. Successivamente è stato elaborato il masterplan generale dell'area di progetto che identifica sia gli edifici di nuova costruzione sia l'edificio recuperato e ampliato. Per quanto riguarda gli edifici di nuova realizzazione, il centro benessere e la palestra comunale, vengono descritte solamente le scelte architettoniche e funzionali. L'edificio a cui si presta maggiore attenzione è il centro natatorio, l'edificio di recupero, che viene esteso per tutta l'ampiezza del prato fino ad inglobare la piscina esterna esistente. Il progetto del centro natatorio ha coinvolto tre tematiche: recupero, riqualificazione e ampliamento. Il recupero ha riguardato le prestazioni tecnologiche, la coibentazione (là dove possibile), la sostituzione dei serramenti (quelli attuali sono privi di taglio termico), e l'applicazione di una facciata ventilata (per il comfort ambientale e l'estetica dell'edificio). La riqualificazione ha riguardato la copertura dell'edificio esistente, che, rivestita con un manto erboso, diviene praticabile. L'ampliamento consiste nella realizzazione di una nuova porzione di edificio, che si sviluppa su due livelli. La nuova struttura consta di due sezioni: una è realizzata da pilastri in cemento armato e travi in legno lamellare; l'altra, che va a coprire la piscina esterna esistente (garantendo così l'utilizzo tutto l'anno), ha sia pilastri che travi in acciaio.

Il progetto affronta il problema del risparmio energetico scegliendo materiali aventi caratteristiche tecnologiche prestazionali molto elevate e che garantiscono un miglior comfort ambientale interno. In particolare, per la verifica della trasmittanza delle stratigrafie si è preso in esame il DGR VIII/8745 variante 2009.

---

Per quanto riguarda la parte ingegneristica viene dimensionata la struttura della copertura della piscina esterna, secondo il D.M. 2008. Dopo aver dimensionato sia l'orditura primaria che secondaria della copertura, sia i pilastri e le fondazioni, si è verificato il dimensionamento.

In ultimo, è stato dimensionato il sistema impiantisco, secondo la norma UNI 7357-74, per il riscaldamento dell'edificio. L'edificio risulta essere ben coibentato e il fabbisogno energetico è molto contenuto.

---

## BIBLIOGRAFIA

Bonfanti, A. (2010). *Dal vecchio Borgo alla grande Lecco*. Lecco: Monte San Martino.

Grecchi, M., & Elisabetta, M. L. (2008). *Ripensare il costruito: il progetto di recupero e rifunzionalizzazione degli edifici*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli editore.

Lecco, O. m. (s.d.). *Meteo Lecco*. Tratto da <http://www.meteolecco.it/>.

Palazzo, U. (2008). *Urban design un processo per la progettazione urbana*. Milano: Mondadori Università.

Pisani, M. A. (2009). *Consolidamento delle strutture*. Milano: Hoepli.

Riqualificare Garlate. (2010). *Il sole 24 Ore* .

Rossi, N. (2005). *Manuale del termotecnico (Fondamenti, Riscaldamento, Condizionamento, Refrigerazione)*. Milano: Hoepli.

## SITI INTERNET

<http://www.knauf.it>

<http://www.parcoaddanord.it/>

<http://www.caleffi.it/>

<http://www.coni.it/>

<http://www.metra.it/>

<http://www.celenit.it/>

<http://www.schueco.com>

## INDICE DELLE IMMAGINI

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Figura 2.1-1 Individuazione del comune di Garlate (Garlate, Google maps, <a href="http://maps.google.it/">http://maps.google.it/</a>) ..</i>  | <i>10</i> |
| <i>Figura 2.1-2 Analisi della morfologia su grande scala .....</i>   | <i>11</i> |
| <i>Figura 2.2-1 Analisi delle destinazioni d'uso che occupano il suolo del comune di Garlate.....</i>  | <i>21</i> |
| <i>Figura 2.3-1 Analisi F.D.O.M comune di Garlate.....</i>   | <i>26</i> |
| <i>Figura 2.3-2 Analisi F.D.O.M area di intervento.....</i>  | <i>28</i> |
| <i>Figura 3.1-1 Area di progetto allo stato attuale con evidenziazione degli edifici presenti ed ordine di realizzazione. ....</i>   | <i>29</i> |
| <i>Figura 3.2-1 Immagine frontale (1) dell'ingresso della Palazzina dell' Ex Custode. ....</i>   | <i>31</i> |
| <i>Figura 3.2-2 Vista prospettica dell'ingresso della Palazzina dell' Ex Custode (2). ....</i>   | <i>31</i> |
| <i>Figura 3.2-3 Pianta piano interrato (1) e piano primo (2), (fuori scala). Materiale impiegato per la costruzione: calcestruzzo (retino grigio). ....</i>  | <i>32</i> |
| <i>Figura 3.2-4 Sezioni della Palazzina dell' Ex Custode (fuori scala). ....</i>   | <i>33</i> |
| <i>Figura 3.2-5 Vista interna di uno spogliatoio.....</i>  | <i>34</i> |
| <i>Figura 3.2-6 Vista della palestra interna.....</i>  | <i>34</i> |
| <i>Figura 3.2-7 Vista prospettica del lato Sud - Ovest della Palazzina dell'ex Custode. Degrado presente: patina biologica. ....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Figura 3.3-1 Vista della parte retrostante dell'edificio (2). ....</i>  | <i>36</i> |
| <i>Figura 3.3-2 Vista prospettica della facciata occidentale (1).....</i>  | <i>36</i> |
| <i>Figura 3.3-3 Pianta piano terra (1) e pianta piano primo (2) della Palestra Comunale (fuori scala). Materiali impiegati per la costruzione: mattone intonacato (retino azzurro) calcestruzzo (retino grigio).....</i>   | <i>37</i> |
| <i>Figura 3.3-4 Sezione dell'edificio (fuori scala).....</i>   | <i>38</i> |
| <i>Figura 3.3-5 Degrado esterno riferito al prospetto Sud. Degrado presente: distacco dell'intonaco.....</i>   | <i>39</i> |
| <i>Figura 3.3-6 Degrado esterno riferito al prospetto Nord. Degrado presente: vegetazione. ....</i>  | <i>39</i> |
| <i>Figura 3.3-7 Figura 3.3-8 Degrado interno (1) ed esterno (2), prospetto Sud Degrado presente: fessurazione. ....</i>  | <i>40</i> |
| <i>Figura 3.3-9 Degrado interno, prospetto Est. Degrado presente: distacco dell'intonaco. ....</i>   | <i>41</i> |
| <i>Figura 3.4-1 Individuazione della posizione degli edifici presenti nell'area di studio, appena si accede dalla Strada Statale si trova la Palazzina dell' ex Custode (1) attorno ad essa si sviluppa un parcheggio, percorrendo il vialetto (2) si trovano i campi da tennis (3), fino a giungere al centro sportivo (4), il quale possiede una piscina esterna (5) e un campo da pallavolo (6). (Bing, Mappe, <a href="http://it.bing.com/">http://it.bing.com/</a>) .....</i> | <i>41</i> |

---

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 3.4-2 Vista dell'ingresso del Centro Sportivo.</i>   | 44  |
| <i>Figura 3.4-3 Vista del Prospetto Ovest (2). Internamente ci sono la reception e la zona bar/ristoro al piano terra, mentre al piano primo c'è la sala amministrativa.</i>   | 45  |
| <i>Figura 3.4-4 Vista del Prospetto Sud (3). La parte sinistra è occupata dalla zona ristoro, che si sviluppa anche all'esterno; al piano superiore c'è l'area amministrativa; il corpo centrale ospita la piscina; la porzione più piccola dell'edificio sulla destra è destinata alla piscina dei bambini. Si intravede in primo piano la piscina esterna circondata dalle sdraio.</i> | 45  |
| <i>Figura 3.4-5 Vista del Prospetto Est (4). La parte destra internamente ospita la piscina dei bambini. In primo piano si vede il campo da beach volley.</i>  | 46  |
| <i>Figura 3.4-6 Vista della piscina interna. Sulla destra ci sono gli spalti per il pubblico, raggiungibili mediante la scala che dal piano bar conduce al piano amministrativo.</i>   | 46  |
| <i>Figura 4.1-1 Concept plan relativo alla rifunzionalizzazione dell'area di progetto.</i>   | 82  |
| <i>Figura 4.2-1 Rappresentazione grafica della maglia di progetto.</i>   | 82  |
| <i>Figura 4.2-2 Schema degli interventi che effettuiamo all'interno dell'area di progetto.</i>   | 83  |
| <i>Figura 4.2-3 Schema degli edifici da demolire (colore giallo).</i>  | 86  |
| <i>Figura 4.2-4 Schema degli edifici di nuova costruzione (colore rosso).</i>  | 86  |
| <i>Figura 4.2-5 Figura 4.2-6 Vista aerea dell'area di progetto e individuazione degli edifici.</i>   | 88  |
| <i>Figura 4.3-1 Vista dell'ingresso del Centro Natatorio.</i>  | 92  |
| <i>Figura 5.1-1 Schema indicativo delle zone climatiche secondo l'articolo 3, DPR 412/93.</i>  | 116 |
| <i>Figura 5.1-2 Sezione di riferimento per l'individuazione delle stratigrafie prese in esame (disegno fuori scala).</i>   | 118 |
| <i>Figura 5.1-3 INT = Interno; LNR = Locale non riscaldato.</i>  | 119 |
| <i>Figura 5.1-4 EST = Esterno; INT = Interno.</i>  | 120 |
| <i>Figura 5.1-5 EST = Esterno; INT = Interno</i>   | 121 |
| <i>Figura 5.1-6 INT = Interno; LNR = Locale non riscaldato.</i>  | 122 |
| <i>Figura 5.1-7 INT = Interno.</i>   | 123 |
| <i>Figura 5.1-8 EST = Esterno; INT = Interno.</i>  | 124 |
| <i>Figura 5.2-1 Vista laterale del modulo.</i>   | 126 |
| <i>Figura 5.2-2 Vista prospettica e sezione dell'aggancio dei moduli di verde naturale.</i>  | 127 |
| <i>Figura 5.2-3 Esempio di dettaglio dell'aggancio del modulo alla sottostruttura metallica</i>  | 128 |
| <i>Figura 5.3-1 Layout di riferimento per l'individuazione delle sezioni studiate di seguito.</i>  | 129 |
| <i>Figura 6.2-1 Vista tridimensionale della struttura di progetto.</i>   | 140 |
| <i>Figura 6.3-1 Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano (NTC 2008).</i>   | 144 |
| <i>Figura 6.4-1 Pianta di copertura, individuazione trave di calcolo.</i>  | 151 |
| <i>Figura 6.4-2 Schema trave secondaria appoggio – appoggio.</i>   | 151 |
| <i>Figura 6.5-1 Pianta di copertura, individuazione trave di calcolo.</i>  | 154 |
| <i>Figura 6.5-2 Schema equilibrio al nodo.</i>   | 155 |



---

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 6.6-1 Individuazione travi di facciata</i> .....   | 157 |
| <i>Figura 6.7-1 Schema dei carichi agenti sui pilastri</i> .....   | 158 |
| <i>Figura 6.7-2 Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi (NTC 2008)</i> ..... | 160 |
| <i>Figura 6.7-3 Coefficienti per il calcolo della <math>\omega</math></i> .....  | 161 |
| <i>Figura 6.8-1 individuazione e schema del controvento</i> .....  | 163 |
| <i>Figura 6.8-2 Schema per il dimensionamento<sup>0</sup> del controvento</i> .....  | 163 |
| <i>Figura 6.9-1 Individuazione delle forze agenti sulla trave di fondazione</i> .....  | 164 |
| <i>Figura 6.9-2 Grafico del momento trave di fondazione</i> .....  | 165 |
| <i>Figura 6.9-3 Sezione trave di fondazione con armatura</i> .....   | 165 |
| <i>Figura 6.10-1 disposizione dei fori per la realizzazione di unioni bullonate o chiodate</i> .....                               | 167 |
| <i>Figura 6.10-2 Unione trave primaria HEB 160 - trave secondaria HEB 160</i> .....  | 167 |
| <i>Figura 6.10-3 unione trave primaria HEB 160 -pilastro HEB 140</i> .....   | 168 |
| <i>Figura 7.2-1 Pianta piano terra divisa per temperature e per zone (pianta fuori scala)</i> .....                                | 173 |
| <i>Figura 7.2-2 Pianta piano primo divisa per temperature e per zone (pianta fuori scala)</i> .....                                | 173 |
| <i>Figura 7.6-1 Schema funzionale degli impianti nel periodo invernale</i> .....   | 183 |
| <i>Figura 7.6-2 Schema funzionale degli impianti nel periodo estivo</i> .....  | 184 |

## INDICE DELLE TABELLE

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tabella 2.2-1 Medie annuali della città di Lecco (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <a href="http://www.meteolecco.it/">http://www.meteolecco.it/</a>)</i> .....                             | 15  |
| <i>Tabella 2.2-2 Grafico delle temperature registrate durante l'anno (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <a href="http://www.meteolecco.it/">http://www.meteolecco.it/</a>)</i> .....            | 16  |
| <i>Tabella 2.2-3 Valori della velocità media registrata per ogni mese dell'anno (Lecco, Osservatorio meteo Lecco <a href="http://www.meteolecco.it/">http://www.meteolecco.it/</a>)</i> ..... | 17  |
| <i>Tabella 3.4-1 Riassunto delle patologie rilevate sull'edificio</i> .....   | 63  |
| <i>Tabella 4.1-1 Relazione tra richieste di bando e scelte progettuali</i> .....  | 81  |
| <i>Tabella 5.1-1 Valori limite della trasmittanza termica utile U delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in (<math>W/m^2K</math>), DGR VIII/8745 variante 2009</i> .....    | 116 |
| <i>Tabella 6.3-1 Valori dei carichi di esercizio, divisi per le diverse categorie di edifici (NTC 2008)</i> .....   | 142 |
| <i>Tabella 6.3-2 Valori dei parametri <math>v_{b,0}</math>; <math>\alpha_0</math>; <math>k_a</math></i> .....   | 144 |
| <i>Tabella 6.3-3 Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione</i> .....   | 146 |
| <i>Tabella 6.3-4 Classi di rugosità del terreno</i> .....   | 146 |
| <i>Tabella 6.3-5; Tabella 6.3-6; Definizione delle categorie di esposizione; andamento del coefficiente di esposizione <math>C_e</math></i> .....   | 146 |

---

|   |            |
|---|------------|
| <i>Tabella 6.3-7 Valori di Ce per diverse classi di topografia .....</i>  | <i>148</i> |
| <i>Tabella 6.3-8 Valori del coefficiente di forma. ....</i>   | <i>149</i> |
| <i>6.7-1 Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità (NTC 2008).....</i>                            | <i>159</i> |
| <i>Tabella 6.10-1 Coefficienti di sicurezza per la verifica dei bulloni.....</i>  | <i>166</i> |
| <i>Tabella 6.10-2 posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate. ....</i>  | <i>167</i> |
| <i>Tabella 7.2-1 Dati per l'orientamento e per l'individuazione dell'area di progetto<br/>(http://www.comuni-italiani.it). ....</i> | <i>170</i> |
| <i>Tabella 7.2-2 Dati climatici utili per il calcolo delle dispersioni di calore (http://www.comuni-italiani.it).....</i>           | <i>171</i> |
| <i>Tabella 7.2-3 Analisi delle zone e delle temperature che devono avere al loro interno.....</i>                                   | <i>172</i> |
| <i>Tabella 7.2-4 Analisi di ogni singolo locale dell'edificio, secondo la normativa del C.O.N.I.....</i>                            | <i>174</i> |
| <i>Tabella 7.2-5 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione di calore per conduzione.....</i>                              | <i>175</i> |
| <i>Tabella 7.2-6 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione di calore per ventilazione.....</i>                            | <i>177</i> |
| <i>Tabella 7.2-7 Riassunto dei calcoli effettuati per la dispersione nel periodo invernale.....</i>                                 | <i>177</i> |
| <i>Tabella 7.4-1 Calcolo della resa dei pannelli radianti. ....</i>   | <i>179</i> |
| <i>Tabella 7.4-2 Valori per il dimensionamento dei pannelli radianti. ....</i>  | <i>179</i> |
| <i>Tabella 7.5-1 Calcolo della portata necessaria da immettere in ogni zona.....</i>  | <i>181</i> |

## **INDICE DELLE TAVOLE**

### **CAPITOLO 2 Analisi urbanistica**

#### **2.2 Analisi del territorio**

|   |    |
|---|----|
| Analisi della viabilità.....              | 14 |
| Analisi del verde a livello Comunale..... | 19 |
| Analisi del verde Area Pratogrande.....   | 20 |
| Analisi dei vincoli.....                  | 24 |

### **CAPITOLO 3 Analisi di conservazione e recupero**

#### **0 Il rilievo geometrico - materico**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Pianta piano interrato..... | 48 |
| Pianta piano terra. ....    | 49 |
| Pianta piano primo.....     | 50 |
| Sezioni.....                | 51 |
| Prospetto Ovest ed Est..... | 52 |

---

|                    |    |
|--------------------|----|
| Prospetto Sud..... | 53 |
|--------------------|----|

#### **- Mappatura del degrado**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Prospetto Ovest ed Est.....  | 60 |
| Prospetto Sud.....           | 61 |
| Pianta piano interrato ..... | 62 |

#### **- Albero degli errori**

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Distacco del copri ferro..... | 65 |
| Fessurazione.....             | 66 |
| Patina Biologica.....         | 67 |
| Efflorescenze.....            | 68 |

### **CAPITOLO 4 Descrizione del progetto**

#### **4.2 Progetto di rifunzionalizzazione su piccola scala**

|                 |    |
|-----------------|----|
| Masterplan..... | 87 |
|-----------------|----|

#### **4.3 Progetto Centro**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Pianta piano interrato.....     | 93 |
| Pianta piano terra.....         | 94 |
| Pianta piano primo.....         | 95 |
| Sezione A-A' B-B'.....          | 96 |
| Sezione C-C' D-D'.....          | 97 |
| Prospetto Ovest Est Ovest ..... | 98 |
| Prospetto Nord Sud Ovest .....  | 99 |

#### **4.4 Verifica di congruità del progetto**

##### **4.4.1 Diversamente abili**

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Pianta piano terra..... | 107 |
| Pianta piano primo..... | 108 |

##### **4.4.2 Vigili del fuoco**

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Pianta piano terra..... | 113 |
| Pianta piano primo..... | 114 |

### **CAPITOLO 5 Prestazioni tecnologiche edificio di recupero**

#### **5.3 Sezioni tecnologiche**

---

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Sezione 1.....                 | 130 |
| Particolare costruttivo 1..... | 131 |
| Particolare costruttivo 2..... | 132 |
| Sezione 1'.....                | 133 |
| Particolare costruttivo 3..... | 134 |
| Particolare costruttivo 4..... | 135 |
| Sezione 2.....                 | 136 |
| Particolare costruttivo 5..... | 137 |
| Particolare costruttivo 6..... | 138 |