

POLITECNICO DI MILANO



Scuola di Ingegneria Edile – Architettura
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile - Architettura

UNA NUOVA CITTA' PER LO SPORT
UN PROGETTO PER LA SOSTENIBILITA'
AMBIENTALE

Relatore : Prof. Marco IMPERADORI

Tesi di Laurea di :

Giampiero BRIONI Matr.749015

Anno Accademico 2012/2013

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va indirizzato alle persone seguenti che, con la loro fattiva collaborazione e disponibilità, hanno agevolato ed arricchito il lavoro di Tesi.

dr.ing.Emiliano BONIOTTO - Padova

dr.arch. Francesco DE LORENZIS - Lecce

dr.ing. Giuseppe PALMA – Ufficio Tecnico ZINTEK s.p.a.” – Mestre (Venezia)

dr.arch. Ivan PAVLOVIC - Milano

dr.ing. Francesco RAVIZZA - Torino

geom. Dino SIMONELLI – SE.PA.M. s.r.l. – Torino

Sintesi

La Bioarchitettura può essere definita come l'approccio all'attività di edificazione che presuppone un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema. In una visione caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e da un utilizzo controllato delle risorse, la Bioarchitettura tende a integrare le attività dell'uomo alle preesistenti realtà ambientali ed ai fenomeni naturali con l'obiettivo di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura. Le prime significative esperienze della Bioarchitettura si concretizzarono alla metà degli anni '70, grazie all'attività di alcuni studiosi fortemente schierati contro l'impiego nelle costruzioni di materiali e sostanze nocive per la salute. Dalla fine degli anni '80 la Bioarchitettura ha cercato fare una sintesi tra i risultati ottenuti da diverse discipline, tenendo ben presente studi di matrice filosofica e metodiche progettuali preesistenti come quelli dell'architettura organica. I problemi che ci si pone sempre più frequentemente, al di là dei consueti aspetti di carattere estetico e metodologico, sono quelli di progettare architetture dove l'intero sistema edificato, pensato come struttura "reattiva" in grado di adeguarsi nel tempo alle condizioni esterne, rappresenti la soluzione insieme formale e tecnica al problema climatico locale. Nelle architetture di nuova generazione, se attente alla problematica ambientale, è ricorrente la sperimentazione di materiali scelti tra quelli con rendimento più elevato, costo minore e impatto ambientale più limitato. Ciò vuol dire considerare i processi di produzione del materiale stesso cioè i costi energetici, di trasporto, di ricaduta di eventuali emissioni nell'atmosfera e sostituire i materiali tradizionali di origine chimica con prodotti che utilizzino sostanze naturali, nel rispetto dei principi della sostenibilità e con l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra l'ambiente ed il costruito.

Il lavoro oggetto della presente Tesi di Laurea consiste nella proposta progettuale di un complesso sportivo denominato “Una nuova città per lo sport”, articolato in vari edifici inseriti in un’area sita in un comune della Provincia di Como.

Questo lavoro si propone di dimostrare come uno studio attento all’innovazione ed alla sostenibilità sia in grado di minimizzare l’impatto ambientale e di incidere significativamente sul cosiddetto costo globale dell’intervento. Il tentativo è stato quello di valorizzazione tutta una serie di principi fondamentali (come l’ombreggiamento, la ventilazione, l’isolamento termico, il raffrescamento, la deumidificazione, la protezione dalle precipitazioni, la riduzione delle dispersioni termiche, l’illuminamento naturale) e di instaurare una relazione tra consistenza formale e funzionamento del sistema costruito in grado di esprimere i caratteri del rispetto ecologico e del miglioramento delle condizioni di vivibilità senza dovere, per questo, accettare il prezzo di una riduzione dei valori qualitativi ed estetici.

Il lavoro si compone di 5 capitoli che, partendo da una panoramica introduttiva riguardante lo scenario culturale generale, esamina il contesto territoriale ed urbanistico nel quale è inserito il progetto, propone i caratteri dell’intervento edilizio ed approfondisce gli aspetti tecnici e tecnologici di un edificio in particolare (la piscina coperta). Diversi elaborati posti in appendice illustrano nel dettaglio le soluzioni strutturali ed impiantistiche adottate, mentre un consistente apparato grafico supporta la trattazione ed evidenzia le scelte formali scaturite.

Abstract

Bioarchitecture can be defined as an approach to construction with an ecological attitude towards the ecosystem. From a wider interdisciplinary point of view, as well as a moderate use of resources, bioarchitecture tends to integrate human activities into pre-existing environmental realities and natural phenomena. This happens in order to realise an improvement of the present and future quality of life.

The first significant events in bioarchitecture developed, during the mid-Seventies, from the activity of those researchers, who did not support the use of toxic materials in construction. From the end of the Eighties, bioarchitecture has tried to mix the results of various disciplines, by considering philosophical based researches; and pre-existing designing methods, like organic architecture.

Apart from usual aesthetical and methodological matters, the most common problems are related to buildings where the entire structure -born as a "reactive" system able to adapt through time to external conditions- is the structural and technical solution to local climate problems. When it comes to environment, in new-generation buildings it is common the experimentation of the highest performing and cost-saving materials alongside with those having the most reduced environmental impacts. This means that production processes of the material itself, such as energetic and shipping costs, and costs related to eventual emissions into the atmosphere are taken into consideration. In addition, it means substituting traditional chemical materials with natural products, by respecting principles of sustainability and aiming to a well-balanced interaction between environment and building.

The project of this thesis consists in a designing proposal of an Arena called *Una nuova città per lo sport* (i.e. a new town for sports), divided into various blocks located in Como. This project aims to show that innovation and sustainability are able to reduce environmental impacts and significantly modify the final cost both by endorsing fundamental principles (such as shadows, ventilation, thermic insulation, cooling, dehumidification, protection against rainfalls, reduction of thermic dispersions, natural lights, etc.) and by creating a relationship between the structural consistency and the function of the building. All these aspects, should express environmental respect and improvements in life, without reducing quality and aesthetics.

The project is divided in 5 chapters, starting from an introduction to the cultural background. It studies the territorial and urban contexts of the building and it explains the architectural interventions, by analysing technical and technological aspects of a building - in particular, the covered swimming pool.

Various documents in the appendix show in details the structural and plant engineering solutions, while a solid graphic structure supports the thesis and underlines the structural decisions taken.

Indice dei contenuti

UNA NUOVA CITTA' PER LO SPORT UN PROGETTO PER LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE.....	I
RINGRAZIAMENTI	I
SINTESI.....	III
ABSTRACT	V
INDICE DEI CONTENUTI	VII
INDICE DELLE FIGURE.....	X
INDICE DELLE TABELLE.....	XII
INDICE DELLE TAVOLE	XIII
CAPITOLO 1 INTRODUZIONE	17
1.1 LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE.....	17
1.1.1 <i>Modelli epistemologici e immagini della Natura - Cenni</i>	17
1.1.2 <i>Sviluppo e progresso – La sostenibilità</i>	21
1.1.3 <i>Dall'etica dei principi all'etica della Responsabilità</i>	24
1.2 IL PENSIERO ECOLOGICO.....	30
1.2.1 <i>Il pensiero ecologico</i>	30
1.2.2 <i>Filosofia e Ambiente</i>	31
1.2.3 <i>Progettare secondo Natura</i>	34
1.3 LA BIOARCHITETTURA – CONCETTI GENERALI.....	38
1.4 LA BIOARCHITETTURA - PRINCIPI.....	40
CAPITOLO 2 IL CONTESTO TERRITORIALE ED URBANISTICO	47
2.1 IL COMUNE DI ROVELLO PORRO.....	47
2.1.1 <i>Cenni storici</i>	47
2.1.2 <i>I caratteri generali del territorio</i>	49
2.1.3 <i>Ambiente fisico e paesaggio</i>	50

2.1.4	Andamento demografico.....	51
2.1.5	Caratteri morfologici e distributivi del costruito.....	51
2.2	IL SISTEMA DEI COLLEGAMENTI.....	53
2.2.1	Il sistema della mobilità.....	53
2.2.2	Il sistema della mobilità dolce.....	54
2.3	IL BACINO DI UTENZA.....	57
2.3.1	Definizione del bacino territoriale di riferimento.....	57
2.3.2	Principali caratteristiche socio-demografiche.....	68
2.3.3	Attività sportiva e potenziali utenti.....	69
2.4	IL SISTEMA DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....	77
2.4.1	Il Piano di Governo del Territorio (PGT).....	78
2.4.2	Il piano di classificazione acustica.....	86
2.4.3	Il Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU).....	88
CAPITOLO 3 L'INTERVENTO EDILIZIO.....		91
3.1	IL MASTEPLAN.....	91
3.1.1	Introduzione – Obiettivi del progetto.....	91
3.1.2	Area di intervento. Inquadramento territoriale ed ambientale.....	95
3.1.3	Il sistema di accessi.....	102
3.1.4	La struttura del masterplan. Destinazioni funzionali ed edifici.....	104
3.2	GLI EDIFICI.....	107
3.2.1	Edificio 1 – Reception.....	107
3.2.2	Edificio 2 – Clubhouse.....	107
3.2.3	Edificio 3 – Struttura polifunzionale.....	108
3.2.4	Edificio 4 – Fitness.....	108
3.2.5	Edificio 5 – Piscina coperta.....	109
CAPITOLO 4 LA PISCINA COPERTA.....		111
4.1	CARATTERI GENERALI.....	111
4.1.1	Lo schema di progetto.....	111
4.1.2	Lo schema costruttivo.....	115
4.2	L'ORGANISMO ARCHITETTONICO.....	125
4.3	LA STRUTTURA.....	128
4.3.1	Il legno lamellare – Ragioni di una scelta.....	128
4.3.2	Il modello strutturale – Dimensionamento del sistema strutturale e verifiche ..	131
4.3.3	Le soluzioni per la protezione e la durabilità.....	133
4.3.4	Le soluzioni per la resistenza al fuoco.....	140
4.3.5	Ipotesi per la fase esecutiva.....	141

4.4 L'INVOLUCRO	141
4.4.1 Superfici opache	141
4.4.2 Superfici trasparenti	142
4.5 LA COPERTURA	145
4.5.1 Lo zinco-titanio. Le ragioni di una scelta	145
4.5.2 La sottostruttura.Considerazioni generali.	146
4.5.3 La stratigrafia di progetto.	152
4.6 GLI IMPIANTI	157
4.6.1 L'impianto meccanico ed idricosanitario	157
4.6.2 L'impianto elettrico	165
4.7 IL BENESSERE ACUSTICO.....	165
4.7.1 Concetti generali.....	165
4.7.2 Esigenza acustica per ambienti sportivi: piscine.....	174
4.7.3 Soluzioni adottate per il miglioramento del comfort acustico interno.....	176
4.7.4 Classificazione degli ambienti sportivi e limiti di legge.....	179
4.7.5 Valutazione dei requisiti acustici passivi: potere fonoisolante apparente di partizioni divisorie	180
CAPITOLO 5 CONCLUSIONI	181
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	185
APPENDICE A DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL SISTEMA STRUTTURALE.....	191
APPENDICE B GLI IMPIANTI MECCANICI.....	247
APPENDICE C – GLI IMPIANTI ELETTRICI.....	299
APPENDICE D – L'INVOLUCRO TRASPARENTE.....	309

Indice delle figure

Figura 2.1 – Il Comune di Rovello Porro nella pianura lombarda	48
Figura 2.2 – Comune di Rovello Porro. Confini	49
Figura 2.3 – Il territorio del comune di Rovello Porro	52
Figura 2.4 – Andamento demografico	52
Figura 2.5 – La rete autostradale	55
Figura 2.6 – Dettaglio del tracciato dell’Autostrada Pedemontana Lombarda	56
Figura 2.7 – La rete ferroviaria	58
Figura 2.8 – Il Parco del Lura	59
Figura 2.9 – Inserimento del bacino di utenza nella pianura lombarda	63
Figura 2.10 – Il bacino di utenza articolato per isocrone-auto	64
Figura 2.11 – Composizione del bacino per provincia	65
Figura 2.12 – Ripartizione del bacino di utenza per isocrone	68
Figura 2.13 – Ripartizione degli utenti del bacino di utenza per disciplina sportiva	77
Figura 2.14 – Piano di Governo del Territorio – Tavola di sintesi	79
Figura 2.15 – Piano di Governo del Territorio – Tavola delle previsioni di Piano	80
Figura 2.16 – Piano di Governo del Territorio – Progetto	81
Figura 2.17 – Piano di Governo del Territorio – Rete ciclabile	82
Figura 2.18 – Area oggetto di intervento – Estratto Tavola 3 PGT	83
Figura 2.19 - Area oggetto di intervento – Estratto Tavola 2 PGT	84
Figura 2.20 – Piano di classificazione acustica	89
Figura 2.21 – Piano di classificazione acustica – Estratto planimetrico	90
Figura 3.1 – L’area di intervento	96
Figura 3.2 – L’area ed il centro urbano	96
Figura 3.3 – L’avvicinamento al sito da Via Madonna (lato sud)	97
Figura 3.4 – L’avvicinamento da Via Madonna. Vista della recinzione (lato sud)	97
Figura 3.5 – Vista degli spogliatoi da Via Madonna (lato sud)	98
Figura 3.6 – Vista della Via Ariosto (lato est)	98
Figura 3.7 – Vista del fronte su Via Madonna (lato sud)	99
Figura 3.8 – Vista dell’interno (verso nord)	100
Figura 3.9 – Vista dell’interno (verso nord)	100

Figura 3.10 – Vista dell'interno (verso ovest)	101
Figura 3.11 – Vista dell'interno (verso ovest)	101
Figura 3.12 – Vista dell'interno (verso nord).	102
Figura 3.13 – Rete ciclabile	103
Figura 3.14 – L'assetto viabilistico	103
Figura 3.15 – Organizzazione planimetrica. Assi compositivi	105
Figura 4.1 – Diagramma solare	112
Figura 4.2 – Interramento parziale del fabbricato	116
Figura 4.3 – Sala nautica	116
Figura 4.4 – Spogliatoi e vani tecnici	117
Figura 4.5 – Collegamenti verticali	118
Figura 4.6 - Tribune	119
Figura 4.7 – Sala stampa e ufficio direzionale	119
Figura 4.8 - Accoglienza	120
Figura 4.9 – Tunnel di collegamento	121
Figura 4.10 – Archi	121
Figura 4.11 – Travi principali	122
Figura 4.12 – Travi secondarie	123
Figura 4.13 - Copertura	124
Figura 4.14 – Involucro verticale	124
Figura 4.15 – Modello strutturale	132
Figura 4.16 – Esempio di rappresentazione grafica degli spostamenti	133
Figura 4.17 – Criteri di miglioramento della durabilità	135
Figura 4.18 – Soluzione adottata per la riduzione del rischio di assorbimento di acqua nella zona di estremità delle travi secondarie	138
Figura 4.19 – Soluzione adottata per l'appoggio dell'arco sul plinto	139
Figura 4.20 - Soluzione adottata per la protezione degli archi	139
Figura 4.21 – Copertura – Dettaglio gronda	153
Figura 4.22 – Copertura – Canale di gronda intermedio	154
Figura 4.23 – Copertura - Colmo	155
Figura 4.24 - Ripartizione della potenza sonora incidente su una partizione	168
Figura 4.25 - Valori ottimi del tempo di riverberazione a 500 Hz	172
Figura 4.26 - Valori ottimi del tempo di riverbero	172
Figura 4.27 - Immagine relativa alla differenza tra percorso diretto e riflesso	174
Figura 4.28 - Esempio di pannelli posizionati sulle pareti	177
Figura 4.29 - Esempio di pannelli posizionati tra le travi	178
Figura 4.30 - Soluzione adottata per l'ambiente accoglienza	178
Figura 4.31 - Soluzione adottata per la sala natatoria	179

Indice delle tabelle

Tabella 1.1 – Requisiti caratterizzanti l’approccio bioclimatico alla progettazione	46
Tabella 2.1 - Parco del Lura – Pista ciclopedonale – Direzione Sud/Nord	60
Tabella 2.2 – Composizione del bacino per provincia	65
Tabella 2.3 – Elenco dei comuni facenti parte del bacino di utenza e loro ripartizione per isocrone	66
Tabella 2.4 – Ripartizione della popolazione lombarda per età	69
Tabella 2.5 – Ripartizione della popolazione del bacino di utenza per età e numero di abitanti	69
Tabella 2.6 – Persone di tre anni e più che praticano sport con continuità per regione, ripartizione geografica e tipo di comune – Anno 2006	71
Tabella 2.7 – Persone di 6 anni e più che praticano sport, qualche attività fisica e persone non praticanti per classe di età e titolo di studio – Anno 2006	73
Tabella 2.8 – Attività sportiva ripartita per sport e contesto geografico – Anno 2006 (dati percentuali)	75
Tabella 2.9 – Individuazione dei potenziali utenti riferiti al bacino di utenza e ripartiti per disciplina sportiva	76

Indice delle tavole

TAVOLA 0	-	Masterplan. Schema sezioni
TAVOLA 1	-	Masterplan. Edifici e destinazioni funzionali
TAVOLA 2	-	Masterplan. Sezione A-A
TAVOLA 3	-	Masterplan. Sezione B-B
TAVOLA 4	-	Masterplan. Sezione C-C
TAVOLA 5	-	Masterplan. Schema volumetrico
TAVOLA 6	-	Masterplan. Schema volumetrico
TAVOLA 7	-	Masterplan. Schema volumetrico
TAVOLA 8	-	Masterplan. Reception. Vista prospettica
TAVOLA 9	-	Masterplan. Reception. Vista prospettica
TAVOLA 10	-	Masterplan. Reception e Clubhouse. Vista prospettica
TAVOLA 11	-	Masterplan. Clubhouse. Vista prospettica
TAVOLA 12	-	Masterplan. Clubhouse. Vista prospettica
TAVOLA 13	-	Masterplan. Clubhouse e piscina. Vista prospettica
TAVOLA 14	-	Masterplan. Piscina. Vista prospettica
TAVOLA 15	-	Masterplan. Piscina. Vista prospettica
TAVOLA 16	-	Masterplan. Clubhouse-Piscina-Fitness. Vista prospettica
TAVOLA 17	-	Masterplan. Fitness. Vista prospettica
TAVOLA 18	-	Masterplan. Fitness. Vista prospettica
TAVOLA 19	-	Masterplan. Edificio multifunzionale. Vista prospettica
TAVOLA 20	-	Masterplan. Edificio multifunzionale. Vista prospettica
TAVOLA 21	-	Masterplan. Reception. Prospetto sud
TAVOLA 22	-	Masterplan. Reception. Prospetto ovest
TAVOLA 23	-	Masterplan. Clubhouse. Prospetto nord
TAVOLA 24	-	Masterplan. Clubhouse. Prospetto ovest
TAVOLA 25	-	Masterplan. Edificio multifunzione. Schema assonometrico
TAVOLA 26	-	Masterplan. Fitness. Prospetto ovest
TAVOLA 27	-	Masterplan. Fitness. Prospetto sud
TAVOLA 28	-	Piscina. Schema di progetto
TAVOLA 29	-	Piscina. Pianta livello -1 Quota -3,17

TAVOLA 30	-	Piscina. Pianta livello o Quota 0,00
TAVOLA 31	-	Piscina. Pianta copertura
TAVOLA 32	-	Piscina. Prospetto est
TAVOLA 33	-	Piscina. Prospetto sud
TAVOLA 34	-	Piscina. Prospetto ovest
TAVOLA 35	-	Piscina. Prospetto nord
TAVOLA 36	-	Piscina. Sezione D-D
TAVOLA 37	-	Piscina. Sezione I-I
TAVOLA 38	-	Piscina. Sezione L-L
TAVOLA 39	-	Piscina. Sezione N-N
TAVOLA 40	-	Piscina. Modello strutturale
TAVOLA 41	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Particolare
TAVOLA 42	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Sezione orizzontale. Particolare
TAVOLA 43	-	Piscina. Involucro. Particolare costruttivo
TAVOLA 44	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Sezione verticale
TAVOLA 45	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Particolare 1
TAVOLA 46	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Particolare 2
TAVOLA 47	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Particolare 3
TAVOLA 48	-	Piscina. Involucro. Prospetto ovest. Particolare 4
TAVOLA 49	-	Piscina. Involucro. Prospetto sud. Sezione verticale
TAVOLA 50	-	Piscina. Involucro. Prospetto sud. Particolare 1
TAVOLA 51	-	Piscina. Involucro. Prospetto sud. Particolare 2
TAVOLA 52	-	Piscina. Involucro. Prospetto sud. Particolare 3
TAVOLA 53	-	Piscina. Copertura. Particolare 1
TAVOLA 54	-	Piscina. Copertura. Particolare 2
TAVOLA 55	-	Piscina. Copertura. Particolare 3
TAVOLA 56	-	Piscina. Impianto meccanico. Schema di principio
TAVOLA 57	-	Piscina. Impianto meccanico. Schema funzionale
TAVOLA 58	-	Piscina. Impianto meccanico. Schema dei recuperi energetici
TAVOLA 59	-	Piscina. Impianto meccanico. Schema centrale idrica
TAVOLA 60	-	Piscina. Impianto elettrico. Schema generale
TAVOLA 61	-	Render. Vista zenitale
TAVOLA 62	-	Render. Vista 1
TAVOLA 63	-	Render. Vista 2
TAVOLA 64	-	Render. Vista 3
TAVOLA 65	-	Render. Vista 4
TAVOLA 66	-	Render. Vista 5
TAVOLA 67	-	Render. Vista 6

TAVOLA 68	-	Render. Vista 7
TAVOLA 69	-	Render. Vista 8
TAVOLA 70	-	Render. Vista 9
TAVOLA 71	-	Render. Vista 10
TAVOLA 72	-	Render. Vista 11

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

La sostenibilità ambientale – Il pensiero ecologico – La Bioarchitettura

1.1 La sostenibilità ambientale

1.1.1 Modelli epistemologici e immagini della Natura - Cenni

Parlare di sostenibilità ambientale implica parlare di Ecologia e questo ci porta necessariamente a dovere occuparci di una visione complessiva del mondo.

Volendo richiamare, seppur sommariamente, i punti principali delle diverse metodologie di approccio alla realtà fisica che ci circonda, noteremo come la comunità scientifica abbia visto nel corso dei secoli alternarsi al suo interno differenti paradigmi¹, spesso anche attraverso improvvise rotture.

Il pensiero occidentale è stato dominato per secoli dalla filosofia aristotelica ma è a partire dal sedicesimo secolo che si assiste a un mutamento radicale che segna il passaggio dall'antica concezione di un universo organico e vivente a quella di un mondo-macchina. La cosiddetta rivoluzione scientifica del '600, determinata in gran parte dalle conquiste in ambito matematico, fisico ed astronomico ottenute da Copernico, Cartesio, Galileo e Newton, demolisce la visione classica dell'universo per giungere a una nuova visione che invece si incentra sulle leggi di funzionamento del cosmo e della natura. Il mondo che ci circonda viene visto come un' enorme "macchina", dotata di proprie leggi e principi che si possono individuare e conoscere meglio attraverso il metodo sperimentale. Cartesio separa la *res extensa* dalla *res cogitans*, cioè la

¹ Il concetto di paradigma scientifico venne formulato nel 1962 dal filosofo della scienza T. Kuhn (1922-1996) con la pubblicazione di *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Per paradigma si intende una costellazione di principi, leggi e metodi condivisi da una comunità scientifica. I paradigmi secondo Kuhn sono incommensurabili, cioè non conciliabili tra loro e il passaggio da uno all'altro avviene attraverso fratture discontinue e rivoluzionarie che portano a profondi cambiamenti in tutti gli ambiti della vita.

materia dallo spirito. Per il filosofo francese l'Uomo è l'unico essere dotato di entrambe: ha un corpo il cui funzionamento è descrivibile in termini meccanici ma possiede anche una mente, sede del pensiero. Questo lo rende diverso e superiore a tutto il resto della Natura la quale, invece, è costituita esclusivamente da elementi materiali. La Natura, dunque, è una grande macchina governata da precise leggi matematiche che l'Uomo può conoscere e dominare.

Il meccanicismo cartesiano è un approccio decisamente riduzionista perché pretende di spiegare il funzionamento di un sistema partendo dallo studio delle sue singole componenti. Per scoprire con quali meccanismi operi il mondo naturale gli scienziati devono pertanto attuare una minuziosa analisi delle sue singole parti. Essi adottano quello che viene definito metodo scientifico, che consiste nel sottoporre ad analisi parti di un fenomeno o di un oggetto e verificare le ipotesi iniziali mediante esperimenti. Il mondo che la maggior parte degli scienziati osserva è, dunque, lineare, semplice, regolare e matematicamente prevedibile e, di conseguenza, controllabile. In realtà l'oggetto sottoposto a sperimentazione si rivela diverso da quello che si intendeva indagare perché la decontestualizzazione che il metodo empirico comporta lo priva di tutte le connessioni e relazioni che esso ha nel suo ambiente originario e che ne influenzano il comportamento.

Anche le osservazioni astronomiche condotte da Galileo e Newton portano alla definizione di un cosmo ordinato e storico, simile in tutte le sue parti e in tutti i suoi istanti. L'immagine di un cosmo chiuso prevale su quella di un universo infinito e il moto periodico e ripetitivo dei pianeti diventa il modello per le traiettorie regolari della meccanica razionale.

Nonostante agli inizi del diciannovesimo secolo si diffonda in Europa la corrente del Romanticismo, orientata a una comprensione qualitativa della vita che, riprendendo la tradizione aristotelica, concepisce la Natura come un'entità vivente, la concezione meccanicista rimane il paradigma imperante in ambito scientifico, anche se alla fine del secolo un'opposizione interessante viene avanzata da una nuova corrente biologica definita organicista. L'embriologo tedesco Hans Driesch², grazie ad un esperimento, si rende conto che alcuni organismi viventi sono in grado di rigenerare degli interi a partire da alcune delle loro parti. Questa scoperta sovverte i canoni di analisi sino a quel momento ritenuti universalmente validi e genera una visione nuova, per certi versi diametralmente opposta a quella precedente. I biologi organicisti si trovavano così a "sfidare" l'analogia cartesiana della macchina ed a cercare di interpretare la forma biologica in termini di organizzazione in senso più ampio. Alcune delle loro intuizioni sono oggi alla base della nuova concezione sistemica. È infatti la biologia con i suoi fenomeni a indurre gli scienziati degli anni Venti del secolo scorso a osservare gli organismi viventi in modo "sistemico". Il nuovo approccio sistemico allo studio dei fenomeni naturali inizia a farsi strada quando ci si rende conto che non è possibile studiare e comprendere i sistemi servendosi del metodo analitico. La biologia

² Hans Adolf Eduard Driesch (1867 – 1941) è stato un biologo e filosofo tedesco le cui ricerche nel campo dell'embriologia sperimentale, di cui fu uno dei pionieri (condotte sul riccio di mare alla Stazione zoologica di Napoli fra il 1891 ed il 1900), contribuirono al suo tentativo di creare una filosofia su base scientifica per spiegare la vita ed i suoi fenomeni. Secondo Driesch, esiste un principio vitale non meccanicistico, immateriale, superindividuale e soprapersonale che rappresenta la finalità della natura, la potenzialità biologica e perciò è la causa dello sviluppo e dell'evoluzione dei viventi, dell'individualità di ciascun organismo.

ci dice infatti che la Natura appare come una trama complessa di relazioni fra le varie parti di un tutto unificato poiché è strutturata su differenti livelli di complessità. Ciò comporta che a ogni livello superiore si riscontrino proprietà ("proprietà emergenti") inesistenti al livello inferiore delle unità componenti. Le parti di cui è composto un sistema, dunque, possono essere comprese solo nel contesto di un insieme più ampio. Risulta evidente come questa impostazione, rivoluzionaria per molti versi, veda, rispetto alla visione cartesiana, il rapporto tra il tutto e le parti in maniera completamente rovesciata. L'approccio sistemico avrà una naturale ricaduta nel campo dell'ecologia e nel prosieguo della presente trattazione si avrà modo di evidenziare come il concetto generale sopra richiamato sia alla base della Bioarchitettura.

E' sicuramente opportuno, a questo punto, fare una piccola digressione per chiarire l'esatta accezione di alcuni termini che non sempre vengono impiegati correttamente. L'Ecologia (dal greco: οἶκος, oikos, "casa" o anche "ambiente"; e λόγος, logos, "discorso" o "studio") è la disciplina che studia l'ecosfera ossia la porzione della Terra in cui è presente la vita in aggregati (sistemici) detti "ecosistemi", le cui caratteristiche sono determinate dall'interazione degli organismi tra loro e con l'ambiente circostante o ancora porzioni dell'ecosfera stessa. Il termine "ecologia" fu coniato dal biologo tedesco Ernst Haeckel³ nel 1866. Egli la definì come "l'insieme di conoscenze che riguardano l'economia della natura, l'indagine del complesso delle relazioni di un animale con il suo contesto sia inorganico sia organico, comprendente soprattutto le sue relazioni positive e negative con gli animali e le piante con cui viene direttamente o indirettamente a contatto". È necessario puntualizzare la differenza tra il termine "ecologia" portato alla ribalta dal movimento ambientalista negli anni '60 e '70, ed il corretto significato scientifico dell'Ecologia, che fino ad allora era stata familiare solo ad un gruppo ristretto di accademici e biologi. Per gli ambientalisti l'Ecologia è la disciplina in grado di fornire una "guida" per le relazioni dell'uomo con il proprio ambiente e, con la diffusione del movimento, divenne un termine utilizzato quotidianamente e spesso impropriamente. Tale tendenza si manifesta ancora oggi, confondendo spesso erroneamente l'Ecologia con l'Ambiente, con la conservazione della Natura o con altri concetti e studi simili. La definizione di Ecologia quindi è ben diversa da quella che la maggior parte della gente dà convenzionalmente al termine.

L'Ecologia, da intendersi dunque come un complesso organico di conoscenze, si costituisce come disciplina autonoma proprio in seguito alla scoperta che gli organismi vivono in comunità organizzate e intessono tra loro e con il loro ambiente fitte e importanti relazioni così da dare vita a un ecosistema: una comunità, dunque, costituita dagli organismi, dal loro ambiente di vita e dal loro continuo interagire. L'Ecologia fornisce al nascente pensiero sistemico i concetti di comunità e di rete attraverso la visione di una comunità ecologica come unione di organismi, legati in un tutto funzionante dalle loro relazioni reciproche.

³ Ernst Heinrich Haeckel (1834 –1919) è stato un biologo, zoologo e filosofo tedesco. È noto soprattutto per la sua "legge biogenetica fondamentale" e per la "teoria della gastrea". Tuttavia non meno importanti sono la "teoria del carbonio" per l'origine della vita e quella della "legge della sostanza". Haeckel è anche l'inventore del termine "ecologia".

I sistemici estendono il modello di rete a tutti i livelli dei sistemi considerando gli organismi come reti di cellule, organi e sistemi di organi, proprio come gli ecosistemi sono interpretati come reti di organismi individuali. La concezione dei sistemi viventi come reti fornisce una prospettiva, fino a quel momento insolita, sulle cosiddette «gerarchie» in Natura. Poiché a ogni livello i sistemi viventi sono reti, dobbiamo visualizzare la trama della vita come un complesso di sistemi viventi (reti) che interagiscono in una struttura a rete con altri sistemi (reti). In altre parole, la trama della vita è fatta di reti all'interno di reti.

Il paradigma olistico⁴ (o ecologico) inaugura un nuovo modo di pensare in termini di connessioni, relazioni e contesto, in accordo con la forma della Natura e necessita di un vero e proprio cambiamento di mentalità.

Il pensiero sistemico poggia su tre principi:

- il tutto è altro dalla semplice somma delle sue parti;
- esiste una gerarchia di livelli di organizzazione tale per cui ai livelli superiori si riscontrano proprietà inesistenti a quelli inferiori. Pertanto è illusorio credere di poter conoscere il tutto attraverso una minuziosa analisi delle parti;
- l'osservatore è parte integrante del campo osservato.

Dei primi due punti abbiamo già parlato. Per quanto riguarda l'ultimo, invece, possiamo affermare che la comparsa del pensiero sistemico genera una profonda rivoluzione nel mondo scientifico occidentale. Alla luce delle nuove scoperte, il metodo scientifico perde validità perché i suoi tentativi di osservare oggettivamente i fenomeni e di condurre alla formulazione di leggi universali appaiono interamente illusori. Il rapporto tra soggetto e oggetto della conoscenza è interattivo: lo scienziato non è più un osservatore imparziale ma parte della stessa Natura che osserva e che egli, con il suo sguardo, modifica. La conoscenza nasce dal rapporto tra soggetto e oggetto, è un fenomeno intersoggettivo, è un evento irripetibile e, dunque, non esistono più schemi interpretativi codificati e statici. Non ci sono certezze monolitiche, non esiste una verità assoluta, oggettiva ed eterna, bensì conoscenze approssimate e diversi punti di vista hanno la loro ragion d'essere, sono "veri" e la loro pluralità è irriducibile.

Di fronte alla complessità dei problemi odierni, il metodo analitico e la sua scomposizione della realtà in frammenti si rivelano rischiosi mentre l'approccio sistemico si dimostra indispensabile per ottenere una comprensione reale e profonda, mai banale e riduttiva, per cogliere le interconnessioni e gli intrecci. La teoria sistemica non ci fornisce solo una spiegazione affascinante e approfondita della Vita ma, come vedremo in seguito, ci offre anche numerosi suggerimenti per far sì che la Vita stessa del pianeta possa continuare nonostante le numerose crisi causate dal comportamento umano.

⁴ La scienza olistica è un paradigma scientifico che enfatizza lo studio dei sistemi complessi. Non è una disciplina scientifica in sé stessa, ma definisce piuttosto un approccio filosofico in cui viene considerato il principio di emergenza nell'applicare il metodo scientifico, spesso utilizzando un metodo ampiamente interdisciplinare o multidisciplinare. Questo approccio è in contrasto con la tradizione puramente analitica, che si propone di interpretare i sistemi complessi dividendoli nelle loro componenti e studiandone separatamente le proprietà.

1.1.2 Sviluppo e progresso – La sostenibilità

Da un punto di vista etimologico, il termine progresso (dal latino *progredior*, andare avanti) indica genericamente lo sviluppo dell'uomo nella sua storia concepita come un lineare procedere, dove i miglioramenti, presupposti come prevalenti rispetto alle interruzioni ed agli arretramenti, si accumulano per determinare condizioni positivamente avanzate della vita umana, e ciò sia in termini materiali che spirituali. Per progresso comunemente si intende, pertanto, un cammino in avanti e soprattutto un graduale avanzamento verso qualcosa di migliore. Tale concetto è applicato principalmente alla storia umana e alla conoscenza, entrambi visti come un accrescimento continuo, unilineare e illimitato.

Nel pensiero antico l'idea di progresso era però assente e ciò per la prevalenza di una concezione della storia umana vista come un allontanamento da una mitica "età dell'oro", dopo la quale non si poteva evitare di pensare, piuttosto, ad un regresso dovuto alle manchevolezze della natura umana, allontanatasi sempre più dall'originale bontà dell'uomo primigenio. La negazione di ogni progresso era ancora nell'antica concezione di origine orientale di una storia vista come una via circolare percorsa dall'uomo che, in un apparente progresso, tornava invece sempre sui suoi passi iniziali, in un susseguirsi di avvenimenti sempre uguali, così come accade nel naturale corso del ciclo delle stagioni. Ancora oggi nelle culture orientali l'idea di progresso consiste nell'aumento della percezione e della serenità mentale, mentre nelle culture animiste essa non esiste perché in tali civiltà si cerca di lasciare alle generazioni successive il mondo nello stesso stato in cui lo si è ricevuto e perché la sua manipolazione provocherebbe un'alterazione del sacro e di se stessi. L'idea del progresso, così come è comunemente intesa nella società occidentale, nasce con la concezione cristiana, ereditata dalla cultura ebraica, della storia intesa come un susseguirsi di avvenimenti che procedono verso un "meglio" che non si limita al tempo umano ma prosegue, secondo una riflessione escatologica, verso l'infinito trascendente con la salvezza come ultima meta.

Anche gli Illuministi considerano il concetto di progresso che interpretano, però, secondo una concezione laica della storia, nella convinzione che le arti e le scienze possano portare a un miglioramento dell'uomo. E' proprio la corrente illuminista a diffondere una profonda fede nel progresso in ogni ambito della vita e a consentire lo sviluppo tecnico-scientifico in grado di gettare le basi per la successiva Rivoluzione Industriale. Ed è a questo punto della storia che il progresso rivela la sua ambiguità perché se, da un lato, consente un miglioramento delle condizioni di vita, dall'altro peggiora l'esistenza con numerosi regressi come l'inquinamento di aria, acqua e suolo, lo sviluppo di nuove malattie e lo spreco di risorse.

L'evoluzionismo darwiniano muta ulteriormente l'idea del progresso come avanzamento necessario della storia verso una meta desiderabile riducendolo a una successione interminabile e senza scopo priva di significati metafisici.

Il ventesimo secolo e tutti i suoi drammi distruggono definitivamente l'idea di progresso e la presunzione che esso possa eliminare ignoranza, ingiustizie e malattie rendendo per sempre felice

l'Uomo. La modernità e la razionalità scientifica sono accusate di portare ad una "nuova età primitiva", di essere le cause di alienazione e perdita dei valori.

In ambito scientifico il progresso si presenta nei panni di una sempre maggiore specializzazione e in una forte frammentazione del sapere che diventa esoterico, comunicabile solo fra esperti. La reazione in ambito epistemologico porta a rivedere l'idea di progresso e ad affermare che avanzare non corrisponde necessariamente a migliorare e che il concetto di "migliore" non è un valore assoluto: progressi e regressi della scienza dovranno essere valutati rispetto a ogni singolo caso.

È la Scuola di Francoforte ad affermare che l'eccesso di razionalizzazione presente nella società moderna ha condotto l'umanità a una nuova barbarie, il cui culmine è rappresentato dalle guerre mondiali e dall'olocausto.

Nonostante la profonda rivisitazione in ambito filosofico del concetto di progresso, ancora oggi la sua visione positivista resta imperante in ambito scientifico.

L'ambientalista Goldsmith⁵, assimilando l'evoluzione alla "via che serve a mantenere l'ordine cruciale e la stabilità dell'ecosfera", identifica il progresso, o anti-evoluzione, con "l'anti-via", che serve a sconvolgere l'ordine cruciale dell'ecosfera e a ridurre la stabilità (Goldsmith, 1994). Via via che i sistemi biologici e sociali si sviluppano diventano più complessi e diversificati. Ciò consente loro di mantenersi in equilibrio stabile e di resistere ad aggressioni esterne. Lo sviluppo economico e tecnologico però fa sì che il nostro ambiente sociale e fisico si discosti dal livello ottimale. "I danni causati alla biosfera dallo sviluppo economico o progresso stanno modificando l'ambiente che [...] oggi somiglia sempre meno a quello al quale siamo stati adattati dalla nostra evoluzione...". Oggi mangiamo cibi contaminati da sostanze chimiche usate in agricoltura, respiriamo aria inquinata e soffriamo per nuove malattie. Ma non solo. Lo sviluppo economico è alla base della disgregazione delle famiglie e delle comunità, dell'alienazione dovuta alla privazione di ambienti sociali e naturali soddisfacenti. La qualità della vita decresce, i luoghi diventano brutti e aumentano forme di comportamento patologico come alcoolismo, delinquenza, suicidio. Quando arriva il concetto di sviluppo economico, scompaiono l'equilibrio dell'animo e l'armonia del mondo perché in realtà, la crescita materiale di qualcosa è sempre accompagnata dal degrado di qualcos'altro nello spazio o nel tempo. È dunque indispensabile invertire la rotta dello sviluppo occidentale e frenare il degrado ambientale. Una possibilità è data dal concetto di sviluppo sostenibile.

È difficile definire la sostenibilità, innanzitutto perché facendo riferimento a realtà dinamiche come l'Uomo e i sistemi naturali non si può avere nessuna garanzia di sostenibilità a lungo termine. È importantissimo di conseguenza avere un approccio conservativo in tutte le azioni che possano recare un danno all'Ambiente ed è fondamentale analizzare le azioni che hanno su di esso

⁵ Edward Goldsmith (1928 – 2009) è stato un ambientalista famoso a livello internazionale non solo per i suoi lavori "scientifici", ma soprattutto per le battaglie portate avanti in prima persona sul fronte ecologico e sociale. A titolo esemplificativo, ricordiamo i continui interventi di Goldsmith contro le azioni distruttive intraprese dalle grandi banche multilaterali, come la Banca Mondiale, e contro tutti quei programmi di sviluppo che prevedono la costruzione di dighe, di centrali nucleari, che producono devastazioni ambientali nelle foreste tropicali e così via. Inoltre, nel primo numero del 1985 della rivista da lui diretta e sostenuta, *The Ecologist*, aveva pubblicato una lettera aperta al presidente della Banca Mondiale di allora, R. Clausen, ritenendolo responsabile di sponsorizzare la povertà, la distruzione dell'ambiente e la fame nei paesi del terzo mondo.

un impatto, studiando con attenzione gli effetti percepibili di tali azioni e traendo rapidamente esperienza da eventuali errori.

Il termine sviluppo non può essere considerato sinonimo del termine crescita poiché mentre il primo si può riferire al cambiamento qualitativo di un sistema economico fisicamente non in crescita e in equilibrio dinamico con l'Ambiente, il secondo designa un'espansione quantitativa delle dimensioni fisiche del sistema economico. In base a questa definizione si può dichiarare che la Terra, essendo un sistema finito, non cresce ma si sviluppa. Il concetto di sviluppo sostenibile viene espresso per la prima volta nel 1987 nel Rapporto Brundtland (noto anche come Our Common Future): si tratta di uno "sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri". Questo concetto si afferma nel 1992 con la Conferenza ONU di Rio De Janeiro e si concretizza in modo sempre più specifico e locale con il V Programma d'azione dell'UE a favore dell'Ambiente, con la Carta di Aalborg del 1994 e con le Conferenze di Lisbona e Siviglia, rispettivamente del 1996 e 1998. È oggi uno dei principi di base nella definizione delle future politiche economiche, ambientali e sociali su scala globale e locale proprio perché sta ormai maturando sempre più rapidamente la consapevolezza che ogni attività umana (economica, politica o sociale) dipende dalla qualità delle interrelazioni tra la Società e la Natura e che la crescita economica di per sé non è sufficiente per garantire la qualità della vita. Lo sviluppo sostenibile presuppone quindi la conservazione del patrimonio naturale planetario e del suo equilibrio e la ridefinizione dei criteri di analisi costi/benefici nel breve, medio e lungo periodo in modo da chiarire le conseguenze dei consumi e distribuire ed utilizzare in modo equo le risorse. La Conferenza ONU di Rio De Janeiro, che vede la partecipazione dei rappresentanti di 173 Paesi, approva un importante documento denominato "Agenda 21". Agenda perché come tutte le agende fissa gli impegni per il futuro, 21 perché il futuro a cui guarda è il XXI secolo. Agenda 21 è il principale strumento di supporto alla decisione che viene utilizzato a livello mondiale (a livello locale su utilizza Agenda 21 Locale, secondo il principio "pensare globalmente, agire localmente") per promuovere la realizzazione di politiche di sviluppo sostenibile. Consta di 40 capitoli e nonostante il suo approccio ancora antropocentrico delinea un quadro esauriente delle caratteristiche dello sviluppo sostenibile.

I principi di sostenibilità propugnati possono essere così sintetizzati:

- rispettare ed avere cura di tutte le forme di vita;
- migliorare la qualità della vita;
- conservare la forza vitale e la diversità biologica della Terra;
- ridurre al minimo lo sfruttamento delle risorse non rinnovabili;
- rimanere nei limiti delle capacità di carico della Terra;
- cambiare atteggiamenti ed abitudini personali;
- le comunità devono avere cura del proprio Ambiente;
- prevedere un quadro di riferimento nazionale per l'integrazione di sviluppo e conservazione;
- creare un'alleanza mondiale.

Quelli richiesti dalla strategia dello sviluppo sostenibile sono profondi cambiamenti sia culturali che strutturali. Possiamo trovare in essi l'eco del paradigma sistemico. Occorre promuovere un nuovo modo di percepire e organizzare le conoscenze sull'Ambiente, non disconoscere più la sua complessità sistemica, le sue componenti antropiche e naturali profondamente interconnesse. Mentre si mostrano sempre più superati i tradizionali schemi di separazione delle discipline, emerge l'indispensabile esigenza di orchestrare i diversi campi del sapere che possono contribuire alla soluzione dei problemi ambientali. Altrettanto profondi devono essere i mutamenti nell'uso delle risorse, nei modi di produrre e di consumare e negli stili di vita. Lo sviluppo sostenibile presuppone inoltre un metodo di progettazione flessibile, orientativo, capace di una permanente auto-correzione e richiede una reale partecipazione e responsabilizzazione di tutti gli attori sociali, culturali, economici e politici interessati.

Purtroppo oggi non siamo ancora in grado di definire la sostenibilità di un'attività umana, nel lungo periodo, sui sistemi naturali. Possiamo solo tentare di farlo in base alle nostre attuali e parziali conoscenze. Quello che possiamo sicuramente fare è contribuire alla costruzione del nostro futuro e del nostro benessere mediante le nostre scelte, tentando di modificare attraverso di esse gli andamenti negativi. Solo questo ci consentirà di perseguire un nuovo progresso inteso come l'appropriazione delle più inestimabili ricchezze quali la bellezza del pianeta, il benessere psico-fisico, la pace e l'armonia tra gli uomini e tra tutte le forme di vita.

1.1.3 Dall'etica dei principi all'etica della Responsabilità

Come ogni branca del sapere, così anche l'etica ha subito numerose metamorfosi con il procedere del tempo e nelle differenti culture umane. Riferendoci al mondo occidentale possiamo inizialmente richiamare alla memoria la Grecia antica in cui l'etica stoica e quella aristotelica, seppure con alcune differenze, indicano di vivere "secondo natura" poiché ogni ente ha in sé un ordine razionale e necessario da perseguire nella vita per raggiungere il bene e la felicità. Uomo e Natura vivono in armonia e simbiosi ma soprattutto è la Natura e non l'Uomo la fonte della normatività morale. Con il trascorrere dei secoli tutto cambia. L'Uomo si svincola da questo tipo di rapporto con la Natura principalmente a causa dell'avvento del Cristianesimo. La dottrina che si diffonde non è quella professata da Gesù Cristo, insegnamento che per molti versi richiama le tradizioni orientali ispirate alla comprensione dell'unità del cosmo e al rispetto verso tutti i suoi componenti, bensì quella contenuta nel Vecchio Testamento. L'uomo occidentale ha impostato la sua esistenza sul mito delle origini contenuto nella Genesi. Derivano infatti da questo racconto molti caratteri del mondo moderno: il dominio umano su tutte le altre creature, l'esaltazione dello sviluppo e della crescita continua, la scansione settimanale del tempo e, di conseguenza, la netta divisione tra tempo libero e lavoro. Inoltre la presenza nella Bibbia di un popolo eletto e privilegiato da Dio consente e viene utilizzata per giustificare la presunta superiorità dell'Occidente sulle altre culture umane.

A partire dal Cinquecento e poi soprattutto con l'opera di Bacone nel Seicento, il progresso tecnico e scientifico stabilisce definitivamente il rapporto di dominio e sfruttamento tra Uomo e Natura. Dal punto di vista filosofico è Kant a fissare la contrapposizione tra Natura e Morale

affermando: “Due cose riempiono l’animo di ammirazione e venerazione sempre nuova e crescente: il cielo stellato sopra di me e la legge morale in me.” (Kant in Bartolommei, 1995). Kant esprime la considerazione che, mentre la visione del firmamento fa sentire l’Uomo quasi nullo di fronte all’imponenza del cosmo, la visione della legge morale lo innalza al di sopra di tutto il creato. “La natura cade fuori dall’universo morale”, a parere di Kant, “non già perché la morale è relativa ma perché la natura, che è empirica e quindi mutevole, non può di per sé garantire l’universalità e la necessità incondizionata della legge morale.” Il dominio umano sulla Natura è completo. E così l’Uomo prende da essa tutto ciò che gli serve: disbosca foreste, fora montagne, scava sempre più in profondità il suolo per estrarne tesori, spreca l’acqua, inquina l’aria con gli scarti delle proprie attività industriali, costruisce centrali nucleari... e così facendo provoca l’effetto serra, la desertificazione, estingue migliaia di specie vegetali e animali.

Quando i problemi diventano palesi ad ampi settori della popolazione, la sensibilità umana verso l’Ambiente comincia a raffinarsi e naturalmente le parallele trasformazioni in campo scientifico e la comparsa del paradigma sistemico hanno ripercussioni anche sul piano etico. Esso viene stimolato a ridefinire i propri principi e soprattutto a estendere il proprio campo: entrano a farne parte tutte le specie viventi presenti e future e la Terra stessa in tutto il suo complesso.

Alla fine degli anni Quaranta è l’ecologo statunitense Aldo Leopold ⁶, nella raccolta di saggi “*Almanacco di un mondo semplice*”, ad affermare per primo che la nascente scienza ecologica ha effetti di vasta portata poiché spinge alla formulazione di una nuova etica (l’etica della Terra) e ci fornisce parametri innovativi per valutare la moralità delle azioni umane. “L’ostacolo che deve essere rimosso per aprire la strada all’evoluzione di un’etica è semplicemente questo: smettere di pensare che un uso conveniente della Terra sia un problema esclusivamente economico; esaminare ogni circostanza nei termini di che cosa sia eticamente ed esteticamente giusto, come pure economicamente opportuno. È giusto ciò che tende a mantenere l’integrità, la stabilità e la bellezza della comunità biotica; è sbagliato ciò che ha una tendenza diversa” (Leopold, 1949). Nel periodo in cui scrive, Leopold osserva che non esiste ancora un’etica che consideri il rapporto dell’Uomo con la Terra al di là di questioni puramente economiche: “l’etica dell’uso della Terra è tuttora totalmente governata dal proprio interesse economico” e questo produce purtroppo un sistema ambientale debole poiché “la maggior parte della comunità terrestre non ha valore economico” per l’Uomo ma ha estrema importanza per l’integrità e l’equilibrio dell’ecosistema. L’Uomo non si rende ancora conto dei meccanismi con cui opera la Natura, delle sue complesse interdipendenze e del fatto che lui stesso è inserito in questa trama perfetta in cui le diverse comunità biotiche devono poter vivere in armonia e rispetto. Leopold ci spiega che la Terra ha una forte capacità di recupero ed è in grado di resistere agli attacchi umani ma solo se questi non sono troppo violenti. Affinché il comportamento umano non si manifesti con interventi eccessivamente

⁶ Aldo Leopold (1887 –1948) è stato un ecologo statunitense, ispiratore della moderna biologia di conservazione. La sua idea di etica della terra, spiegata nell’opera *Almanacco di un mondo semplice* pone una visione diversa dell’etica umana dove la terra non è più un semplice elemento da sfruttare, ma un vero e proprio organismo da tutelare e proteggere.

deleterio è indispensabile però provare amore e rispetto per la Natura, comprenderne il valore che non sia solo quello commerciale. Eppure, osserva Leopold, “l’uomo moderno è separato dalla Terra da troppi intermediari e arnesi; non ha un rapporto vitale con essa e per lui terra significa solo lo spazio tra una città e l’altra, dove si producono i raccolti.”

Un altro grande ostacolo per lo sviluppo di un’autentica consapevolezza della Terra è rappresentato dal fatto che i nostri sistemi educativi ed economici sembrano andare proprio nella direzione opposta ad essa. Il grande ambientalista americano osserva che “un’istruzione superiore sembra deliberatamente evitare i concetti di natura ecologica” e ci avverte saggiamente che “uno dei requisiti per una comprensione ecologica della Terra è capire le istanze dell’Ecologia e ciò è qualcosa che non va assolutamente di pari passo con l’istruzione”.

La nascita di un’etica della Terra per Leopold è dunque possibile ma non semplice perché richiede al tempo stesso un processo intellettuale ed emozionale.

Il dibattito sull’etica ambientale si fa pian piano sempre più acceso e vede scontrarsi differenti posizioni. Quelle più moderate, ispirate a un’Ecologia più superficiale, propongono di difendere l’Ambiente mediante comportamenti più responsabili che tendano a evitare gli sprechi e a non danneggiare la Natura. L’idea sottostante a questo atteggiamento è ancora fortemente antropocentrica. Se è vero che l’Uomo non è più considerato come il signore della Natura bensì come il suo saggio amministratore e cooperatore è tuttavia chiaro che la tutela ambientale viene promossa in quanto necessaria al benessere umano. Il fine di tutto resta comunque l’Uomo ancora concepito come il “padrone di casa” del pianeta Terra che deve rimanere bello e pulito per la gioia del suo inquilino. Sostenitore di questa tendenza è il filosofo australiano John Passmore⁷. Egli sostiene che la crisi ecologica richieda all’uomo occidentale un cambiamento di atteggiamento, tuttavia non radicale: “la salvezza non è nella rinuncia a quella difficile conquista che è la nostra tradizione razionale” (Passmore, 1974). Non occorre una rivoluzione culturale, ma è sufficiente utilizzare con prudenza la tecnologia, introdurre modifiche a livello politico ed economico, attuare comportamenti più responsabili, non sprecare le risorse e comprendere i rapporti di interdipendenza che abitano la biosfera. Secondo Passmore, la Natura non è concepibile come soggetto di diritti, perché tale è solo l’Uomo, e risulta legittimo sfruttarla se da un danno arrecato l’Uomo possa ricavare un beneficio. L’Uomo deve trasformarsi da autocrate a saggio amministratore e cooperatore delle risorse naturali. Egli è una parte importante della Natura sebbene non ne sia il padrone, pertanto deve agire cercando il benessere di cui ha bisogno ma senza farsi guidare dall’avidità. I suoi interventi devono essere lungimiranti nel tentativo di lasciare un mondo abitabile almeno alle generazioni immediatamente future.

⁷ John Passmore (1914 – 2004) è stato un filosofo australiano. Nel suo volume *Man's Responsibility for Nature* (1974) Passmore teorizza la necessità di cambiare il nostro modo di approcciarsi all’ambiente e che gli esseri umani non possono continuare lo sfruttamento incontrastato della biosfera. Ha inoltre dichiarato la necessità di abbandonare la tradizionale visione accidentale del razionalismo scientifico.

Un atteggiamento più radicale è invece invocato dal filosofo norvegese Arne Naess⁸. La sua posizione, di cui si parlerà più estesamente in seguito, è definita “Ecologia profonda” e accorda un valore intrinseco a tutte le forme viventi. Secondo Naess è infatti necessario preservare tutto l’Ambiente a prescindere dalla sua utilità per l’Uomo. Questi due punti di vista possono essere riassunti nell’opposizione tra antropocentrismo e anti-antropocentrismo.

Per antropocentrismo si intende la concezione secondo cui la Natura:

- esiste separatamente dall’Uomo e per il benessere dell’Uomo;
- non ha valore a meno che non soddisfi qualche bisogno o interesse umano;
- deve essere tutelata non perché dotata di un valore intrinseco ma per il suo valore strumentale.

Al contrario l’approccio anti-antropocentrico o biocentrico sostiene che:

- l’Uomo rappresenta solo una parte della Natura;
- la Natura rappresenta un valore di per sé a prescindere dalla sua utilità per l’Uomo;
- un trattamento differente di uomini e Natura è ingiustificato.

Bisogna comunque sottolineare che esistono numerose posizioni intermedie tra questi due approcci.

Focalizzando l’attenzione sui modelli di etica ambientale di tendenza anti-antropocentrica che lentamente si stanno diffondendo, gli elementi più innovativi sono rappresentati dal rispetto verso le forme di vita non umane e il fatto che esse siano considerate per la prima volta come enti dotati di vita, di sensibilità ma soprattutto di un valore intrinseco e di diritti, proprio al pari dell’Uomo. Nell’ottica del rispetto ciò che ci viene richiesto è di agire sempre in modo tale che gli effetti del nostro comportamento non distruggano la possibilità di vita del nostro pianeta.

Un’interessante riflessione sull’etica moderna è proposta dal filosofo tedesco Hans Jonas⁹, allievo di Heidegger. Jonas ritiene che l’Occidente si disinteressi del mondo che lo circonda a causa della già citata separazione tra Uomo e Natura posta alla base della sua cultura. La natura dell’operare umano si è trasformata a causa degli enormi sviluppi della tecnica che, nonostante abbia sempre accompagnato l’Uomo e perseguito spesso scopi legittimi, è divenuta oggi una minaccia per la Natura e per l’Uomo stesso. Nel mondo antico l’azione umana non riusciva a scalfire il regno naturale (o almeno non con ferite inguaribili), la città limitava il campo della libertà e della responsabilità e il problema etico investiva solo il mondo sociale. A partire dall’età moderna la

⁸ Arne Dekke Eide Naess (1912 – 2009) è stato un filosofo norvegese. In un articolo diventato famoso, ha teorizzato l’importante distinzione tra ecologia superficiale e profonda. Ha ricevuto vari premi internazionali tra cui il Premio Sonning per il contributo alla cultura europea e il premio Gandhi per la non violenza nel 1994. È stato il primo ad utilizzare il termine ecosofia, il cui concetto è stato ampiamente sviluppato da filosofi come Raimon Panikkar e Félix Guattari.

⁹ Hans Jonas (1903 –1993) è stato un filosofo tedesco naturalizzato statunitense di origine ebraica. E’ stato allievo di Martin Heidegger e Rudolf Bultmann e compagno di studi di Hannah Arendt nel corso degli anni venti. La paura e la responsabilità di fronte alla realtà come un "tutto" sono al centro della sua opera più conosciuta, *Il principio responsabilità* (1979). Quest’opera è dedicata ai delicati problemi etici e sociali sollevati dall’applicazione incessante della tecnologia in tutti gli aspetti della vita. In questo testo, che porta all’ordine del giorno della riflessione filosofica europea l’emergenza ecologica, confluiscono tutte le ricerche precedenti dell’autore: religione, natura, tecnica. Il punto di partenza dell’autore è che "il fare dell’uomo è oggi in grado di distruggere l’essere del mondo".

combinazione tra una più affinata scienza tecnologica e un orizzonte conoscitivo sempre più esteso conferisce all'Uomo un enorme potere che egli utilizza per soddisfare i suoi crescenti bisogni. Per perseguire quello che crede sia il proprio bene, l'Uomo lavora alacremente e con ingegno ma si mostra noncurante delle gravi ferite che provoca alle altre forme di vita pur di migliorare la propria. In questo la sua azione si dimostra tanto egoista e colpevole quanto ingenua perché non tiene in considerazione che l'Uomo fa parte della fitta rete della Natura e che se questa viene deteriorata in uno dei suoi anelli ne risente nella sua totalità. Jonas sottolinea come la tecnica moderna sia diversa da quella precedente perché "ha introdotto azioni, oggetti e conseguenze di dimensioni così nuove che l'ambito dell'etica tradizionale non è più in grado di abbracciarli" e afferma la necessità di un nuovo ordinamento morale per l'Uomo moderno: "poiché l'etica ha a che fare con l'agire, ne deduco che il mutamento nella natura dell'agire esige anche un mutamento nell'etica" (Jonas, 1979).

Nell'etica tradizionale la portata dell'agire umano è strettamente circoscritta al presente spazio-temporale e ai rapporti interumani, si limita cioè alla prassi immediata, a persone che vivono nello stesso territorio e che hanno relazioni dirette mentre la Natura non è oggetto di responsabilità. Un esempio di massima dell'etica tradizionale è: «fai agli altri ciò che vorresti fosse fatto a te». Oggi questi presupposti non sono più sufficienti perché la tecnica ci ha posto dinnanzi a fenomeni dinamici, imprevedibili nel loro sviluppo e spesso irreversibili e la responsabilità si è estesa nel tempo e nello spazio abbracciando tutta la biosfera e la vita futura: "il punto centrale in tutto ciò resta che la natura dell'agire umano si è modificata a tal punto da determinare, nell'ambito politico e quindi della morale politica, l'ingresso della responsabilità in un senso finora inusitato, con contenuti del tutto nuovi e con un'apertura temporale senza precedenti." Jonas si propone di revisionare l'imperativo categorico kantiano, poiché la tradizionale formulazione "agisci in modo che anche tu possa volere che la tua massima diventi legge universale", colonna portante di un'etica rivolta al "qui ed ora", è inadeguata rispetto all'attuale natura dell'agire umano. La tecnica moderna, inestricabilmente legata alla scienza grazie a un rapporto di feed-back continuo e difficilmente arrestabile, ha spalancato nuovi scenari e possibilità per l'umanità, che si trova in grado di influire pesantemente sul pianeta intero. Non è più sufficiente un principio morale che regoli l'agire "qui ed ora", poiché le nostre azioni attuali e locali hanno una portata tale da incidere profondamente sul futuro e su scala planetaria. Scienza e tecnica accrescono il potere dell'uomo sulla natura. Naturalmente accrescono anche il potere dell'uomo sull'uomo e anche la sottomissione di alcuni uomini al potere di altri, per tacere della sottomissione di tutti ai bisogni e alle dipendenze creati dalla tecnica stessa. Il potere dell'umanità grazie alla tecnica è cresciuto di continuo. Ma di chi è questo potere, e su chi e che cosa? Chiaramente è il potere dei viventi sui posteri, che sono gli oggetti inermi di decisioni prese in anticipo da chi pianifica oggi. L'altra faccia dell'odierno potere è la futura schiavitù dei vivi nei confronti dei morti. Con quello che facciamo qui, ora, e per lo più con lo sguardo rivolto a noi stessi, influenziamo in modo massiccio la vita di milioni di uomini di altri luoghi e ancora a venire, che nella questione non hanno avuto voce in capitolo. Mettiamo ipoteche sulla vita futura per vantaggi e bisogni presenti e a breve termine, e a questo riguardo per lo più per bisogni creati da noi stessi.

La formulazione kantiana non è errata, bensì “antiquata”: Kant non poteva immaginare che, in un domani, l’ esistenza futura dell’ umanità sarebbe stata messa a rischio dallo stesso agire umano e parimenti non poteva prevedere la necessità di estendere il discorso etico alle dimensioni del futuro e della globalità. Jonas riformula dunque l’imperativo categorico, adeguandolo all’ attuale potere dell’azione umana. Un imperativo adeguato al nuovo tipo di agire umano e orientato al nuovo tipo di soggetto agente, suonerebbe più o meno poco così: “Agisci in modo che le conseguenze della tua azione siano compatibili con la permanenza di un’ autentica vita umana sulla terra”, oppure, tradotto in negativo: “Agisci in modo che le conseguenze della tua azione non distruggano la possibilità futura di tale vita”, oppure, semplicemente: “Non mettere in pericolo le condizioni della sopravvivenza indefinita dell’umanità sulla terra”, o ancora, tradotto nuovamente in positivo: “Includi nella tua scelta attuale l’integrità futura dell’uomo come oggetto della tua volontà”. La nuova etica proposta da Jonas, dunque, oltre a estendersi a tutta la biosfera ruota intorno al concetto di Responsabilità. Questa è conferita all’Uomo dal possesso sia del sapere che del potere tecnologico e politico. Infatti grazie alle attuali conoscenze teoriche e tecniche l’Uomo possiede oggi le capacità per agire in modo pressoché illimitato, ma la consapevolezza della portata delle proprie azioni lo obbliga ad assumersi le responsabilità delle conseguenze del proprio operato. Ogni uomo ha il diritto di scegliere liberamente come comportarsi ma questa sua libertà è limitata dalla presenza di altri soggetti e dai loro diritti. Il più importante è il diritto a essere e per questo la generazione presente non può mettere a rischio la vita delle generazioni future: “non si deve mai fare dell’esistenza o dell’essenza dell’uomo una posta un gioco nelle scommesse dell’agire”. È vero che il singolo uomo può decidere di porre fine alla propria esistenza, ma non può distruggere la vita dei suoi simili e quella a lui circostante perché “in avvenire deve esistere un mondo adatto a essere abitato”. Infatti, pur tralasciando le questioni metafisiche sottostanti, possiamo dire in breve che l’imperativo fondamentale dell’etica proposta da Jonas è che ci sia un’umanità, che l’Uomo dica sempre di sì all’essere il quale è sempre preferibile al nulla. L’Uomo deve adoperarsi per negare il non-essere, agendo in favore della vita e delle generazioni future verso le quali ha contratto una responsabilità, cioè il suo impegno ad assicurarne l’esistenza. Un imperativo adeguato al nuovo tipo di agire umano può suonare così: “Agisci in modo che le conseguenze della tua azione non distruggano la possibilità futura di vita sulla Terra”. Inoltre “ogni essere vivente è fine a se stesso e non ha bisogno di una giustificazione ulteriore: sotto questo aspetto l’uomo non è in nulla superiore agli altri esseri viventi, eccetto che per poter essere soltanto lui responsabile anche per loro, ossia per la salvaguardia del loro essere fine a se stessi.”

Ovviamente, sebbene tutti gli esseri viventi abbiano un valore intrinseco, solo l’Uomo può essere responsabile, tanto di se stesso che di tutti gli abitanti del pianeta: come sostiene Heidegger ciò che lo caratterizza è la cura, la dedizione intensa e affettuosa per chi e ciò che ha intorno al di là di motivazioni puramente utilitaristiche. Di fronte agli odierni pericoli siamo sempre più consapevoli che il destino della biosfera e quello umano sono inscindibilmente legati, che la Natura è la condizione della nostra sopravvivenza per cui dobbiamo rivedere il nostro attuale rapporto con essa.

Oggi si affacciano all'orizzonte numerose minacce per l'Ambiente. Jonas ci mostra tre principali rischi: la catastrofe nucleare, il collasso ecologico e un'incauta manipolazione genetica. Quella che Jonas propone è un'euristica¹⁰ della paura secondo cui, partendo dalla considerazione che le conseguenze dell'attività umana sono imprevedibili, il timore di una possibile catastrofe dovrebbe sviluppare nell'uomo una saggezza capace di porre un limite al suo agire. Pertanto l'invito che il filosofo a noi contemporaneo ci rivolge è quello di ricordarci, prima di ogni scelta, dei rischi che possono derivarne e di muoverci sempre con cautela e nella direzione della Vita.

1.2 Il pensiero ecologico

1.2.1 Il pensiero ecologico

Del significato etimologico del termine Ecologia abbiamo già avuto modo di parlare, così come della sua origine. Nelle pagine seguenti cercheremo di approfondire alcuni aspetti relativi a questa tematica che, con l'affacciarsi delle prime crisi ambientali, comincia a diventare di interesse generale solo tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 del Novecento. L'Ecologia si occupa dei livelli di organizzazione a partire dagli organismi ma la sua unità funzionale di base è l'ecosistema. Un ecosistema è un sistema aperto costituito da tutti gli organismi che vivono insieme in una data area, l'ambiente abiotico e tutte le relazioni tra di essi. L'origine di questa disciplina, come si è visto, risale proprio alla scoperta che gli organismi e le popolazioni non sono messi insieme a caso ma, al contrario, sono organizzati in comunità o associazioni, la cui struttura e funzione non possono essere comprese esaminando isolatamente le loro parti.

Per la complessità e l'estensione dei suoi oggetti, l'Ecologia non può configurarsi come uno studio parcellizzato ma è chiamata ad essere una scienza trans-disciplinare, capace di accogliere differenti contributi scientifici e di coordinarli per comprendere la particolare natura dei processi galiani. Partendo dal presupposto che l'Ecologia studia gli ecosistemi e quindi anche le comunità, F. Capra¹¹ propone un interessante collegamento tra le comunità ecologiche e le comunità umane. Pur trattandosi, in entrambi i casi, di sistemi viventi con la medesima struttura a rete, essi presentano anche notevoli differenze: gli ecosistemi non hanno cultura, linguaggio e coscienza di sé a differenza degli uomini. Nonostante ciò questi ultimi possono imparare molto dai sistemi viventi, per esempio a vivere in modo sostenibile, proprio come proposto dai più importanti

¹⁰ L'**euristica** (dalla lingua greca εὐρίσκω, letteralmente "scopro" o "trovo") è una parte dell'epistemologia e del metodo scientifico. È la parte della ricerca il cui compito è quello di favorire l'accesso a nuovi sviluppi teorici o a scoperte empiriche. Si definisce, infatti, *procedimento euristico*, un metodo di approccio alla soluzione dei problemi che non segue un chiaro percorso, ma che si affida all'intuito e allo stato temporaneo delle circostanze, al fine di generare nuova conoscenza. È opposto al *procedimento algoritmico*. In particolare, l'euristica di una teoria dovrebbe indicare le strade e le possibilità da approfondire nel tentativo di rendere una teoria progressiva, e cioè in grado di garantirsi uno sviluppo empirico tale da prevedere fatti nuovi non noti al momento dell'elaborazione del nocciolo della teoria.

¹¹ Fritjof Capra (1939) è un fisico e saggista austriaco. Fisico e teorico dei sistemi con tendenze mistiche di ascendenza orientale, è saggista di fama internazionale. Diventato immediatamente famoso con la pubblicazione del volume *Il Tao della fisica*, del 1975, ha visto la sua fama aumentare con la ristampa del testo nel 1989. Si è occupato anche di sviluppo sostenibile, ecologia e teoria della complessità.

organismi internazionali. Per riuscirci è importante comprendere gli ecosistemi come reti autopoietiche.¹² I membri di una comunità sono numerosi e diversi tra loro e sono legati da relazioni non-lineari di interdipendenza reciproca per cui ogni perturbazione può diffondersi e amplificarsi in svariate direzioni. Tuttavia l'ecosistema è flessibile e grazie ai suoi anelli di retroazione può ricreare una nuova condizione di equilibrio. Infine, i processi hanno natura ciclica per cui le sostanze di rifiuto prodotte da alcuni organismi sono poi utilizzate da altri come risorsa. Le lezioni che le comunità umane possono trarre sono evidenti: occorre pensare per connessioni e promuovere le relazioni perché dal successo dei singoli si ricava il successo ed il benessere di tutta la comunità. La diversità culturale ed etnica dei membri, se vissuta in modo costruttivo, rappresenta una risorsa da sfruttare vantaggiosamente per avere differenti approcci al medesimo problema, per apprendere dagli errori di tutti, per affrontare in modo più flessibile le difficoltà e trovare più agilmente soluzioni. Con un rapporto di partnership l'umanità potrebbe vivere in un mondo democratico, dove ogni membro è importante per sé e per l'intera società, luogo in cui tutti si incontrano, apprendono e co-evolvono essendo aperti al reciproco confronto.

La ciclicità dei bioprocessi ci pone di fronte al più netto contrasto tra mondo umano e mondo naturale: l'economia del primo è lineare, quella del secondo ciclica. La prima produce enormi quantità di scarti, talvolta tossici, di cui non riesce più a servirsi e che non sa neppure dove riporre, la seconda riutilizza gli scarti come fonte di nuova energia. Ispirandoci alla competenza ecologica della nostra ecosfera possiamo cambiare il nostro comportamento per consentire così anche ai nostri discendenti di abitare la bella casa che abbiamo ereditato dai nostri avi.

1.2.2 Filosofia e Ambiente

Nonostante Talete, Anassimandro ed Anassimene si siano interrogati su quale sia il principio naturale di tutte le cose e sul problema del divenire, cioè del mutamento, la filosofia greca delle origini, a parte alcune eccezioni, non consente la nascita di una prospettiva ecologica essenzialmente per tre ragioni. La prima è la percezione degli oggetti ultimi della conoscenza come permanenti, eterni e immutabili e la considerazione di tipo lineare dei fenomeni che induce a dedurli razionalmente senza doversi servire della percezione dei sensi, ritenuta illusoria e fuorviante. Contrariamente a questo tipo di visione, l'Ecologia si occupa di rapporti tra oggetti caduchi e in divenire ed osserva direttamente i fenomeni. In secondo luogo l'ammirazione greca per il mondo naturale non è estetica ed emozionale ma solo di apprezzamento per il suo ordine. Questo sempre per la scarsa fiducia riposta dai filosofi greci nella percezione sensibile e per la considerazione che la bellezza del mondo naturale sia modesta in quanto priva della perfezione

¹² Il termine *autopoesis* è stato coniato nel 1972 da Humberto Maturana a partire dalla parola greca *auto*, ovvero se stesso, e *poiesis*, ovvero creazione. In pratica un sistema autopoietico è un sistema che ridefinisce continuamente se stesso ed al proprio interno si sostiene e si riproduce. Un sistema autopoietico può quindi essere rappresentato come una rete di processi di creazione, trasformazione e distruzione di componenti che, interagendo fra loro, sostengono e rigenerano in continuazione lo stesso sistema.

delle forme geometriche ideali: la bellezza non è nel mondo fisico ma in quello metafisico a cui si accede solo mediante la ragione. Infine, l'Uomo compare al centro della Natura e soprattutto è indipendente da essa.

Alcuni filosofi, tra cui Platone, Aristotele e, in seguito, Bruno, Spinoza e altri ancora, concepiscono invece il cosmo come un organismo vivente composto da parti interagenti, esteticamente bello e affascinante, biasimando fortemente le forme di violenza nei confronti delle forme di vita vegetali e animali in quanto esseri senzienti. Nel Seicento però, come si è già detto, l'ascesa del sistema filosofico cartesiano e la sua separazione tra spirito e materia propaga in tutti i campi tale dualismo: la realtà è omologabile a una medaglia, ha sempre due facce, opposte, indivisibili e inconciliabili perché un polo assume valenza positiva e l'altro negativa, tanto che lo si vorrebbe eliminare.

Al contrario nelle filosofie orientali come Taoismo, Buddismo e Induismo, l'Universale non può mai essere diviso e se nella vita terrena compaiono dualismi gli elementi polari appaiono comunque complementari l'uno all'altro, entrambi necessari perché giocano ugualmente un ruolo importante in quella totalità che è la Vita. Così mentre gli Orientali si sentono da sempre parte integrante di un cosmo complesso fatto di interconnessioni e di delicati equilibri, gli Occidentali percepiscono molto meno il legame con la Natura e i continui rimandi tra tutti i suoi elementi dato che la loro tradizione filosofica non ha fornito una base per il pensiero ambientale. Tuttavia l'affacciarsi di problemi ambientali e la diffusione delle nuove scoperte scientifiche riportano alla loro memoria l'antica saggezza secondo cui in Natura nulla è a sé stante.

Nella coscienza rinnovata dalla "rivoluzione ecologica" la Natura comincia a essere pensata in un modo nuovo che richiama miti ed emozioni arcaiche, tipici di culture orientali o particolarmente antiche: la Natura come Terra Madre o Grande Madre da cui tutto nasce e dove tutto ritorna.

Dato il profondo legame tra Uomo e Ambiente non solo è importante che la filosofia si occupi di problemi ambientali ma è anche possibile intendere l'Ecologia come una vera e propria Filosofia, complessiva e organica: "La riflessione ecologica, in quanto riflessione sulla Natura e sull'Uomo che in essa dimora, ha il compito, crediamo, di prospettarsi come una filosofia socio-naturale su scala mondiale, sia perché non può a priori limitare geograficamente il proprio campo di indagine, sia perché deve tenere conto della catena di solidarietà che avvince tutti gli esseri viventi."¹³

Bisogna tenere presente che per modificare il sottofondo filosofico del pensiero generale e l'atteggiamento verso la Natura occorrono tempi piuttosto lunghi. Affinché possa nascere una filosofia ecologica occorre innanzitutto superare il nucleo concettuale della cultura occidentale cioè "l'idea di uomo come essere isolato e fundamentalmente separato dal resto della Natura, superiore a essa e destinato a esercitarne il controllo, per arrivare alla considerazione di noi stessi come parte di quel tutto organico che è l'universo, vale a dire che non è possibile operare alcuna scissione ontologica netta nel campo dell'esistenza. Nel momento in cui percepiamo dei confini tra noi e il mondo non ci sarebbe alcuna possibilità di sviluppare una conoscenza ecologica".¹⁴

¹³ AAVV (a cura di Luisella Battaglia), *Filosofia ed Ecologia*, Milano, 1994, pag. 153.

¹⁴ L. Mortari, *Abitare con saggezza la Terra*, Milano, 1994, pagg 39-40.

L'Eco-filosofia ruota quindi intorno alla consapevolezza dell'interdipendenza tra ogni forma di vita e si propone lo scopo di aprire le menti a una nuova concezione della realtà e a un diverso modo di impostare i processi di conoscenza. Si spinge infine al ripensamento radicale delle politiche sull'Ambiente.

Una delle conseguenze della comprensione del principio dell'interrelazione alla base della Vita è l'idea dell'autorealizzazione intesa come auto-eco-realizzazione, cioè la consapevolezza che il senso della vita ha senso solo a livello sistemico perché la vita di ciascuno è intimamente connessa a quella degli altri. Questo concetto è rintracciabile nel taoismo e nel pensiero di Gandhi. Entrambi insegnano che l'amore per se stessi si concilia con l'amore e la cura per tutte le altre creature quando il sé è percepito come parte di un sé più ampio.

Di fronte alla situazione emergente serve allora una svolta importante all'interno della civiltà umana per quanto concerne la dimensione valoriale e comportamentale. L'Ecologia pone importanti questioni filosofiche sul senso della vita, sui valori, sull'agire umano e quindi sulla società, la qualità della vita e l'Educazione e richiede grandi trasformazioni in ciascuno di questi settori. E' in quest'ottica che può essere letto il messaggio del filosofo norvegese Arne Naess. Egli infatti ritiene che per salvare la Terra occorra anche una buona filosofia e propone di passare dall'Ecologia all'Ecosofia.¹⁵ Infatti se la metodologia olistica della scienza ecologica può essere applicata in modo calzante ai problemi della filosofia allora è possibile che i problemi situati al confine tra i loro domini possano essere analizzati da una nuova disciplina, l'Ecofilosofia, che si configura come uno approccio di tipo descrittivo e non prescrittivo e non opera una scelta tra diverse priorità di valore. Per affrontare le situazioni concrete in cui ci troviamo oggi tuttavia l'Ecofilosofia non è sufficiente. "Il punto essenziale è che bisogna trascendere l'Ecologia come scienza, e ricercare la saggezza attraverso la disciplina nota come Ecofilosofia, con l'obiettivo di elaborare una Ecosofia, ovvero una visione globale ispirata in parte alla scienza dell'Ecologia e dalle attività del movimento dell'Ecologia profonda."¹⁶ per ciò che riguarda le questioni riguardanti noi stessi e la Natura. Etimologicamente la parola Ecosofia è composta dai termini oikos e sofia (casa e saggezza) e la traduzione più corretta sarebbe "casa Terra". L'Ecosofia è assolutamente personale e pertanto ognuno di noi è chiamato a elaborarne una propria, che può naturalmente trovare punti di accordo con l'Ecosofia di altri e anche trasformarsi nel tempo. Arne Naess ricorda di non ispirarsi mai a forme di sapere che hanno la presunzione di essere assolute e sottolinea l'importanza di pensare in termini di contesto e di sistema per mutare atteggiamento nei confronti delle condizioni di vita dell'ecosfera ed essere in grado di prendere una posizione filosofica tutte le volte che si presenta il problema di compiere una scelta. Il pensiero di Naess, originale e particolarmente articolato, meriterebbe un approfondimento che in questa sede, dato il taglio della trattazione, non trova giustificazione.

¹⁵ L'Ecosofia è definibile come un "codice individuale di valori e visione del mondo che orienta le decisioni di una persona".

¹⁶ A.Naess, *Okology, samfunn og livsstil*, 1976, tra.it. *Ecosofia*, Modena, 1994, pag.36.

1.2.3 Progettare secondo Natura

Se la si sa osservare attentamente, la Natura si rivela come un utile modello per la cultura umana. Facendo propri i principi intrinseci al mondo naturale è possibile infatti progettare gli insediamenti umani e riuscire a sostenere la popolazione per un lungo arco di tempo. È questa la proposta di Nancy e John Todd¹⁷, fondatori in USA del New Alchemy Institute (1969) e dell' Ocean Ark International (1982), istituzioni che, nate di fronte alle minacce incombenti sul mondo (guerra nucleare, disastro ecologico...), si occupano di ricerca applicata allo sviluppo di tecnologie ecologiche collegando il sapere scientifico a quello umanistico. I coniugi Todd partono dalla considerazione che per continuare a offrire cibo e ricovero alla popolazione presente e futura occorre progettare in modo differente da quello attuale e attuare una revisione del modo in cui viviamo e pensiamo la Terra. Nella loro ricerca giungono all'elaborazione di una nuova epistemologia, un nuovo modo di guardare il mondo e di pensarlo (N. e J. Todd, 1984) e alla formulazione di alcuni precetti che potranno, una volta affinati, contribuire allo sviluppo di una solida scienza della progettazione ecologica. Naturalmente il tipo di pensiero a cui alludono è quello ecologico che, ben lontano dalla linearità cartesiana, potrebbe meglio essere rappresentato da un ologramma che incorpora una mutua causalità e un'incessante interdipendenza. Il primo precetto recita che il mondo vivente è la matrice di ogni progettazione e parte dall'assunzione dell'Ipotesi Gaia¹⁸ per promuovere una progettazione che tenga conto del suo essere situata

¹⁷ Nancy Jack Todd e John Todd, canadesi, vivono e lavorano negli Stati Uniti. Si occupano di ricerca applicata allo sviluppo di tecnologie ecologiche. Il loro libro più noto, *Progettare secondo Natura*, che spazia da riflessioni teoriche a esempi concreti, presenta un originalissimo approccio alla progettazione fondato sulla trentennale esperienza degli autori. Integrando sofisticate tecniche costruttive e informatiche con l'interazione tra elementi biologici e non-biologici dell'ambiente, i Todd fanno incursioni in campi diversi tra loro come l'urbanistica, le tecniche di coltivazione e allevamento e persino l'ingegneria navale. Nel testo vengono affrontati progetti di grandi dimensioni, come la riconversione ecologica del centro di Manhattan, e progetti molto specifici, come le cupole geodetiche (o «bioricoveri»), alternando dati sperimentali e progetti «utopici» lungo le linee della nuova sensibilità ecologica.

¹⁸ **L'ipotesi Gaia** è una teoria di tipo olistico formulata per la prima volta dallo scienziato inglese James Lovelock nel 1979. Nella sua prima formulazione, l'ipotesi Gaia, che altro non è che il nome del pianeta vivente, si basa sull'assunto che gli oceani, i mari, l'atmosfera, la crosta terrestre e tutte le altre componenti geofisiche del pianeta terra si mantengano in condizioni idonee alla presenza della vita proprio grazie al comportamento e all'azione degli organismi viventi, vegetali e animali. Ad esempio la temperatura, lo stato d'ossidazione, l'acidità, la salinità e altri parametri chimico-fisici fondamentali per la presenza della vita sulla terra presentano valori costanti. Questa omeostasi è l'effetto dei processi di feedback attivo svolto in maniera autonoma e inconsapevole dal biota. Inoltre tutte queste variabili non mantengono un equilibrio costante nel tempo ma evolvono in sincronia con il biota. Quindi i fenomeni evolutivisti non riguardano solo gli organismi o l'ambiente naturale, ma l'intera Gaia. Il sistema Gaia, che non è identificabile né con il termine biosfera, né con biota, che sono solo due elementi che la compongono, comprende invece:

- organismi viventi che crescono e si riproducono sfruttando ogni possibilità che l'ambiente concede.
- organismi soggetti alle leggi della selezione naturale darwiniana.
- organismi che modificano costantemente il loro ambiente chimico-fisico, cosa che avviene costantemente come semplice effetto di tutti quei processi fondamentali per la vita, come la respirazione, la fotosintesi ecc.
- fattori limitanti che stabiliscano i limiti superiori ed inferiori della vita. L'ambiente può presentare temperature eccessivamente alte o basse per l'affermarsi della vita in un dato ambiente. Stesso discorso per le concentrazioni di sali, minerali, composti chimici ecc.

Un fattore inquinante dell'intera Gaia sono certamente le attività e l'ambiente costruito dall'uomo, che anche se non facente parte del sistema, interagisce fortemente con esso modificando i fattori limitanti (temperatura, composti chimici ecc.).

all'interno di un'entità vivente profonda e complessa, al di là di ogni attuale comprensione umana. Pertanto ogni intervento umano deve risultare rispettoso del contesto in cui viene attuato e conservare una connessione con il più ampio ambito della vita. Il secondo precetto indica che la progettazione deve seguire le leggi della vita, non opporvisi. Le leggi della vita sono quelle biologiche e pertanto è a esse che occorre ispirarsi. La biologia ci mostra che l'unità basilare della vita è la cellula. Ogni cellula partecipa direttamente al funzionamento dell'intero organismo il quale a sua volta entra in interazione con altre forme viventi dando vita a interazioni e connessioni via via più estese. In sintesi: c'è un continuum ininterrotto che va dalla cellula all'intero pianeta e che si svolge in un arco di tempo definito successione. La successione segna il ritmo delle relazioni interne all'ecosistema e porta al mutamento, allo sviluppo e a una crescente diversità e complessità passando attraverso alcuni stadi. La successione naturale è quindi una forza creatrice di diversità, stabilità e armonia e rappresenta uno strumento concettuale importante per progettare le comunità poiché ci consente di affrontare creativamente il mutamento e di pilotarlo, se necessario. Questo precetto è particolarmente applicato dal New Alchemy per favorire il rimboschimento di alcune aree rese aride dall'intervento umano e per la costruzione di bioricoveri. Il bioricovero imita il funzionamento di Gaia: ha una struttura geodesica coperta da una membrana trasparente che agisce da collettore dell'energia solare e una pozza d'acqua che riproduce il modo di operare degli oceani. Poiché gli oceani si mantengono vivi grazie ai movimenti ascensionali dell'acqua, nella pozza sono introdotte delle carpe i cui vigorosi movimenti consentono il rimescolamento delle acque. Vengono aggiunte anche delle tilapie con lo scopo di filtrare l'acqua, proprio come le balene fanno nell'oceano. Infine, per surrogare la funzione che svolgono i fiumi, cioè l'apporto al mare di sostanze nutritive terrestri, viene introdotta la carpa amur che nutrendosi di vegetali terrestri li passa alla pozza dopo averli digeriti. In tal modo il bioricovero funziona autonomamente, libero dall'uso di combustibile per il riscaldamento e l'orto piantato all'interno di esso risulta altamente produttivo senza l'utilizzo di nessun tipo di diserbante o prodotto a base di petrolio. Questo rappresenta in modo chiaro come la prassi di trarre ispirazione dal mondo vivente possa risultare efficace. Il terzo precetto dichiara che l'equità biologica deve determinare il progetto e nasce dall'esigenza di rispondere alla domanda: "Quale sarà l'impatto di questo progetto sul terzo più povero dell'umanità?". Così il New Alchemy ha sempre tenuto conto del futuro dei poveri, sia dei paesi sviluppati che di quelli sottosviluppati. Il progetto più bello che ne è nato è stata la costruzione di barche (Ocean Ark e Ocean Pickup) tecnologicamente avanzate e molto efficienti ma dai costi di produzione contenuti e soprattutto non vincolate al combustibile in quanto funzionanti a vela, ma altrettanto rapide di navi a motore. In questo modo gli abitanti di zone come la Guyana e il Costa Rica, quasi tutti pescatori, hanno potuto superare i loro problemi economici legati agli alti costi del carburante importato e dei pezzi di ricambio per i loro piccoli pescherecci. Non solo hanno visto ridotte le loro spese ma hanno ottenuto pescaggi più consistenti che hanno aumentato le entrate a disposizione per la loro famiglia e la quantità di proteine nella loro dieta. Nancy e John Todd osservano con

saggezza e speranza che se una parte consistente della progettazione futura considerasse determinante tra le finalità il benessere non diciamo del terzo più povero di tutta l'umanità, ma anche di una sua piccola frazione, a poco a poco il destino di quel terzo diventerebbe meno disperato. Il quarto precetto afferma che la progettazione deve riflettere la bioregionalità. Nei secoli trascorsi il bioregionalismo ha fatto parte della progettazione in modo inconscio. Alcuni esempi sono rappresentati dalle tende delle tribù nomadi o dagli insediamenti dei nativi americani come la popolazione Hopi. Questi vivevano in case costruite entro pareti rocciose, con la facciata rivolta a sud. In questo modo era possibile catturare l'energia radiante del basso sole invernale e utilizzando grossi mattoni d'argilla si ammortizzava l'estremo freddo (e anche l'estremo caldo). Questa struttura architettonica basilare della regione oggi è quasi scomparsa per lasciar il posto a casette-ranch. Volgendo lo sguardo su civiltà del passato si nota subito come cultura e identità, geografia e topografia, clima e risorse indigene di base si sono espresse per millenni, silenziosamente ma eloquentemente, in modi adeguati alla bioregione. È enorme il contrasto fra la diversità di tali strutture e la recente tendenza all'omogeneizzazione urbana mondiale, che è andata esigendo grattacieli circondati da fasce di disordine peri-urbano. Il precetto del bioregionalismo ci offre lo spunto per imparare a pensare in modo più integrato e onnicomprensivo, per intervenire architettonicamente nelle differenti aree munite di una specifica pianificazione regionale che, prendendo in considerazione tutte le caratteristiche di un dato luogo, possa portare alla formulazione di progetti adatti a esso, capaci di sfruttarne al meglio tutte le risorse, di rispondere alle esigenze della popolazione locale e di evitare inutili sprechi. È un principio analogo a quello contenuto in Agenda 21 secondo cui, pur tenendo sullo sfondo i principi generali, ogni comunità deve progettare al suo interno gli interventi specifici di cui necessita. I Todd descrivono anche interventi architettonici ed ecologici relativi ad aree più piccole, come per esempio la loro casa. Sfruttando la sua esposizione a sud e con altri accorgimenti non troppo complicati essi sono riusciti a ottenere una temperatura più elevata utilizzando l'energia solare. Questa è impiegata per alimentare una serra che fornisce alla loro famiglia frutta e verdura tutto l'anno. Se tutti avessero la medesima possibilità sarebbe possibile ridurre il numero di persone che muore per insufficienza di cibo e si potrebbe mangiare cibo più sano, privo di additivi chimici e molto più fresco poiché prodotto sullo stesso luogo di consumo o comunque non troppo lontano da esso. Altre indicazioni per costruzioni più ecologiche e salutari sono la riduzione di cemento armato, la costruzione di fondamenta sufficientemente areate per la fuoriuscita del cancerogeno gas radon, la scelta di mobili di legno trattato con materiali naturali, l'utilizzo di vernici e collanti naturali, l'acquisto di materiali locali, etc. Il quinto precetto sostiene che i progetti devono basarsi su fonti energetiche rinnovabili. Pur sapendo di disporre di risorse limitate, il mito occidentale è quello della crescita continua. L'utilizzo di fonti energetiche definite "alternative o pulite" è uno dei più importanti principi ecologici, diffusosi soprattutto con la crisi scoppiata di fronte all'introduzione dell'energia nucleare. Fortunatamente si stanno facendo dei progressi in questo ambito, promuovendo un comportamento che limiti gli sprechi energetici e utilizzando strumenti capaci di sfruttare l'energia solare ed eolica o di ricavarla dalla conversione delle biomasse. Il sesto precetto sottolinea che la progettazione sostenibile opera tramite l'integrazione dei sistemi

viventi. Il New Alchemy ha realizzato diversi progetti di integrazione agricola dopo aver osservato un'azienda agricola di Giava che veniva coltivata ininterrottamente da secoli e che con il trascorrere del tempo accresceva la propria fertilità. La particolarità di tale azienda è la sua struttura che riflette in miniatura i principali processi naturali. I settori agricoli sono intrecciati in equilibrio tra loro su un pezzetto di territorio non troppo vasto e la terra è in interazione con l'acqua e i pesci, senza nessuna dominanza di uno sugli altri. In questa azienda la compiutezza ecologica deriva dall'integrazione di strategie, diversificate, e in parte sovrapposte, che imitano i modelli del mondo naturale. L'equilibrio tra i diversi organismi è così sofisticato che l'uso di una sostanza pesticida attaccherebbe subito i pesci, molto sensibili alle tossine, e conseguentemente distruggerebbe quella preziosa catena di rapporti ecologici. Il settimo precetto asserisce che la progettazione dovrebbe co-evolvere assieme al mondo naturale. La Natura non conosce rifiuti nel senso che riesce sempre a riciclare tutti gli elementi che a prima vista possono sembrare semplici scarti di un processo. Se si utilizzassero i rifiuti organici, ancora ricchi di elementi nutritivi, sarebbe possibile fertilizzare vasti territori e incrementare le colture. L'impiego dell'energia solare e di microrganismi per la depurazione delle acque luride è un altro esempio di processo naturale che l'uomo può riprodurre facilmente e con buoni risultati. La traduzione pratica di queste e altre conoscenze, che tendono invece a rimanere imprigionate in istituzioni scientifiche, potrebbero essere utilizzate per ripristinare il pianeta operando secondo i suoi stessi principi e quindi senza conseguenze deleterie oltre che con spese ridotte e quindi accessibili non solo ai Paesi più ricchi. Secondo l'ottavo precetto la progettazione e l'attività costruttiva devono contribuire a risanare il pianeta. Grazie alle nuove conoscenze biologiche e tecnologiche oggi è possibile intervenire per rallentare la distruzione del mondo naturale che l'uomo perpetra da secoli. Sono tante le persone che agiscono per curare le ferite della Terra e tra queste N. Todd ricorda alcuni uomini e donne che si sono impegnati a piantare alberi in varie zone del mondo. Seguire il loro esempio avrà nel tempo effetti notevoli perché il rimboschimento consentirà di recuperare il numero sempre crescente di zone aride e desertiche. Grazie a particolari tecniche e sfruttando il meccanismo della successione le aree brulle nel tempo torneranno a ricoprirsi di verde e attireranno nuovi abitanti salvaguardando la biodiversità di Gaia, il suo equilibrio e tutti i benefici che ne conseguono. Il nono precetto conclude affermando che la progettazione dovrebbe ispirarsi a un senso ecologico del sacro. Il senso ecologico della sacralità risponde alla necessità di ricordare il più ampio contesto della nostra esistenza, i nostri doveri nei confronti dell'ambiente circostante e dei principi invisibili che costantemente ne rigenerano la vita. Questo principio richiama le filosofie orientali, la saggezza dei nostri antenati - che con ammirazione scrutavano l'universo infinito sentendosi infinitesimali e tuttavia parte della sua ordinata e perfetta bellezza - nonché la nuova visione dell'etica e della scienza che pongono l'uomo tra gli altri esseri viventi e gli ricordano quanto sia salda l'interdipendenza tra di loro. L'Ecologia non è infatti una scienza fredda: la conoscenza dei suoi complessi e delicati principi è fonte di emozione e rispetto. Inoltre l'uomo non è solo mente, ma anche corpo e sensazioni, elementi che fanno riconciliarlo con la Natura intera al pari di quanto la sua cultura è in grado di esiliarlo da essa.

Leggendo *Progettare secondo Natura* è possibile osservare alcuni schizzi di progettazione ecologica: impianti di depurazione per le acque lungo un marciapiede, laghetti lungo una via su cui si affacciano negozi e locali, giardini pensili, vecchi magazzini a più piani in cui si coltivano verdure e si allevano volatili e pesci, treni solari ultraleggeri... l'impressione è quella di una città futurista come mai avremmo immaginato e probabilmente è qualcosa di ancora lontano da noi anche se le prime innovazioni stanno conquistando governi, aziende e famiglie. La speranza è che seguendo le istruzioni che Gaia stessa ci mette a disposizione ci sia possibile continuare ad abitarla.

1.3 La bioarchitettura – Concetti generali

Secondo l'Istituto Nazionale di Bioarchitettura “si definisce Bioarchitettura l'insieme delle discipline che attuano e presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema ambientale. In una visione caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e da un utilizzo razionale e ottimale delle risorse, la Bioarchitettura tende alla conciliazione ed integrazione delle attività e dei comportamenti umani con le preesistenze ambientali ed i fenomeni naturali. Ciò al fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura. La novità programmatica della Bioarchitettura non risiede nella specificità delle singole discipline, quanto nelle connessioni capaci di determinare una visione olistica del territorio e della qualità architettonica.” (INBAR, 2012). Il termine di Bioarchitettura corre parallelamente a quelli di Bioedilizia ed Architettura Bio-ecologica e tutti, al di là delle diverse sfaccettature, confluiscono nel più ampio concetto di “architettura sostenibile”. Con questa espressione, intimamente connessa con il concetto di sviluppo sostenibile, “si identifica, infatti, un'architettura compatibile con l'uomo e le sue attività (bio-compatibile), rispettosa verso l'ambiente naturale e integrata nel contesto (eco-sostenibile), in grado, quindi, di soddisfare i bisogni attuali e assicurare quelli delle future generazioni, privilegiando l'utilizzo di tecnologie costruttive e materiali non inquinanti e non pericolosi per la salute delle persone”.¹⁹ La Bioarchitettura nasce nel nord Europa alla fine degli anni Settanta, in risposta alla prima crisi energetica del 1973 e rappresenta un'attenzione crescente e consapevole verso il processo costruttivo, la salvaguardia dell'ambiente e la qualità della vita, con l'obiettivo di soddisfare i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere, con il consumo indiscriminato delle risorse, quello delle generazioni future. Con il diffondersi della coscienza ambientale una certa parte di progettisti interessati alle relazioni tra consistenza formale e funzionamento del sistema costruito ha cominciato a sperimentare un nuovo linguaggio per l'architettura in grado di esprimere i caratteri del rispetto ecologico e del miglioramento delle condizioni di vivibilità senza dover per questo accettare il prezzo di una riduzione dei valori qualitativi ed estetici. Un grande passo avanti nelle sperimentazioni è stata la valorizzazione di una serie di principi fondamentali come l'ombreggiamento, la ventilazione, l'isolamento termico, il raffrescamento, la deumidificazione, la protezione dalle precipitazioni, la riduzione delle

¹⁹ AAVV (a cura di L.Castelli), *Architettura Sostenibile*, 2008, Milano, pag.1.

dispersioni termiche, l'illuminamento naturale, la captazione solare, recuperando anche soluzioni architettoniche millenarie nate dall'adattamento ambientale delle più diverse etnie. I problemi che si pongono gli architetti sensibili al problema della sostenibilità, sempre più attenti a ogni aspetto formale, tecnico e metodologico della bioarchitettura, consistono nell'identificazione di procedure di progettazione in grado di determinare edifici in cui l'intero sistema edificato rappresenti la soluzione insieme formale e tecnica al problema climatico locale, compresa la necessità di impiegare alcune risorse naturali come l'acqua, la luce, il suono, la vegetazione, e capaci cioè di adeguarsi nel tempo alle mutevoli condizioni esterne. Nelle opere di nuova generazione ricorre la sperimentazione di materiali scelti tra quelli con rendimento più elevato, costo minore e impatto ambientale più limitato come il legno, la pietra, la calce, il gesso. Ciò implica conoscere i processi di produzione del materiale stesso cioè i costi energetici, di trasporto, di ricaduta di eventuali emissioni nell'atmosfera e sostituire colle, pitture, smalti e vernici di origine chimica con prodotti che utilizzino pigmenti naturali, cera d'api ecc. Particolare cura è posta nell'indagine geologica del sito scelto per la costruzione nell'individuare gli elementi visibili (cavi di alta tensione, corsi d'acqua, faglie del terreno) e gli elementi perturbativi (radioattività globale, gas radon, inquinamento elettromagnetico). La Bioarchitettura, dunque, non è una semplice sommatoria di specifiche discipline e tecnologie verdi, ma rappresenta piuttosto una visione sistemica dell'architettura che obbliga al confronto con le specifiche realtà locali, al fine di guardare con rinnovata sensibilità la continuità con la storia, le tradizioni, il paesaggio e privilegiare l'eco-sostenibilità e la bio-compatibilità. Il termine Bioarchitettura deriva dalla traduzione dal termine tedesco "Baubiologie" e, prima del suo utilizzo corrente, si temeva che potesse confondersi con il termine bioingegneria che non riguarda affatto l'edilizia, bensì il campo della medicina. La registrazione in Italia del termine da parte dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura (INBAR)²⁰ induceva quest'ultimo a rivestire il ruolo di depositario della locuzione e di poterne far uso esclusivo per la progettazione in Italia. Infatti il termine è stato depositato per la didattica e le pubblicazioni e non può essere utilizzato per fini commerciali dai soci che sono comunque qualificati come bioarchitetti o esperti in Bioarchitettura. Per queste ragioni sono stati coniatati altri termini come bioedilizia o edilizia bioecologica, a cui fanno riferimento altre organizzazioni professionali come l'Associazione Nazionale Bioecologica (ANAB)²¹.

²⁰ L'Istituto Nazionale di Bioarchitettura (INBAR), nata nel 1988, è un'associazione culturale di professionisti, tecnici ed esperti che operano nell'ambito della Bioarchitettura e dello sviluppo sostenibile. Ha sede a Roma ed è articolato a livello territoriale in sezioni provinciali.

²¹ L'ANAB, la cui sede legale è a Milano, è nata nel 1989 per iniziativa di un gruppo di architetti sensibili alle questioni ambientali ed allarmati dalla continua depredazione del territorio e dall'utilizzo in edilizia di materiali rischiosi per l'ambiente e la salute delle persone.

1.4 La bioarchitettura - Principi

La Bioarchitettura, come abbiamo visto, rappresenta un tentativo di riunificare una molteplicità di discipline legate all'architettura e alla tecnologia edile, finalizzato ad assicurare la realizzazione di organismi edilizi capaci di creare idonee condizioni di salubrità e cercare di ridurre gli impatti con l'ambiente e lo sperpero o il cattivo utilizzo delle risorse ambientali. La Bioarchitettura sostanzialmente individua un approccio ad una progettazione integrata che tiene conto di tutti quei fattori che consentono la realizzazione di ambienti sani ed a misura d'uomo. Si fonda su alcune semplici ma importanti regole di sostenibilità e di equilibrio tra costruzioni ed ambiente in modo da soddisfare le esigenze dell'uomo di oggi senza compromettere quelle delle future generazioni. Compito della Bioarchitettura è quello di sviluppare progetti per il risparmio produttivo, prestando attenzione al ciclo di vita dei materiali ed al valore del loro riuso e riciclo. Ma le proposte progettuali di utilizzo dei materiali compatibili con l'ambiente ed accettabili socialmente ed economicamente richiedono contemporaneamente un nuovo modo di fare architettura, basato su principi che vanno diffusi per determinare opportuni cambiamenti socio-culturali ed un nuovo modo di essere del progettista-costruttore. L'industria delle costruzioni ha un forte impatto ambientale a causa dell'altissimo consumo energetico, delle sue emissioni nell'atmosfera, dell'inarrestabile consumo del territorio e del diffuso utilizzo di materiali di origine petrolchimica che determinano gravi problemi di inquinamento durante tutto il loro ciclo di vita. Fine primario della Bioarchitettura è, dunque, dare all'edilizia un nuovo indirizzo rivolto al rispetto delle esigenze dell'abitante e dell'ambiente. L'ambiente può essere considerato come un insieme variabile di infinite parti che possono, a seconda delle situazioni, risultare più o meno in equilibrio. Infatti ogni volta che una parte dell'insieme modifica forma e/o posizione, necessita di un'operazione di assestamento che può essere più o meno evidente nelle forme e prolungato nei tempi. Ogni azione dell'uomo riferibile all'attività del costruire (ma non solo) modifica la distribuzione dell'energia della quale è permeata ogni cosa, l'ambiente e ogni elemento di cui è costituito. L'atto del costruire è, dunque, il momento in cui da qualche parte si toglie qualcosa per porla in altro luogo e sempre con altra forma a seguito di processi di lavorazione più o meno spinti: ogni lavorazione è un cambiamento energetico con perdita di una parte di energia, in genere calore. Come si può pensare di raggiungere l'equilibrio nell'atto del costruire? Raggiungere l'armonia nella costruzione vuole dire lavorare su molteplici fattori che sono legati alla corretta distribuzione e redistribuzione delle risorse e dell'energia. *In primis* l'atto deve essere umile, moderato, misurato e rispettoso delle effettive necessità delle persone e dei luoghi, caratterizzato da grande attenzione a non gravare sul processo di riequilibrio dell'ambiente. Si deve così mettere in campo tutto quanto possa favorire il corretto modo di comporre la nuova forma che si va ad aggiungere nell'ambiente. Nel considerare le soluzioni pensate per costruire in armonia con l'ambiente si dovrà valutare sempre il rapporto con il luogo, la dialettica "naturale-artificiale" che si innesca con la nostra azione. In tal senso una complessificazione derivante da una sempre più incisiva presenza della variabile "tempo", dovrebbe portare a codificare metodologie di approccio al problema costruttivo ed a stabilire delle "regole" oggettive. La considerazione della variabile

“tempo” nel processo edilizio e, prima ancora, in fase di studio urbanistico, sarebbe nelle condizioni di sollecitare un’attività di verifica sull’edificato capace di divenire “prassi” ed in grado di costituire la base per ogni valutazione nel processo decisionale di definizione dei progetti. “La valutazione come metodologia dovrebbe considerare non solo le scelte politiche, sociali e teorico-disciplinari (come viene già fatto dall’architetto e dall’urbanista), ma relazionare questi aspetti con le risorse economiche e ambientali che definiscono complessivamente i luoghi oggetto del progetto. I costi e i benefici, le risorse presenti e attivabili da un piano, dovrebbero così essere oggetto di una valutazione preventiva. E tutto ciò dovrebbe avvenire senza allontanarsi dagli obiettivi primari del piano: quelli di lungo periodo, tendenti a recuperare e a definire l’identità urbana, e a promuovere la qualità ambientale”²². Perseguire la sostenibilità significa darsi l’obiettivo di uno sviluppo economico e urbano limitato alle risorse disponibili senza intaccare le stesse se non nei tempi di auto-rigenerazione delle risorse stesse. In altri termini significa legare lo sviluppo urbano alla capacità di assorbimento dell’antropizzazione. L’entità del prelievo dovrà essere pari alla capacità di rigenerazione, mentre la velocità di produzione dei rifiuti dovrà essere contenuta nella capacità naturale di assorbimento da parte degli ecosistemi in cui i rifiuti vengono smaltiti. Le capacità di rigenerazione e di assorbimento devono essere trattate alla stregua di capitale naturale ed il fallimento nel mantenere in equilibrio queste capacità deve essere considerato come consumo del capitale stesso e, quindi, non sostenibile. “Partendo dalle caratteristiche dei luoghi, l’urbanista dovrebbe attivare come strumento di sviluppo un laboratorio di indagine e progetto continuo e in divenire.... Dove la sostenibilità prenda corpo nelle reciproche necessità ed economie tanto delle genti quanto del territorio, legando risorse e antropizzazione dove il bilancio deve essere positivo...”²³ Da tali presupposti nascono i concetti di “Impronta Ecologica”²⁴, di “Zaino Ecologico”²⁵ e di “Peso Ambientale”. Il consumismo ha come diretta conseguenza l’incremento dei rifiuti, la cui gestione è divenuta ormai in molti casi una vera e propria emergenza e la cui entità è tale da rendere l’applicazione dello sviluppo sostenibile improcrastinabile. Lo sviluppo sostenibile può essere immaginato articolato nelle seguenti quattro aree di sostenibilità.

²² O.Giorgetti, *Costruire in armonia con l’ambiente*, in AA VV, *Bioarchitettura e certificazione energetica*, 2008, Trento, pag.6.

²³ O.Giorgetti, op.cit., pag.8.

²⁴ **L’impronta ecologica** è un indicatore utilizzato per valutare il consumo umano di risorse naturali rispetto alla capacità della Terra di rigenerarle. L’impronta ecologica misura l’area biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria per rigenerare le risorse consumate da una popolazione umana e per assorbire i rifiuti prodotti. Utilizzando l’impronta ecologica, è possibile stimare quanti “pianeta Terra” servirebbero per sostenere l’umanità, qualora tutti vivessero secondo un determinato stile di vita. Confrontando l’impronta di un individuo (o regione, o stato) con la quantità di terra disponibile pro-capite (cioè il rapporto tra superficie totale e popolazione mondiale) si può capire se il livello di consumi del campione è sostenibile o meno. Il concetto di impronta ecologica è stato introdotto da Mathis Wackernagel e William Rees nel loro libro *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, pubblicato nel 1996.

²⁵ Tutti gli oggetti presenti nella nostra vita quotidiana - di fatto - si portano dietro un pesante fardello: un bagaglio di effetti sull’ambiente, determinati durante il processo di produzione, il trasporto, l’uso, fino allo smaltimento o riciclo. Tale bagaglio è stato definito “**zaino ecologico**” dai ricercatori del Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, autorevole centro di ricerca.

-
- **Sostenibilità Sociale.** La sostenibilità sociale si fonda su di un elevato grado di equità e giustizia sociale, d'identità culturale e coesione sociale e di partecipazione alle scelte ed all'assunzione di responsabilità. Lo sviluppo sostenibile deve favorire il mantenimento e la crescita del capitale sociale in termini di etica, coesione della comunità e vita culturale, oltre a fattori già oggi più considerati come educazione, salute, formazione professionale.
 - **Sostenibilità Economica.** Tradizionalmente la sostenibilità economica implica il mantenimento del capitale. Da essa deriva la classica definizione di reddito che indica quanto un soggetto può consumare in un certo periodo di tempo senza ridurre la sua ricchezza. Questa sarebbe già una definizione di sostenibilità. Purtroppo tra capitale artificiale o manufatto (riproducibile), capitale sociale e capitale naturale, l'economia si è tradizionalmente occupata prevalentemente del primo, poco del secondo, nulla del terzo. Questa trascuratezza nei confronti del capitale naturale risiede principalmente nel fatto che ogni visione economica del passato ha considerato le risorse come infinite. Inoltre se è relativamente semplice quantificare il valore economico delle materie e dei prodotti, risulta quanto meno arduo monetizzare il valore del capitale sociale e, ancora di più, del capitale naturale. La sostenibilità economica implica la piena valutazione delle tre forme di capitale, la definizione di tutti i costi, inclusi quelli futuri e la strutturazione di un mercato concorrenziale che possa svilupparsi senza dipendere dalla crescita materiale.
 - **Sostenibilità Ecologica.** Lo sviluppo sostenibile implica il mantenersi entro la capacità di carico dei sistemi ecologici, ovvero regolare l'input di risorse naturali nel sistema economico e l'output di rifiuti in modo da mantenere la produttività e la funzionalità dei sistemi ecologici. In pratica questo significa mantenere i processi ecologici (cicli bio-geo-chimici, biodiversità, stabilità degli ecosistemi, evoluzione delle specie) e usare le risorse in modo sostenibile. L'approccio sostenibile, in particolare, richiede di usare le risorse naturali rinnovabili su livelli che ne consentano la rigenerazione naturale, mantenendo la funzionalità degli ecosistemi e non solo la produttività della singola opera.
 - **Sostenibilità Istituzionale e Giuridica.** Lo sviluppo sostenibile offre la capacità di assicurare condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione, informazione, formazione e giustizia.

Operare secondo i principi della Bioarchitettura significa prendere in esame ogni aspetto dell'edificio nel ciclo di vita e su scale multiple: i costi privati e sociali, la valutazione del luogo dove si interviene, il progetto di inserimento, l'approvvigionamento dei materiali e la loro messa in opera, la manutenzione, lo smaltimento dei rifiuti, il risparmio energetico, la riduzione dei trasporti con il conseguente sviluppo delle filiere locali. L'edificio che noi tutti conosciamo è l'evoluzione del concetto di rifugio-riparo-protezione che l'uomo ha progressivamente sviluppato nel corso della sua storia. Ogni costruzione è inserita nell'ambiente e si comporta come un organismo soggetto alle variazioni indotte da azioni esterne ed interne. Ogni architettura è fatta di parti viventi e non, acqua, aria, legno, pietra, metallo, fuoco e dalle loro combinazioni fisico-chimiche, è influenzata dalla terra dove si agisce, dal sole, dalla pioggia e dal vento. La

Bioarchitettura deve affrontare in maniera consapevole la progettazione degli edifici che devono avere come principio essenziale il rispetto per la salute dei fruitori e per l'ambiente. Il suffisso "bio" sta ad indicare il concetto di "vita, essere vivente". Un "bio-edificio" dovrà così essere inteso come un organismo aggiunto all'uomo, come un'estensione fisica del corpo umano. Possiamo immaginare l'essere umano protetto da un sistema costituito da tre "pelli": l'epidermide (che racchiude il corpo ed attraverso il sistema ghiandolare permette la termoregolazione ed espelle le scorie), l'abito (che estende il campo di protezione dell'epidermide e favorisce la traspirazione), l'edificio (che amplia ulteriormente il livello di tutela). L'edificio viene così assimilato ad un organismo vivente, pensato per favorire la protezione dagli agenti esterni e rendere confortevole il viverci. L'immagine è quella di un organismo che, assorbendo e rilasciando energia dall'ambiente e dalle persone, in un certo senso "respira". E' pertanto necessario che l'edificio produca un microclima interno tramite l'impiego di tecniche e materiali idonei e che favorisca in ogni modo gli scambi energetici.

Lo schema seguente²⁶ riassume i diversi elementi dell'edilizia sostenibile. Vi si rappresentano le quattro fasi del ciclo di produzione, dalla fabbricazione dei prodotti al cantiere, fino alla fase finale della rimessa a disposizione del terreno vuoto.

PERIODO CONSIDERATO

- *Preparazione dei materiali da mettere in opera : cantiere*
 - *Tecnologie costruttive*
 - *Logistica*
 - *Condizioni di lavoro / sicurezza*
 - *Problemi in cantiere*
 - *Estrazione di materie prime ed energia*
 - *Impatto sull'ambiente*
 - *Rifiuti del cantiere, scarti liquidi e gassosi*
 - *Impatto sull'ambiente*
- *Realizzazione : fase iniziale*
 - *Rapporto con la città ed il paesaggio*
 - *Accessibilità e risorse diverse*
 - *Rapporto con l'intorno*
 - *Impatto fisico*
 - *Forma urbana*
 - *Acqua di superficie e sotterranea / suolo*
 - *Ambienti esterni / interni*
 - *Rapporti sociali con l'intorno*
 -

²⁶ AAVV (a cura di Francesco Faragò), *Manuale Pratico di Edilizia Sostenibile*, Napoli, 2008, pag.8.

-
- *Funzionalità diverse*
 - *Adeguamento e potenzialità spaziali*
 - *Benessere*
 - *Isolamento / condivisione, igrotermia, suoni, luce*
 - *Ambienti propizi / igiene*
 - *Consumo e rifiuti*
 - *Estrazione di materie prime ed energia*
 - *Impatto sull'ambiente*
 - *Rifiuti del cantiere, scarti liquidi e gassosi*
 - *Impatto sull'ambiente*
 - *Impatto diretto sulla salute: polveri, fibre, gas tossici, temperature, vapore acqueo, radiazioni*
 - *Durabilità delle opere e impianti, materiali, finiture, assemblaggi, giunti, collegamenti meccanici*
 - *Prodotti e cantiere di manutenzione*
 - *Estrazione di materie prime ed energia (riscaldamento e acqua calda, raffrescamento, ricambi d'aria, illuminazione)*
 - *Problemi di cantiere*
 - *Rifiuti del cantiere*
 - *Impatto sulla salute*
 - *Impatto sull'ambiente*
 - *Impatto sulla salute*
 - *Condizioni di lavoro / sicurezza, accessibilità, smontabilità*
 - *Alterazione dei materiali e dei sistemi, invecchiamento dei meccanismi*
 - *Malfunzionamenti, impatto diretto sulla salute*
- *Realizzazione : utilizzi esterni*
 - *Capacità di adattamento*
 - *Nuovi utilizzi*
 - *Nuove prestazioni*
- *Preparazione per reimpiego del terreno*
 - *Condizioni di lavoro / sicurezza*
 - *Problemi di cantiere*
 - *Demolizione*
 - *Valorizzazione tale quale*
 - *Riciclaggio*
 - *Estrazione di materie prime ed energia*
 - *Impatto sull'ambiente*
 - *Trasporto in discarica*
 - *Estrazione di materie prime ed energia*
 - *Impatto sull'ambiente*

-
- *Condizioni di lavoro e sicurezza*
 - *Impatto diretto sulla salute*

Nel momento di approcciarsi progettualmente alla Bioarchitettura secondo criteri bioclimatici, intervengono diversi fattori, traducibili in requisiti secondo l'impostazione esigenziale della normativa sulla sostenibilità in edilizia. Tali requisiti interagiscono con le varie scale e le diverse fasi del processo progettuale. Nella tabella seguente (**Tabella 1-1**), che riassume i requisiti caratterizzanti l'approccio bioclimatico alla progettazione, il termine "utilizzo" si riferisce ad un uso del fattore bioclimatico considerato, quando quest'ultimo è un elemento capace di ridurre i consumi energetici e migliorare il benessere termico; il termine "controllo" è relativo, invece, alla necessità di ridurre gli effetti del medesimo fattore bioclimatico, quando questo comporta un incremento dei consumi energetici e/o un peggioramento delle condizioni di comfort. Il richiamo dei criteri progettuali generali che sottendono lo studio di una bioarchitettura non può essere oggetto del presente lavoro. Per ogni approfondimento si rimanda alla letteratura specialistica sull'argomento, della quale la bibliografia riportata nella presente trattazione ne costituisce un estratto.

Nei capitoli seguenti verrà illustrato l'intervento architettonico e le soluzioni, formali e tecnologiche, adottate per il soddisfacimento dei requisiti derivanti da un approccio sostenibile al problema.

Tabella 1-1 – Requisiti caratterizzanti l’approccio bioclimatico alla progettazione

Scala dell'intervento (tipo di azione progettuale)	Fasi del processo progettuale				
	Ideazione	Meta-progetto	Progettazione		
			Preliminare	Definitiva	Esecutiva
COMPLESSO INSEDIATIVO (localizzazione, forma generale, orientamento degli edifici)	Utilizzo / controllo della radiazione solare				
	Utilizzo / controllo della dinamica dei venti				
SPAZI ESTERNI (localizzazione attività, scelta materiali, disposizione schermi e barriere)	Utilizzo / controllo degli scambi radiativi tra utente e superfici di pavimentazione e rivestimento				
	Utilizzo / controllo degli scambi convettivi tra utente e movimenti d'aria				
INVOLUCRO EDILIZIO (definizione stratigrafie e schermature, sistemi solari passivi)	Utilizzo / controllo degli apporti termici solari				
	Controllo delle dispersioni termiche				
	Utilizzo / controllo dell'inerzia termica				
STRUTTURA EDILIZIA (dislocazione della massa termica)	Utilizzo della massa termica per il raffrescamento				
SPAZI INTERNI (distribuzione e orientamento dei locali, localizzazione e orientamento delle aperture, interazione con gli impianti di ventilazione e climatizzazione)	Destinazione d'uso locali in funzione dell'orientamento				
	Distribuzione locali in funzione dell'efficacia della ventilazione naturale				
	Dimensionamento e distribuzione ottimale delle aperture per la ventilazione naturale				
	Scelta e configurazione dell'eventuale impianto di ventilazione in funzione del risparmio energetico e del benessere				
	Scelta e configurazione dell'eventuale impianto di climatizzazione in funzione del risparmio energetico e del benessere				
	Scelta e configurazione dei terminali dell'impianto di riscaldamento in funzione del risparmio energetico e del benessere				

CAPITOLO 2

IL CONTESTO TERRITORIALE ED URBANISTICO

Il Comune di Rovello Porro – Il sistema dei collegamenti - Il bacino di utenza – Il sistema della pianificazione territoriale

2.1 Il comune di Rovello Porro

Rovello Porro è un comune sito nell'alta pianura lombarda a nord di Saronno, sulle rive del Torrente Lura, e costituisce l'estremo limite sud della Provincia di Como (**Figura 2-1**). Il suo territorio, posto tra le province di Monza-Brianza e di Varese, confina con i comuni di Cogliate (MB), Gerenzano (VA), Lomazzo (CO), Misinto (MB), Rovellasca (CO), Saronno (VA) e Turate (CO) (**Figura 2.2**).

2.1.1 Cenni storici

I primi insediamenti umani nell'area dell'attuale Rovello Porro risalgono probabilmente all'epoca delle migrazioni celtiche avvenute svariati secoli prima di Cristo: è la tesi condivisa da chi fa risalire il toponimo alle voci celtiche "rose" (valle) e "vel" (fortificazione), che significano valle fortificata. Tuttavia le prime certezze testimoniate da ritrovamenti archeologici risalgono all'epoca romana, e consistono in alcune sepolture rinvenute circa quaranta anni fa con presenza di monete dal I secolo a.C. al I d.C. Dopo un'interruzione di notizie di oltre un millennio, si arriva nella seconda metà del XIII secolo con la testimonianza di Goffredo da Bussero, autore di un elenco delle chiese esistenti nel milanese, che attribuisce alla comunità di Rovello quattro chiese, di cui solo due sono giunte ai nostri tempi: Santa Maria della Lura, ovvero il Santuario della Beata Vergine del Carmine e la Parrocchiale dei Santi Pietro e Paolo.

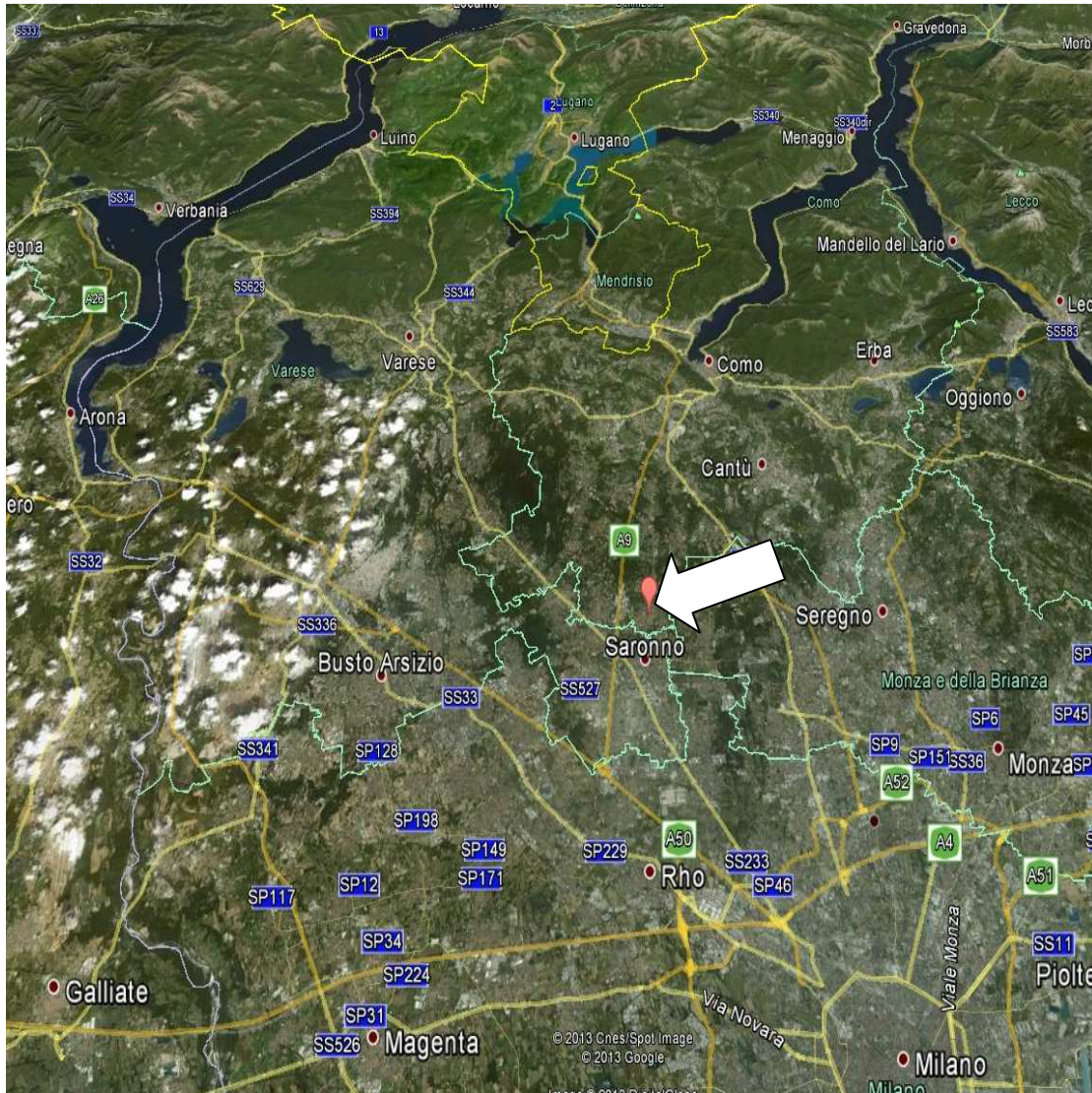


Figura 2-1 – Il Comune di Rovello Porro nella pianura lombarda

La storia dei secoli successivi, sempre più documentata ma priva di particolari momenti emergenti, è segnata dalla presenza della famiglia Pagani, il cui blasone si è tramandato fino ai nostri tempi nello stemma assunto dal Comune (la testa di moro simboleggerebbe battaglie vinte contro i Saraceni) e dal 1707 dalla famiglia Porro, il cui nome si aggiunse al toponimo storico nell'anno 1926 per interessamento del generale Carlo Porro, vice di Cadorna nella prima guerra mondiale. Dal medioevo fino all'unità d'Italia è confermata un'immagine di Rovello quale tranquillo borgo agricolo, con varie presenze artigianali ed una popolazione costantemente al di sotto dei mille abitanti. La porzione abitata del territorio rimase circoscritta all'area dell'attuale centro storico fino agli anni Trenta del secolo scorso, periodo nel quale si registrò un primo salto demografico, superando i 3.000 abitanti e nel corso del quale vennero completate nella veste attuale le due chiese del paese. Non si segnalano ulteriori presenze monumentali, ad eccezione di Palazzo Porro, variamente rimaneggiato nei secoli e lasciato in eredità a Carlo Giuseppe Porro dal marchese Cesare Pagani, ultimo discendente della casata.



Figura 2-2 – Comune di Rovello Porro. Confini

2.1.2 I caratteri generali del territorio

Rovello Porro ha tutte le caratteristiche del comune di frangia dell'area metropolitana, che si possono sintetizzare nei seguenti connotati distintivi:

- la presenza di un nucleo antico caratterizzato più dalla morfologia edilizia (che lascia intendere le proprie origini rurali) piuttosto che dalla presenza di emergenze storiche e monumentali;
- la presenza di un tessuto residenziale a carattere prevalentemente estensivo, che si è sviluppato quasi integralmente nella seconda metà del secolo scorso a corona del nucleo, con frange estese lungo le principali direttrici viarie;
- una buona dotazione di servizi pubblici e di aree di proprietà pubblica, espressione da un lato di una radicata cultura di buona amministrazione e dall'altro di un sostanziale benessere sociale;
- l'esistenza di un tessuto produttivo concentrato nei suoi episodi maggiori lungo la viabilità principale e diffuso in molte piccole realtà artigianali minori immerse nel tessuto residenziale;

-
- la positiva assenza – rispetto ad altri contesti analoghi – di una frammentazione in frazioni dell'area urbanizzata e di episodi significativi di aree industriali dismesse;
 - la presenza di infrastrutture per la mobilità, con particolare riferimento alla linea ferroviaria FNM Milano – Como, fortemente incidenti sul tessuto urbanizzato e costituenti gravi barriere nella continuità del costruito, soprattutto in corrispondenza del nucleo centrale;
 - un assetto viabilistico con notevoli risvolti problematici, gravato da un pesante traffico di attraversamento, dalla presenza dei passaggi a livello ferroviari e dalla ridotta dimensione delle strade del nucleo storico;
 - l'esistenza di vasti ambiti ineditati, quasi integralmente destinati ad usi agricoli, che originano una qualità ambientale elevata, anche se non particolarmente significativa sotto il profilo paesistico (con l'eccezione dell'ambito fluviale del Parco Lura).

Questo ultimo aspetto rappresenta l'elemento più significativo emergente dal P.T.C.P. (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), che dà particolare rilievo alla conservazione della rete ecologica (ovvero l'insieme delle aree non urbanizzate) e al risparmio territoriale (ponendo forti limiti alla determinazione di nuovi ambiti di trasformazione urbanistica per nuovi insediamenti).

2.1.3 Ambiente fisico e paesaggio

Il territorio comunale di Rovello Porro misura un'estensione di 562 ettari ed è urbanizzato per circa 198 ettari, pari al 35% del totale. Il dato tuttavia non deve trarre in inganno: nonostante la consistente quantità di spazi liberi da edificazione, la continuità di uno sviluppo lineare dell'urbanizzazione da un capo all'altro del territorio comunale lungo l'asse nord-sud costituito dalla linea ferroviaria e dalla S.P. 30, determina la percezione di un paesaggio fortemente antropizzato; allo stesso modo, lungo l'asse est-ovest, l'edificazione occupa senza soluzioni di continuità la porzione centrale del territorio, dai confini con il comune di Turate fino ai confini con Misinto e Cogliate. Ne consegue che l'ambiente fisico, ancorché urbanizzato in misura sensibilmente minore, risulta del tutto paragonabile a quello di contesti metropolitani di maggiore densità. Le aree non edificate sono quasi integralmente destinate ad usi agricoli, con zone boscate di modesta entità e concentrate prevalentemente ai margini del torrente Lura, nell'area compresa nel Parco Intercomunale: è questo l'unico ambito significativo e di pregio sotto il profilo ambientale (**Figura 2-3**).

Il territorio è pianeggiante, degradante da nord a sud e da ovest ad est, con quote massime di m.260 sul livello del mare ai confini con Rovellasca e di m. 215 ai confini con Saronno, con la quota minima coincidente con l'alveo del Lura. Non si ravvisano con visuali particolarmente significativi dal punto di vista del paesaggio: non esistono varchi liberi da edificazione nella direzione nord-sud e l'unico in direzione est-ovest, posto nella porzione settentrionale del territorio comunale, è segnato da due linee elettriche fortemente impattanti dal punto di vista visivo.

L'ambiente fisico costruito è prevalentemente connotato da un'edificazione di tipo residenziale a carattere estensivo, che si traduce in cortine continue su strada nel nucleo storico, che proseguono lungo gli assi stradali immediatamente adiacenti.

Le aree produttive di recente realizzazione hanno un aspetto sostanzialmente ordinato con una buona dotazione di parcheggi pubblici; gli ambiti di più antica formazione, solo in parte dismessi, sono stati tutti ricompresi negli ambiti di criticità da assoggettare a programma integrato di intervento e rappresentano pertanto una prospettiva di trasformazione in positivo dell'ambiente urbano.

Ne scaturisce l'immagine di un territorio funzionalmente ben distribuito, con un nucleo centrale quasi esclusivamente residenziale e insediamenti periferici di tipo produttivo, come evidenziato dalla tavola di analisi alla pagina seguente relativa alle destinazioni d'uso prevalente dell'edificato.

2.1.4 Andamento demografico.

La popolazione residente, pari a 6105 abitanti nel 2010 (Fonte ISTAT) (densità pari a 1052,59 abitanti / km²) è sostanzialmente stabile dai primi anni '80, mentre ha conosciuto un significativo incremento negli anni precedenti in relazione ai flussi migratori del secondo dopoguerra (Figura 2-4).

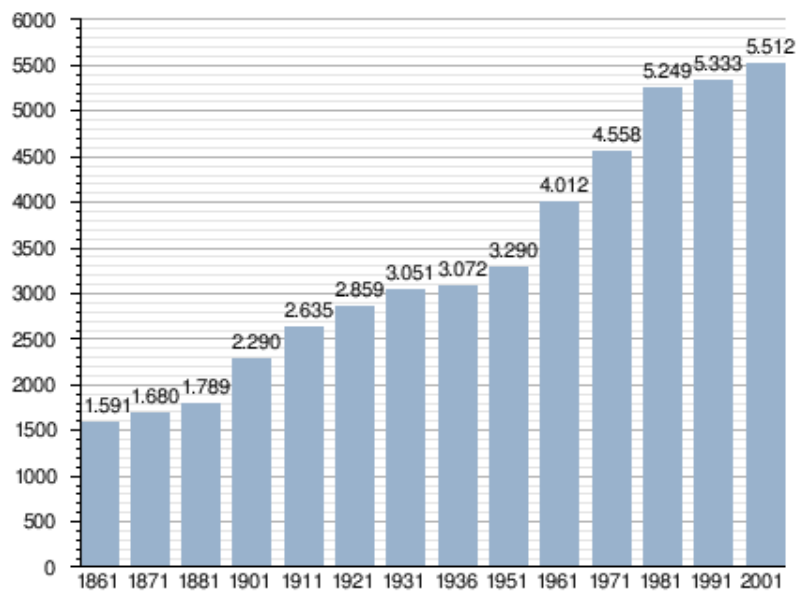
2.1.5 Caratteri morfologici e distributivi del costruito

L'ambito urbanizzato del territorio si sviluppa lungo due direttrici, quella nord-sud rappresentata dall'asse ferroviario della linea FNM Saronno – Como e la parallela S.P. 30 e quella est-ovest lungo l'asta viaria delle vie Veneto – Via Piave – Via Marchese Pagani. Si determina così una forma urbis caratterizzata da un andamento stellare a quattro punte in corrispondenza dei quattro punti cardinali.

La tipologia delle costruzioni del nucleo di antica formazione evidenzia una comune origine di corti agricole consecutive progressivamente riempitesi nel tempo, dando luogo ad un tessuto costruito fitto, limitato in altezza e con elevata copertura del suolo, ed un unico spazio aperto rappresentato da Piazza Porro. Ne scaturisce un ambiente urbano debole, aggravato dall'assenza di funzioni rappresentative: il municipio e la chiesa parrocchiale che tradizionalmente segnano il centro della comunità sono ai margini del centro storico e la piazza è semplicemente connotata da una maggior presenza di esercizi commerciali rispetto alla restante viabilità. A corona del nucleo storico si stende il tessuto consolidato a prevalente destinazione residenziale, con caratteri maggiormente intensivi negli isolati adiacenti al centro e verso sud e con una prevalenza di edifici unifamiliari nel resto del territorio. Ad una buona qualità edilizia, con un grado di conservazione



Figura 2-3 – Il territorio del comune di Rovello Porro



fonte ISTAT - elaborazione grafica a cura di Wikipedia

Figura 2-4 – Andamento demografico

degli edifici, effetto di interventi manutentivi costanti, corrisponde una qualità architettonica modesta, priva di emergenze significative.

Le aree produttive hanno due ambiti di concentrazione, a nord e ad ovest, ai confini con Rovellasca e Turate con insediamenti di dimensioni medio-piccole, di recente realizzazione la prima e in corso di attuazione la seconda; sono presenti alcune tipologie industriali di più antica formazione interni alla zona urbanizzata, già ricomprese negli ambiti di criticità individuati dal Documento di Inquadramento del 2003 e oggetto di futuri programmi integrati di intervento, oltre a diffuse realtà artigianali all'interno dell'edificato in modo frammisto alla residenza.

Nella valle del Lura, in parte entro i confini del Parco, sono localizzati il campo sportivo comunale (oggetto della presente trattazione) e il cimitero, servizi che interferiscono modestamente con l'ambiente naturale circostante.

Allo stesso modo, nel vasto contesto agricolo sono presenti rari insediamenti rurali e alcuni edifici residenziali preesistenti all'adozione del Piano Regolatore Generale precedente l'attuale PGT. Complessivamente si tratta di entità edilizie di piccola dimensione, che non rappresentano ostacoli visivi rilevanti nella continuità dell'ambiente coltivato.

2.2 Il sistema dei collegamenti

La facilità di spostamento risulta di importanza strategica per la valutazione della fattibilità e della sostenibilità economico-finanziaria di un progetto come quello in esame.

Nei paragrafi seguenti viene analizzata nel dettaglio la situazione del sistema dei collegamenti.

2.2.1 Il sistema della mobilità

La rete autostradale serve molto bene l'area oggetto di intervento. La A9 (Milano-Como-Chiasso) e la A8 (Milano-Varese) consentono l'immediato collegamento tra Rovello Porro ed i principali centri nel raggio di 60 km. (Figura 2-5).

Qui di seguito, a titolo esemplificativo, vengono riportati alcuni dati relativi al rapporto viabilistico tra il Comune di Rovello Porro ed alcuni centri urbani. Nel successivo paragrafo 2.3.1, in ragione del calcolo del bacino di utenza, verrà fornito un maggiore dettaglio.

Lugano (Svizzera)	53 km	45 minuti
Chiasso (confine Italia-Svizzera)	28 km	30 minuti
Como	23 km	28 minuti
Milano	32 km	37 minuti
Saronno	5 km	11 minuti
Varese	48 km	35 minuti

La rete delle strade provinciali (SP 233 in primis) e delle strade comunali completa l'attuale sistema della mobilità.

Fatte salve le ridotte dimensioni delle vie del centro del nucleo storico, che impongono una circolazione automobilistica basata essenzialmente sui sensi unici, condizione fisiologica ed ineludibile in una prospettiva di conservazione dei caratteri originari del contesto, la viabilità nelle residue zone urbanizzate non presenta particolari problematiche, al di là dell'opportunità di allargamento del calibro di alcune sedi stradali.

Il problema di fondo della viabilità a Rovello Porro è rappresentato dall'intenso traffico di attraversamento aggravato dalla doppia intersezione degli assi est-ovest, via Verdi, via Piave e via Manzoni con i passaggi a livello della ferrovia e con via Dante: il combinarsi del passaggio a livello chiuso e del segnale semaforico rosso, soprattutto nelle ore di punta dei trasferimenti casa-lavoro e viceversa, genera blocchi continui nella circolazione, che il costante aumento dei livelli di traffico rende sempre meno tollerabili. La realizzazione di un sottopasso alle Ferrovie Nord (attualmente in corso) per collegare Via Veneto ad ovest e Via Cavour ad est attraverso i giardini pubblici rappresenta l'unica soluzione possibile per migliorare il traffico interno fra le due parti del paese. Problematiche diverse sono determinate dagli attraversamenti nord-sud, che saranno appesantite dalle future connessioni con la nuova autostrada Pedemontana. La Pedemontana è un'opera viabilistica autostradale attualmente in costruzione che ha l'obiettivo di velocizzare gli spostamenti dell'area posta a nord di Milano, realizzando una via esterna alla provincia di Milano per collegare la provincia di Varese a quella di Bergamo. Il sistema di autostrada e viabilità locale interesserà la viabilità delle province di Bergamo, Monza e Brianza, Milano, Como e Varese ed in generale di tutto il nord della Lombardia, realizzando un nuovo collegamento diretto fra Osio Sotto e Malpensa/Cassano Magnago/Varese. Il tracciato, la cui realizzazione ha avuto inizio nel 2010, prevede di intersecare l'Autostrada A9 in prossimità dei comuni di Lomazzo e Turate (Figura 2-6). I benefici che ne deriveranno all'area in esame a lavori ultimati (si prevede il 2016) in termini di accessibilità sono evidenti (Autostrada Pedemontana Lombarda, 2012).

2.2.2 Il sistema della mobilità dolce

Sotto la definizione di "mobilità dolce" sono da intendersi tutte le strutture volte a:

- migliorare la qualità dell'ambiente, in particolare in termini di riduzione dei fattori inquinanti e di prevenzione dei rischi per la salute umana;
- garantire una maggiore sicurezza ai pedoni e ai ciclisti negli spostamenti in ambito urbano ed extraurbano;
- migliorare l'accessibilità e l'efficienza negli spostamenti delle persone sia in ambito urbano sia nei luoghi del turismo, dei servizi, della conoscenza, della storia, della natura, del paesaggio, dell'economia, del tempo libero e dello sport;
- favorire le sinergie progettuali ed economiche tra Enti per la realizzazione delle infrastrutture dedicate alla mobilità lenta;
- fornire ulteriori strumenti di valorizzazione ambientale e di promozione del territorio;
- creare opportunità concrete per sviluppare attività ricreative e sportive a livello locale.

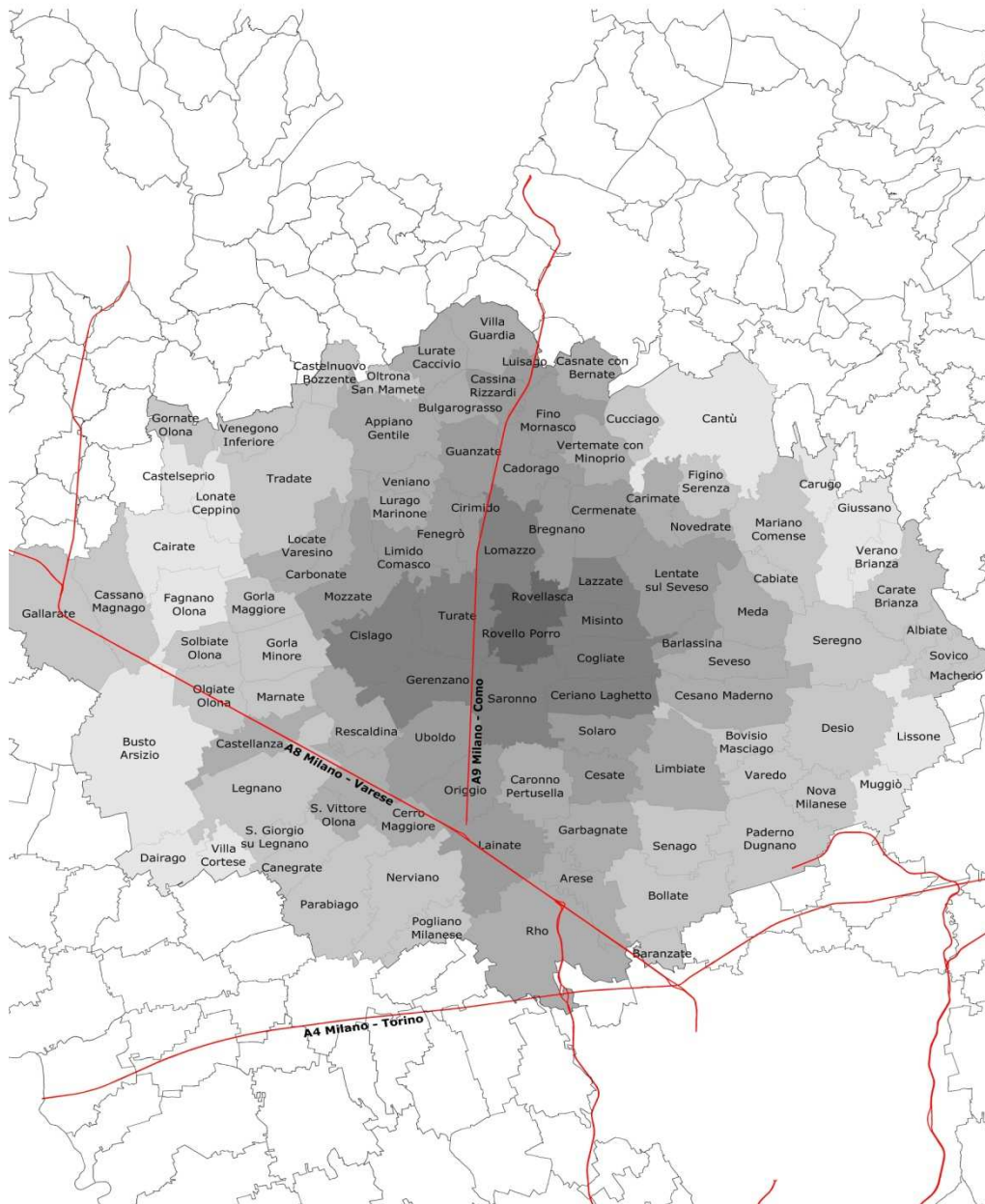


Figura 2-5 – La rete autostradale

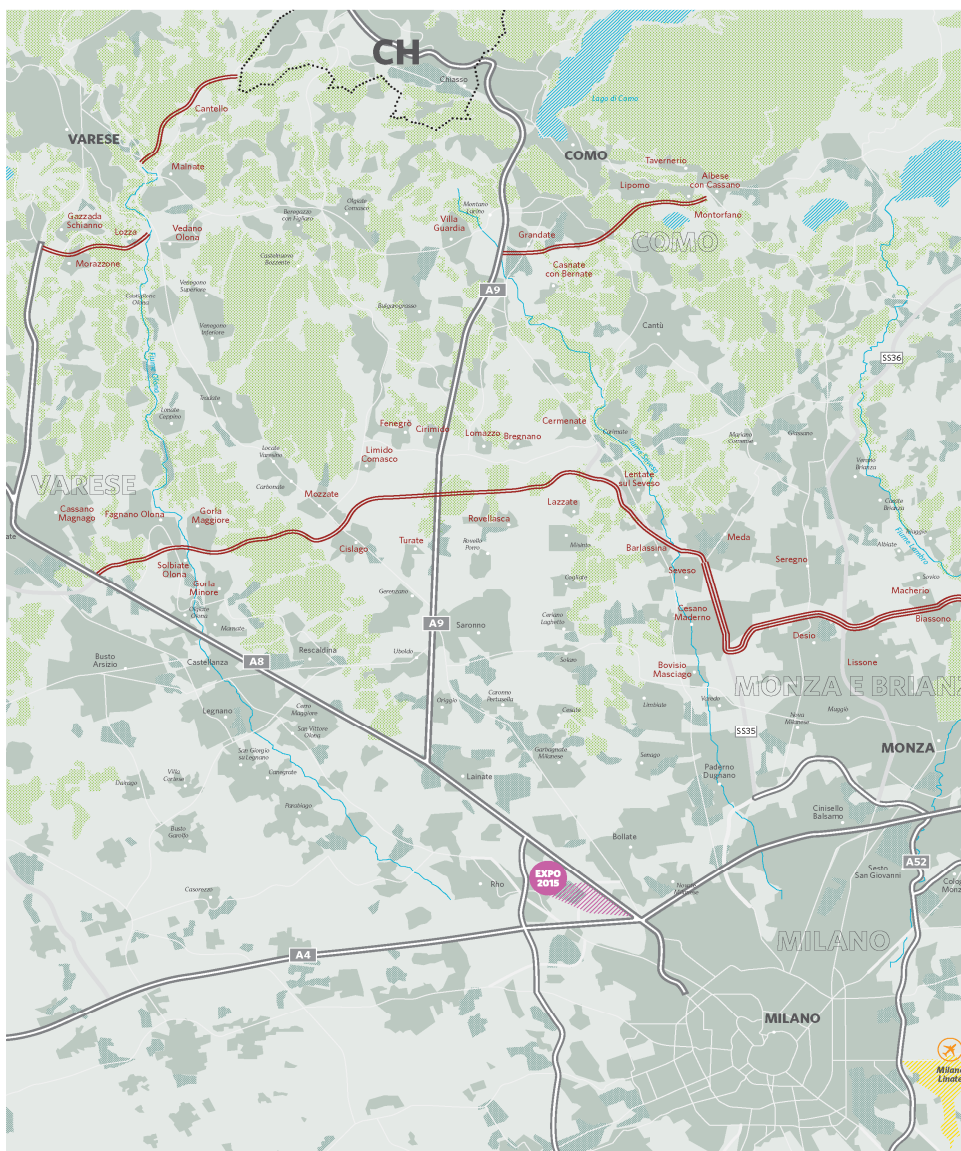


Figura 2-6 – Dettaglio del tracciato dell’Autostrada Pedemontana Lombarda

Per intermodalità, invece, si intende la possibilità di uso combinato di diverse modalità e vettori di trasporto. L’intermodalità sostenibile prevede l’uso alternato, da parte sia dei pendolari per lavoro che dei cittadini per gli spostamenti quotidiani ed il tempo libero, della bicicletta, del treno, dell’auto o di altre forme di trasporto pubblico.

Nel caso in esame, pur in un contesto che vede una situazione con ampi margini di miglioramento, il sistema della mobilità dolce può costituire un ulteriore elemento di valorizzazione dell’area di intervento.

La rete ferroviaria TRENORD (ex Ferrovie Nord Milano) costituisce un valido sistema di collegamento alternativo a quello veicolare. Il Comune di Rovello Porro risulta servito dalla tratta

Milano-Saronno-Como con una stazione dedicata. La figura seguente (**Figura 2-7**) dettaglia il sistema ferroviario.

Per quanto concerne invece l'articolazione delle piste ciclopedonali, il Consorzio del Parco Lura (**Figura 2-8**) ha immaginato che la chiave per la sua percezione e per un equilibrato accesso potesse essere la costruzione di una rete di percorsi ciclabili tale da consentire di percorrere l'intero parco da nord a sud (**Tabella 2-1**) e attraversarlo in più punti da est ad ovest. Mutuando l'esperienza maturata nel Parco regionale delle Groane, dove tale soluzione ha segnato il decollo dell'area protetta e la sua popolarità presso i cittadini, ciascun comune ha agevolato questo progetto, mettendo a disposizione risorse e terreni. Il Consorzio, poi, ha reperito ulteriori fondi e curato gli interventi. Ad oggi la rete è stata realizzata per 26 Km, mentre il programma prevede per i prossimi anni di realizzare altri 10Km. Il progetto s'inserisce in una rete strategica regionale e internazionale, con l'ambizione di divenire segmento dell'itinerario "Eurovelo" n.5, che parte da Londra ed arriva in Sicilia. Si tratta, in buona sostanza, dell'antica via Francigena, itinerario dei pellegrini dal nord Europa a Roma, lungo 3.900 chilometri. In Lombardia è stato individuato un itinerario da Lugano, attraverso Mendrisio e la Valle del Lanza fino a scendere nel Parco Lura utilizzando il tracciato della ferrovia dismessa Malnate-Grandate. Tra Rovello e Misinto o tra Saronno e Ceriano Laghetto sarà possibile raggiungere il Parco delle Groane, dove una pista ciclabile è ormai completata fino alle porte di Milano e al Parco Nord. A sud della metropoli la via Francigena potrà percorrere l'alzaia del Naviglio Pavese fino a Pavia e da lì potrà seguire il tracciato di un'altra ferrovia abbandonata, quella per Varzi.

2.3 Il bacino di utenza

2.3.1 Definizione del bacino territoriale di riferimento

Il bacino di gravitazione commerciale di un centro sportivo, o bacino di attrazione, rappresenta l'area da cui provengono gli utenti del centro stesso e costituisce il riferimento territoriale in relazione al quale si manifesteranno gli effetti, economici e non economici, derivanti dalla nuova struttura.

Premessa metodologica. Le dimensioni del bacino di attrazione di un generico punto di vendita (al quale può essere assimilato un centro sportivo come quello in esame) dipendono fondamentalmente da tre fattori (Pellegrini, 1990):

- la tipologia e dimensione del punto di vendita: al crescere delle dimensioni del centro aumentano le dimensioni del bacino;
- i livelli di concorrenza orizzontale tra punti di vendita: al crescere dei livelli competitivi le dimensioni del bacino di attrazione si riducono;
- la disponibilità degli utenti a spostarsi per praticare attività sportiva e ricreativa: al crescere di tale disponibilità, che è funzione del tipo di attività da praticare, aumentano le dimensioni del bacino.

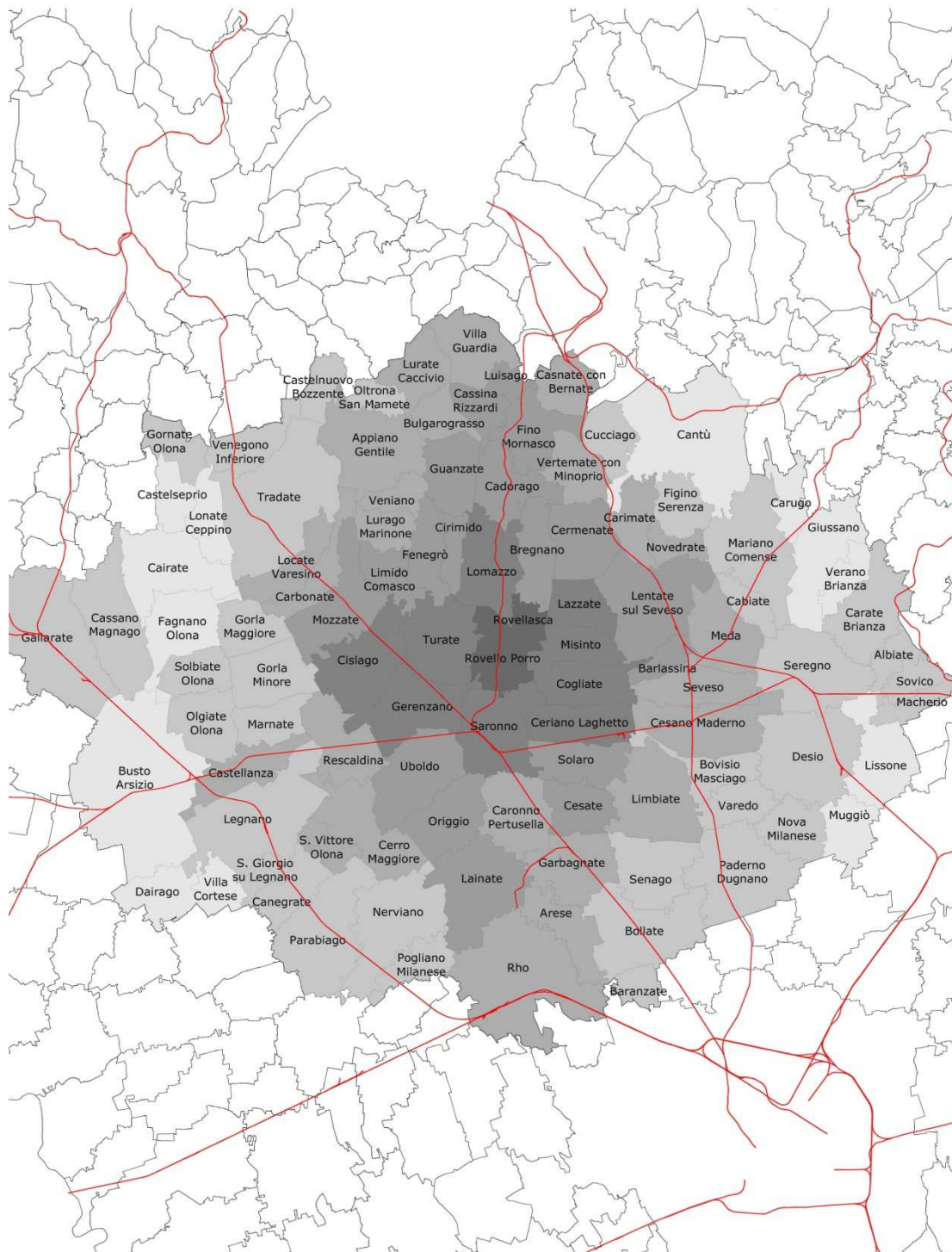


Figura 2-7 – La rete ferroviaria

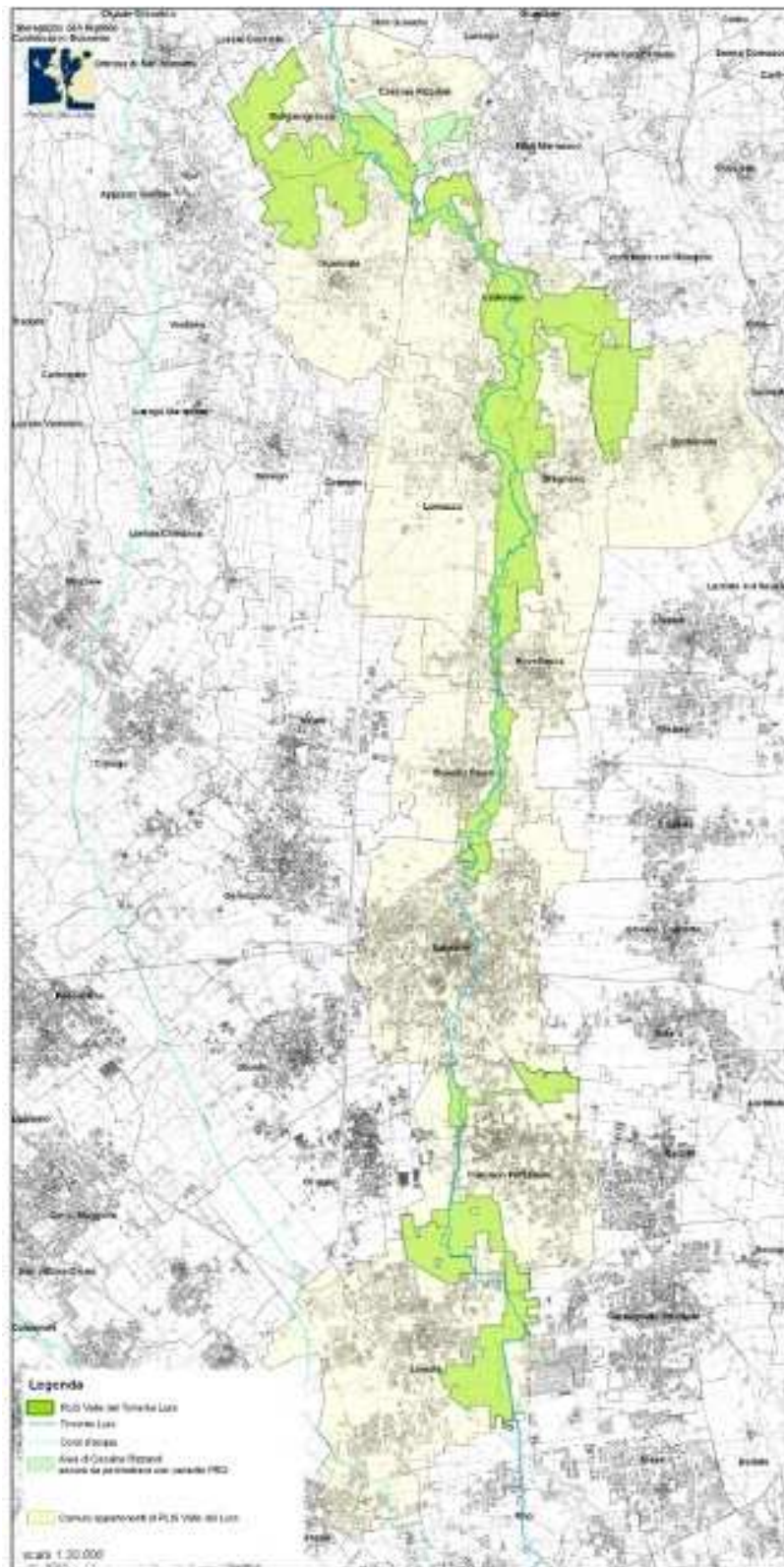


Figura 2-8 – Il Parco del Lura

Tabella 2-1. Parco del Lura – Pista ciclopedonale – Direzione Sud/Nord

Tappa	Descrizione	Distanza [Km]	Altitudine [m]
	Inizio percorso		
A	Località Cascina Ferrara Comune di Saronno	0,00	221
B	Rovello – Comune di Rovello Porro	1,70	230
C	Rovellasca – Comune di Rovellasca	2,90	239
D	Interruzione ciclabile – Via Del Pozzo (strada poco trafficata) Comune di Rovellasca	2,90	241
E	Ripresa pista ciclabile Comune di Rovellasca	4,20	250
F	Bregnano – Comune di Bregnano	6,00	256
G	Ponte in legno – Comune di Bregnano	6,10	254
H	Sottopasso provinciale Comune di Lomazzo	7,10	259
I	Lomazzo – Comune di Lomazzo	8,10	281
J	Barriera – Comune di Lomazzo	8,30	273
K	Fine percorso Puginate – Comune di Bregnano	10,90	313

Un primo metodo utilizzabile per la definizione dell'area di attrazione di una grande struttura sportiva è quello teorizzato da Gruen e Smith negli anni '60 (e poi perfezionato successivamente) che si basa sulle "curve isocrone". Una curva isocrona identifica tutte le località che si trovano alla stessa distanza dal sito in cui è ubicato il punto di vendita considerato: la distanza viene normalmente espressa non in metri ma in termini di tempo di percorrenza necessario a raggiungere il punto oggetto di analisi con specifici mezzi di trasporto (tipicamente, in minuti auto). Così, ad esempio, l'isocrona 0-10 minuti auto identifica tutte le località da cui è possibile raggiungere il punto di vendita considerato in non più di 10 minuti utilizzando un'autovettura. Conseguentemente un bacino di utenza può essere individuato come l'area raggiungibile nello stesso tempo a partire da un punto prefissato (baricentro) e può essere suddiviso secondo fasce o gradi di raggiungibilità delle due variabili:

- distanza;
- tempo di percorribilità.

Un bacino di utenza può pertanto essere raffigurato secondo:

- isodistanze (stessa distanza dal baricentro);
- isocrone (stesso tempo di percorrenza per raggiungere il baricentro);

-
- isopolazione (numerosità della popolazione presente all'interno di isodistanze o isocrone).

L'applicazione di tali strumenti appare di fondamentale importanza in relazione all'accessibilità e fruibilità di servizi alla popolazione, soprattutto quando vi sia un notevole scarto tra isodistanze ed isocrone. La soluzione che prevede che il bacino debba essere definito unicamente sulla base delle curve isocrone non considera l'attrazione esercitata da altri poli di offerta presenti nell'area di riferimento, attrazione che plausibilmente riduce le dimensioni reali del bacino del punto considerato. Si tratta del principio formalizzato nei "modelli gravitazionali".

Definizione del bacino di attrazione del nuovo centro sportivo. Il bacino di attrazione è stato definito in funzione dei tempi di percorrenza, fino a un massimo di 30 minuti auto dal nuovo insediamento. Sulla base di informazioni assunte presso operatori del settore, questo è il tempo massimo di percorrenza che si ritiene di dovere porre alla base per ogni tipo di valutazione di fattibilità economica relativa ad impianti analoghi. Si è ritenuto di non dovere considerare la presenza di altri impianti concorrenti, sulla base di una rielaborazione dei modelli gravitazionali, in quanto le caratteristiche del centro sportivo in esame sono tali da farlo ritenere unico nel suo genere, e ciò almeno nel raggio di circa 100 km. Infatti analizzando la presenza di strutture analoghe per offerta di attività sportive nel raggio di 20-25 km, si ravvisa l'esistenza di circa 200 impianti costituiti da palestre, centri fitness, piscine, centri ippici, golf, centri sportivi comunali, tennis club. La loro dimensione, generalmente molto contenuta, e la loro offerta, specializzata a poche discipline ed attività, sono però tali da porli naturalmente in un limitato contesto di dimensione comunale o intercomunale. Molti di loro, inoltre, sono caratterizzati da una gestione affidata o ad organizzazioni di volontari, o a piccole realtà imprenditoriali. Il centro sportivo in esame, come si dirà diffusamente in seguito, risulta al contrario caratterizzato da un insieme di impianti collocati in una vasta area destinata all'atletica, al calcio, al nuoto all'aperto ed alle generiche attività da praticarsi all'esterno e dotati di strutture di supporto ed accessorie (quali bar, ristorante, spazio attrezzato per rappresentazioni, parco giochi). Questa dotazione risulta in linea con le recenti tendenze del mercato. Infatti "nell'evoluzione del concept dello spazio sportivo si stanno affermando due modelli distinti. Da un lato lo "specialismo" (pensiamo alle reti in franchising che si sviluppano nel fitness), dall'altro il contenitore di una molteplice offerta in termini sportivi e dell'intrattenimento, o con la presenza di innumerevoli spazi elementari multidisciplinari (calcio, calcetto, tennis, piscina, fitness) ma con la coesistenza di ristorazione di livello, shopping sportivo e non, club house, sala TV, spazi per i giochi e gli sport da tavolo, ecc.: in entrambi i casi le superfici e le volumetrie diventano sempre maggiori, gli investimenti sempre più onerosi, la partecipazione dei privati praticamente immancabile" (Censis e CONI, 2008).

Secondo i dati del repertorio sui grandi progetti di investimento immobiliare nel triennio 2005-2007, condotto da Nomisma Real Estate, è possibile individuare le linee principali su cui si orienterà l'impiantistica nel prossimo futuro:

-
- l'intreccio sempre più stretto tra turismo “alto di gamma” e sport. Tra i progetti o le idee progetto repertorate, i grandi investimenti delle catene alberghiere pongono al centro del prodotto turistico il golf (ampliamenti, nuovi campi) facendo leva su un'attrattività internazionale attraverso la quale altri paesi europei ed extraeuropei hanno già operato con rilevanti ritorni. Sempre l'attrattività golfistica fa da proscenio ad investimenti privati “residenziali”;
 - una seconda tendenza scaturisce da investimenti in grandi centri commerciali o del tempo libero nei quali sono inseriti – come complemento di funzioni – spazi legati all'area benessere al fitness ed al golf;
 - una terza tendenza è quella degli investimenti pubblici o privati orientati a grandi interventi con al centro la realizzazione di nuovi stadi “contenitori” o di “città dello sport”, veri e propri poli architettonici di notevoli dimensioni;
 - ed infine una quarta tendenza che è data da investimenti privati – non legati al turismo – pensati per complessi sportivi di notevoli dimensioni che fanno da contenitori ad altre funzioni commerciali.

Le attività sportive all'interno di spazi *leisure* o il viceversa sembra rappresentare il nuovo segno concettuale degli investimenti della nostra contemporaneità: non più e non solo spazi per l'attività fisica ma spazi per il consumo integrato del tempo libero.

La struttura oggetto di studio, per ragioni legate al contesto, tiene conto di quella che sopra è stata identificata come terza tendenza. Nelle intenzioni si tratta, dunque, di un impianto polivalente in grado di caratterizzarsi sul mercato per una sua specificità molto marcata e capace di fare superare, almeno in parte, gli effetti concorrenziali derivanti dalla presenza sul territorio di altra offerta.

Qui di seguito è rappresentato il bacino di attrazione del centro sportivo in esame inserito nella pianura lombarda (**Figura 2-9**) e articolato secondo le isocrone-auto 0-5 minuti, 6-10 minuti, 11-15 minuti, 16-20 minuti, 21-25 minuti, 26-30 minuti (**Figura 2-10**). Complessivamente il nuovo impianto eserciterà la propria attrazione su un territorio composto da 93 comuni, per una popolazione residente (isopopolazione) complessiva pari a circa 1.411.500 individui. Il bacino di attrazione comprende parte del territorio delle province di Como, Varese, Monza e Brianza, Milano. La Tabella (**Tabella 2-2**) e la Figura (**Figura 2-11**) seguenti mostrano la composizione del bacino, in termini di popolazione, per provincia di appartenenza.

I comuni inclusi nel bacino sono riportati puntualmente nella Tabella seguente (**Tabella 2-3**). Essi sono indicati per fasce isocrone, costruite sulla base dei minuti auto necessari per percorrere la distanza tra ciascun comune e l'impianto di Rovello Porro.

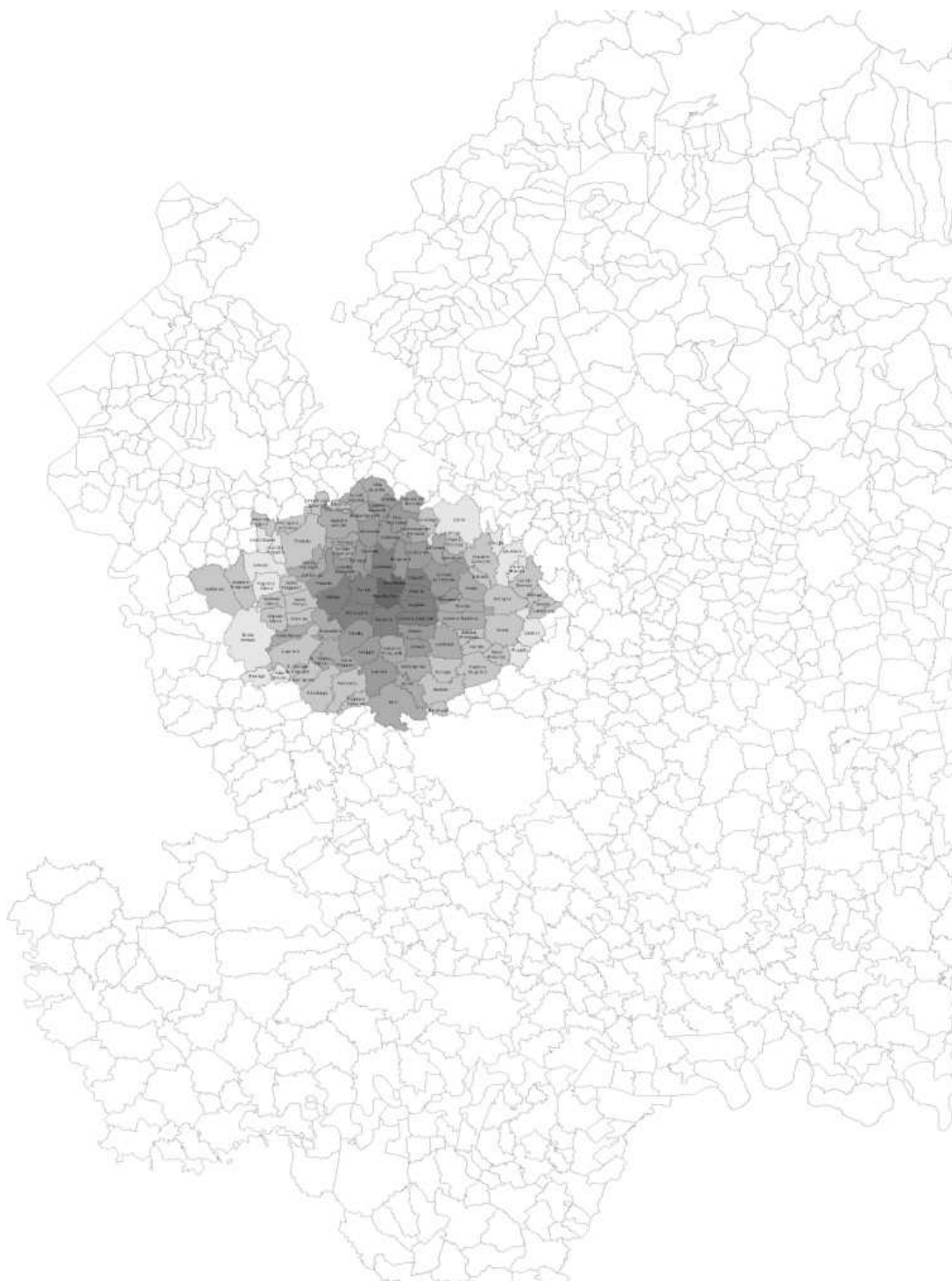


Figura 2-9 – Inserimento del bacino di utenza nella pianura lombarda

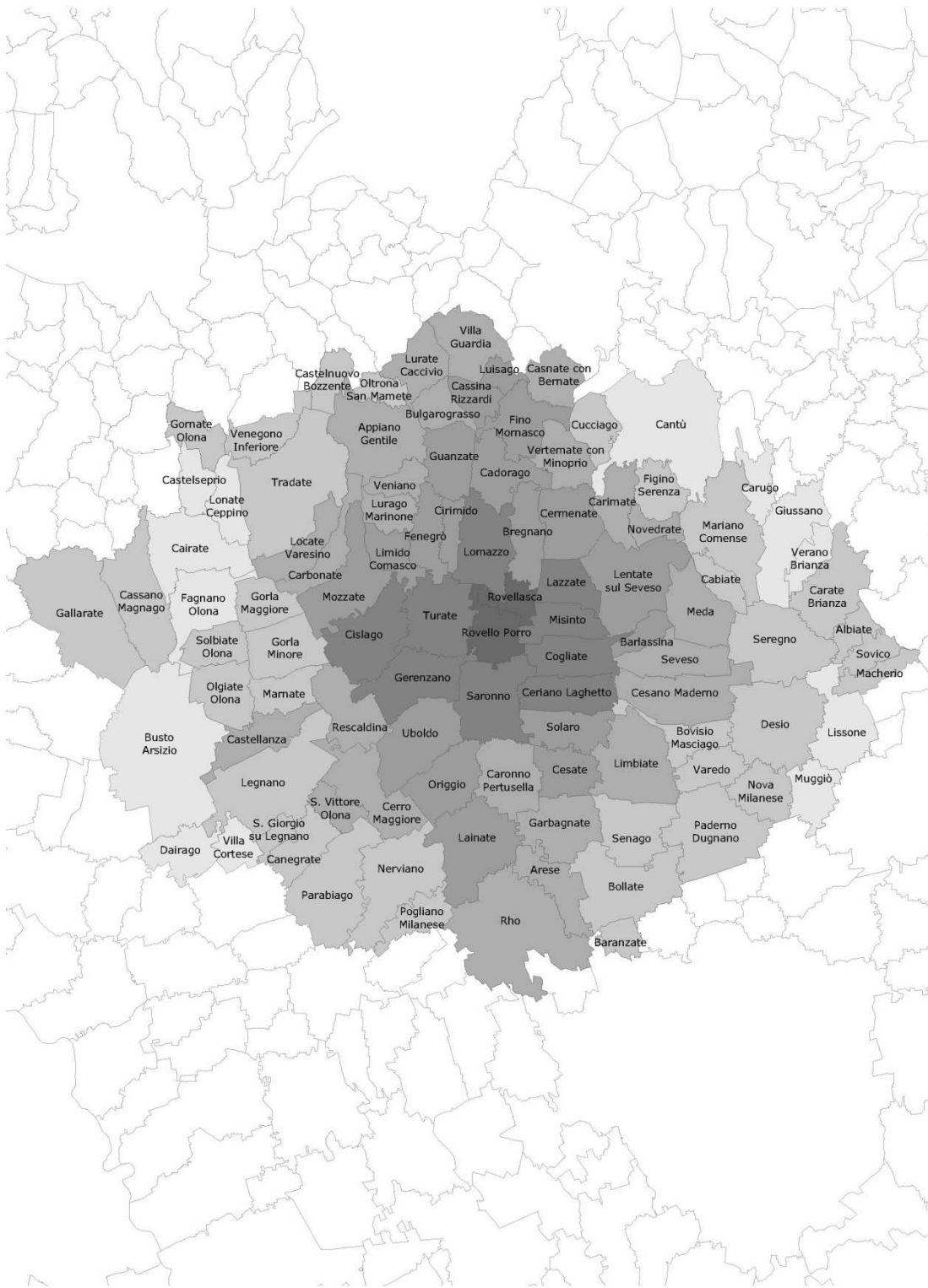


Figura 2-10 – Il bacino di utenza articolato per isocrone-auto

Tabella 2-2 – Composizione del bacino per provincia

Provincia	Numero comuni	Popolazione residente	% sul totale del bacino di utenza
Como	34	233.837	16,57
Varese	21	351.904	24,93
Monza e Brianza	18	377.492	26,74
Milano	20	448.273	31,76
Totale	93	1.411.506	100,00

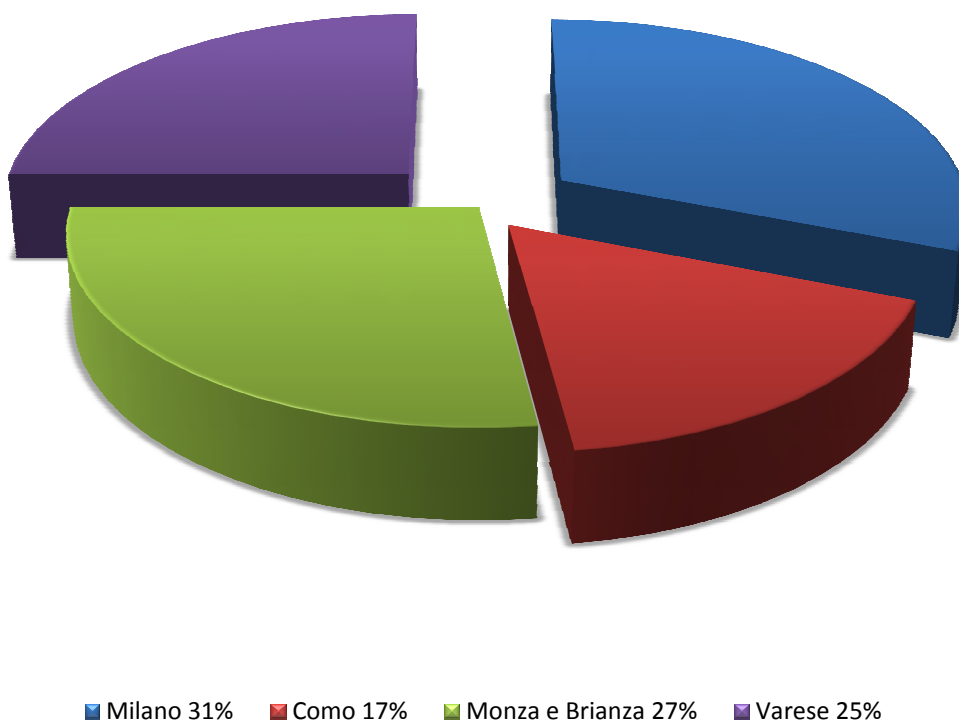


Figura 2-11 – Composizione del bacino per provincia

Tabella 2-3 – Elenco dei comuni facenti parte del bacino di utenza e loro ripartizione per isocrone

Prov	Comune	Abitanti	Minuti	Distanza	Isocrona
CO	Rovello Porro	6.065	1	0.6	
CO	Rovellasca	7.494	5	2.5	0-5
CO	Turate	8.981	6	3.5	
MB	Cogliate	8.287	6	4	
VA	Gerenzano	10.192	7	4.5	
MB	Misinto	4.985	7	4.5	
MB	Ceriano Laghetto	6.292	9	5.5	
MB	Lazzate	7.573	9	5.5	
VA	Cislago	9.929	10	7	
VA	Saronno	38.749	10	4.5	
CO	Lomazzo	9.425	10	6	6-10
VA	Uboldo	10.323	11	9	
MI	Solaro	14.041	11	7	
CO	Bregnano	6.077	12	6.5	
CO	Cirimido	2.121	12	8	
CO	Fino Mornasco	9.511	12	15	
CO	Guanzate	5.640	12	12	
CO	Cassina Rizzardi	3.167	13	15	
CO	Limido Comasco	3.598	13	8.5	
VA	Origgio	7.270	14	11	
CO	Ceremate	9.003	14	8.5	
CO	Fenegro'	3.094	14	8.5	
MI	Lainate	25.159	14	16	
MB	Barlassina	6.859	14	9	
CO	Cadorago	7.499	15	13	
CO	Luisago	2.676	15	17	
CO	Mozzate	8.205	15	10	
MI	Cesate	13.652	15	9	
MB	Lentate sul Seveso	15.432	15	10	11-15
VA	Caronno Pertusella	15.624	16	12	
CO	Bulgarograsso	3.849	16	17	
CO	Lurago Marinone	2.414	16	11	
CO	Veniano	2.834	16	14	
MI	Cerro Maggiore	14.691	16	19	
MI	Rescaldina	13.942	16	19	
CO	Appiano Gentile	7.582	17	15	
CO	Villa Guardia	7.581	17	18	
MB	Meda	23.044	17	11	
MB	Seveso	22.412	17	11	
CO	Carbonate	2.923	18	12	
CO	Novedrate	2.915	18	12	
CO	Vertemate con Minoprio	4.017	18	18	
VA	Castellanza	14.374	19	22	
CO	Casinate con Bernate	4.908	19	19	
VA	Locate Varesino	4.199	19	13	16-20

MI	Rho	50.591	19	18
MB	Cesano Maderno	36.889	19	12
MB	Limbrate	34.630	19	12
CO	Carimate	4.280	20	12
CO	Lurate Caccivio	10.074	20	20
MI	Arese	19.496	20	20
MI	Garbagnate Milanese	26.907	20	20

CO	Cabiate	7.340	21	14
CO	Cucciago	3.408	21	21
MI	Legnano	58.362	21	21
MI	Nerviano	17.415	21	20
MB	Varedo	12.906	21	19
VA	Gorla Maggiore	5.105	22	15
VA	Gorla Minore	8.426	22	15
VA	Marnate	7.044	22	23
CO	Figino Serenza	5.181	22	14
CO	Oltrona di San Mamette	2.268	22	20
MI	Canegrate	12.360	22	22
MI	Pogliano Milanese	8.237	22	20
MI	Senago	21.096	22	14
MB	Bovisio-Masciago	16.657	22	17
VA	Gallarate	51.214	23	32
VA	Tradate	17.724	23	15
MI	Bollate	36.530	23	25
MI	Nova Milanese	23.162	23	20
VA	Olgiate Olona	12.061	24	30
CO	Mariano Comense	23.651	24	16
MI	Paderno Dugnano	47.485	24	22
MI	San Giorgio su Legnano	6.718	24	22
MB	Desio	40.312	24	18
VA	Cassano Magnago	21.387	25	33
VA	Solbiate Olona	5.595	25	30
CO	Castelnuovo Bozzente	857	25	21
MI	Parabiago	26.607	25	22
MB	Seregno	42.818	25	16

21-25

VA	Fagnano Olona	11.917	26	31
CO	Carugo	6.221	26	18
MI	Villa Cortese	6.220	26	24
MB	Muggio'	23.362	26	22
VA	Lonate Ceppino	4.854	27	18
CO	Cantu'	38.978	27	16
VA	Busto Arsizio	81.716	28	31
VA	Cairate	7.836	28	19
MI	Dairago	5.602	29	26
MB	Giussano	24.363	29	20
VA	Venegono Inferiore	6.365	30	20
MB	Lissone	41.381	30	25
MB	Verano Brianza	9.290	30	21

26-30

La figura seguente (**Figura 2-12**) rappresenta un diagramma che identifica la ripartizione del bacino di utenza per isocrone dal quale emerge come l'81% dell'isopopolazione (pari a 1.143.000 abitanti) possa raggiungere l'impianto sportivo in meno di 25 minuti.

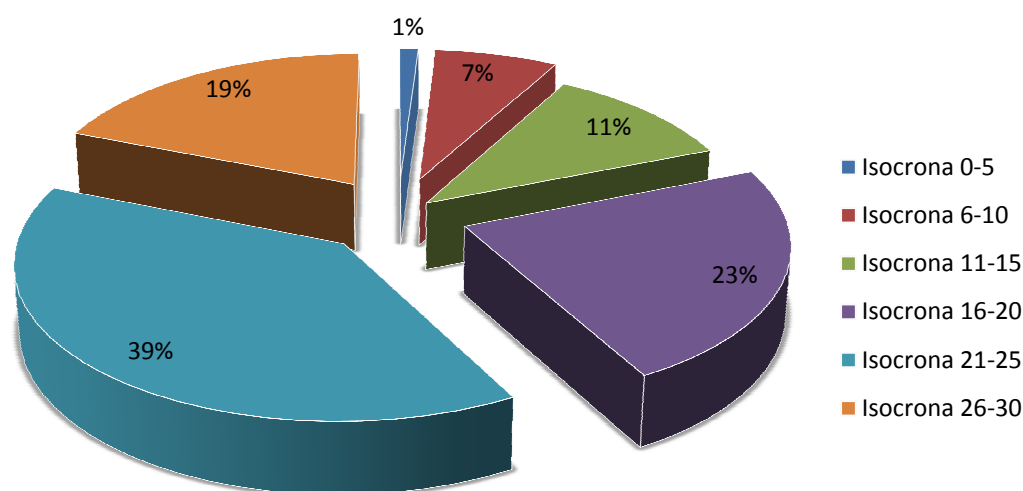


Figura 2-12 – Ripartizione del bacino di utenza per isocrone

Per concludere, si precisa che la raggiungibilità con la rete ferroviaria, di per sé molto agevole data la modesta distanza (km. 1,90) esistente tra la stazione di Rovello Porro sita in Via V.Veneto e Via Madonna (indirizzo dell'impianto), prudenzialmente, ai fini del calcolo dell'utenza potenziale, non è stata tenuta in considerazione.

2.3.2 Principali caratteristiche socio-demografiche

Il bacino di attrazione dell'impianto sportivo in progetto, a popolazione residente al 2010 di 1.411.500 unità, dal punto di vista della densità demografica presenta valori elevati, pari a 1878,67 abitanti per kmq, valore superiore alla media della Regione Lombardia (417,99 ab/km²) (Wikipedia, 2012) e al dato nazionale (200,03 ab/km²). Il bacino, come abbiamo visto, si compone complessivamente di 93 comuni, dei quali 24 superano i 20.000 abitanti, e tra questi 4 superano i 50.000 abitanti (Busto Arsizio, Legnano, Gallarate, Rho). Il bacino presenta un grado di urbanizzazione elevato: il 60,98% degli abitanti risiede, infatti, nei comuni maggiori di 20 mila abitanti, contro il 53% dell'intero paese. Questi dati indicano che la popolazione è principalmente concentrata in comuni di media grandezza demografica.

In generale, la demografia del bacino presenta una struttura simile a quella della Lombardia. In particolare, per quanto concerne la composizione per età della popolazione al 2012 (Tabella 2-4)

(Istat, 2012) in Lombardia il 65,30% dei residenti ha un'età compresa tra i 15 ed i 64 anni, in linea con la quota nazionale (66,60%). Anche la percentuale di popolazione ultra sessantatreenne (20,40%) è in linea rispetto alla quota nazionale (19,30%). La popolazione fino a 14 anni risulta pari al 14,30 % e sottolinea la presenza di un certo squilibrio demografico locale a favore della popolazione più anziana. A confronto con i dati dell'ultimo quinquennio, tale discrepanza rispetto all'andamento nazionale non presenta variazioni significative.

Nonostante la sostanziale stabilità della composizione per coorti anagrafiche registrata negli ultimi 7 anni, la sperequazione tra popolazione più anziana e quella più giovane pare destinata ad accentuarsi in futuro, più che a contrarsi.

Tabella 2-4 – Ripartizione della popolazione lombarda per età

Tipologia popolazione	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Popolazione 0-14 anni	13,60 %	13,80 %	13,90 %	14,00 %	14,10 %	14,20 %	14,30 %
Popolazione 15-64 anni	66,90%	66,50%	66,30%	66,00%	65,80%	65,70%	65,30%
Popolazione oltre 65 anni	19,40%	19,70%	19,90%	19,90%	20,10%	20,10%	20,40%

Volendo tradurre i dati percentuali su base regionale in unità relative al bacino di utenza, si evidenzia il quadro riassunto nella tabella che segue (Tabella 2-5).

Tipologia popolazione	Abitanti
Popolazione 0-14 anni	201.845
Popolazione 15-64 anni	921.714
Popolazione oltre 65 anni	287.947

Tabella 2-5 – Ripartizione della popolazione del bacino di utenza per età e numero di abitanti

2.3.3 Attività sportiva e potenziali utenti

Sulla base di un recente studio (Istat, 2007), nel 2006 in Italia sono circa 17 milioni 170 mila le persone di tre anni e più (pari al 30,2% della popolazione) che dichiarano di praticare uno o più sport: il 20,1% lo fa con continuità, il 10,1% saltuariamente. 16 milioni 120 mila persone (il 28,4% della popolazione di tre anni e più), pur non praticando uno sport, svolgono un'attività fisica come fare passeggiate di almeno 2 km, nuotare, andare in bicicletta o altro. I sedentari, ovvero coloro che dichiarano di non praticare sport né attività fisica nel tempo libero, sono oltre 23 milioni e 300 mila, pari al 41% della popolazione. Se tra il 1995 e il 2000 la quota degli sportivi era aumentata di 3,4 punti percentuali, nell'arco temporale che va dal 2000 al 2006 la quota di praticanti rimane stabile (rispettivamente, 30,0% e 30,2%). Diminuisce, invece, la quota di popolazione che, pur non praticando uno sport, svolge un'attività fisica: questa quota, che era pari al 35,3% nel 1995, scende al 31,2% nel 2000 per attestarsi al 28,4% nel 2006. Di conseguenza aumentano i sedentari, ovvero coloro che hanno dichiarato di non praticare sport né un'attività

fisica nel tempo libero: passano, infatti, dal 37,8% del 1995 al 38,4% nel 2000 per arrivare al 41% nel 2006. Emerge, quindi, un quadro della pratica sportiva sostanzialmente fermo, a cui corrisponde un decremento piuttosto rilevante dell'attività fisica e, di contro, un incremento della popolazione sedentaria.

Diminuiscono le differenze di genere come già successo negli anni '80 e '90. La quota di praticanti infatti è sostanzialmente stabile tra gli uomini mentre è cresciuta tra le donne. L'aumento della pratica sportiva tra le donne è dovuto alle bambine di 6-10 anni, alle donne tra i 45 e i 54 anni e a quelle nella fascia tra i 60 e i 64 anni, mentre tra gli uomini nelle stesse fasce di età la pratica rimane sostanzialmente stabile. Da sottolineare che tra i 3 e i 5 anni le bambine praticano più dei loro coetanei, come già nel 2000. Continua, inoltre, la crescita della pratica sportiva tra i giovanissimi di 3-5 anni e di 6-10.

Le differenze sociali e nel titolo di studio rimangono elevate e invariate tra il 2000 e il 2006.

Il calcio è sempre stato nel nostro Paese lo sport più seguito e praticato. La novità che emerge dall'indagine 2006 è costituita dal fatto che il calcio è stato raggiunto e superato dal gruppo delle discipline raggruppate sotto il nome di "ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica". Il calcio risulta infatti praticato da 4 milioni 152 mila persone, mentre il gruppo della ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica raggiunge la cifra di 4 milioni 320 mila appassionati. Se a questo gruppo si uniscono i praticanti la danza e il ballo, nel complesso risultano coinvolti in queste discipline circa il 31% degli sportivi, per un totale di oltre 5 milioni 300 mila persone. Eclatante la crescita della danza e del ballo i cui praticanti raddoppiano in 6 anni, passando da 503 mila a oltre un milione 80 mila praticanti, specie tra le donne di tutte le età. Crescono, pur con incrementi decisamente più contenuti il calcio a 5, il gruppo degli sport ciclistici, l'atletica leggera, footing, jogging.

Tra il 2000 e il 2006 si registra una diminuzione nella quota di sportivi che praticano gli sport invernali e il tennis. In calo anche la pallavolo per entrambi i sessi, anche se con una accentuazione maggiore tra le donne (soprattutto nella classe 11-19 anni). Stabile il nuoto.

La passione per lo sport è una caratteristica distintiva dei giovani e cresce fino ai 14 anni (65% tra gli 11-14 anni) per poi diminuire nelle classi di età successive. Dai 15 anni, infatti, l'interesse per la pratica sportiva inizia a diminuire anche se la quota di praticanti rimane comunque consistente (il 61,9% tra i 15 e i 17 anni e oltre il 49% tra i 18 e i 24 anni). A partire dai 25 anni le quote di praticanti diminuiscono sempre di più fino a diventare residuali nelle fasce d'età più anziane. Superata la soglia dei 65 anni il livello di pratica sportiva scende sotto il 9% e tra la popolazione di 75 anni e più solo il 2,8% dichiara di praticare sport.

Tra il 1995 e il 2000 la pratica sportiva era cresciuta in tutte le fasce d'età mostrando gli incrementi più significativi proprio tra i più piccoli e gli anziani, ovvero nelle età in cui la pratica sportiva era meno diffusa. Nell'ultimo periodo la pratica sportiva è invece sostanzialmente stabile tra gli uomini, mentre è cresciuta tra le donne.

TERRITORIO	Età di inizio della pratica sportiva											Non indicato	Totale
	fino a 10	11/14	15/17	18/19	20/24	25/34	35/44	45/54	55/59	60/64	65/74		
REGIONI													
Piemonte	57,2	10,5	9,9	2,8	5,3	5,4	3,0	2,7	0,6	0,4	0,4	1,8	100,0
Valle d'Aosta	61,0	12,2	5,5	1,8	4,6	3,0	6,6	2,1	0,4	-	-	2,8	100,0
Lombardia	59,7	12,0	6,2	2,3	4,5	4,4	5,0	2,5	1,2	0,3	0,7	1,4	100,0
Trentino-Alto Adige	62,6	9,4	7,6	1,9	3,5	5,5	4,4	1,2	0,2	1,0	0,8	2,0	100,0
- Bolzano – Bozen	61,2	8,4	9,4	2,1	3,5	3,8	4,8	1,1	0,3	1,0	1,2	3,2	100,0
- Trento	64,5	10,7	5,2	1,6	3,6	7,8	3,8	1,4	-	0,9	0,3	0,3	100,0
Veneto	59,2	12,2	6,2	2,6	5,2	5,8	3,1	2,1	0,8	0,9	0,7	1,3	100,0
Friuli-Venezia Giulia	59,6	10,7	6,9	3,3	3,3	4,4	5,4	3,4	0,9	1,0	0,3	0,8	100,0
Liguria	60,0	13,3	8,1	1,9	3,3	4,9	3,4	2,1	0,3	-	0,3	2,3	100,0
Emilia-Romagna	56,4	12,7	6,4	2,7	5,3	4,6	6,0	2,7	0,7	0,9	0,3	1,3	100,0
Toscana	55,7	10,9	8,2	3,8	6,0	4,6	3,0	2,9	1,3	0,8	1,0	1,9	100,0
Umbria	48,1	12,9	8,3	8,2	5,2	5,0	3,0	1,4	1,1	1,9	0,6	4,2	100,0
Marche	56,4	13,8	6,1	2,0	7,1	3,7	3,4	2,9	1,3	1,3	0,3	1,6	100,0
Lazio	61,2	10,7	5,5	3,3	4,6	5,7	2,5	2,6	0,6	1,4	0,1	1,6	100,0
Abruzzo	51,5	15,4	9,5	4,3	5,4	3,5	2,6	2,5	0,3	1,4	0,3	3,3	100,0
Molise	57,8	17,8	4,9	3,4	3,3	5,4	3,0	1,0	-	0,4	-	2,9	100,0
Campania	58,9	15,1	8,5	3,1	4,0	3,0	2,5	0,9	0,6	-	0,2	3,2	100,0
Puglia	52,1	16,2	7,6	3,2	5,5	7,5	2,2	2,5	-	0,4	0,7	2,0	100,0
Basilicata	50,0	14,1	9,6	4,6	6,0	7,1	3,1	1,9	0,5	0,9	-	2,2	100,0
Calabria	59,4	14,7	9,5	3,5	1,4	4,5	3,0	1,1	-	-	-	2,8	100,0
Sicilia	47,8	18,9	10,3	2,5	5,2	5,6	4,2	2,6	0,2	0,1	0,6	2,0	100,0
Sardegna	56,5	10,5	5,5	3,4	7,1	7,1	2,5	1,9	1,3	0,6	0,2	3,4	100,0
Italia	57,3	12,8	7,3	2,9	4,9	5,0	3,7	2,3	0,7	0,6	0,5	1,9	100,0
RIPARTIZIONI GEOGRAFICHE													
Italia nord-occidentale	59,1	11,7	7,3	2,4	4,6	4,7	4,3	2,5	0,9	0,3	0,6	1,6	100,0
Italia nord-orientale	58,6	11,9	6,5	2,6	4,8	5,2	4,6	2,4	0,7	0,9	0,5	1,3	100,0
Italia centrale	57,8	11,3	6,7	3,7	5,4	5,1	2,8	2,6	0,9	1,2	0,5	1,9	100,0
Italia meridionale	55,6	15,5	8,4	3,4	4,3	4,9	2,5	1,7	0,3	0,3	0,3	2,7	100,0
Italia insulare	50,6	16,3	8,8	2,7	5,8	6,1	3,6	2,4	0,5	0,3	0,5	2,4	100,0
Italia	57,3	12,8	7,3	2,9	4,9	5,0	3,7	2,3	0,7	0,6	0,5	1,9	100,0
TIPI DI COMUNE													
Comune centro dell'area metropolitana	59,4	11,6	6,1	2,8	5,3	3,9	4,0	2,1	1,4	1,1	0,5	1,8	100,0
Periferia dell'area metropolitana	57,5	12,2	6,6	2,6	4,6	6,1	3,9	2,8	0,9	0,6	0,5	1,7	100,0
Fino a 2.000 abitanti	57,7	12,9	8,5	3,1	4,9	4,6	2,8	1,8	0,9	0,4	1,1	1,2	100,0
Da 2.001 a 10.000 abitanti	60,0	12,6	6,5	2,4	4,9	4,9	3,5	2,1	0,4	0,5	0,6	1,6	100,0
Da 10.001 a 50.000 abitanti	55,4	13,2	8,4	3,1	4,9	5,4	3,7	2,3	0,6	0,5	0,3	2,1	100,0
50.001 abitanti e più	54,2	13,9	8,3	3,6	4,5	5,1	3,9	2,6	0,6	0,6	0,3	2,4	100,0
Italia	57,3	12,8	7,3	2,9	4,9	5,0	3,7	2,3	0,7	0,6	0,5	1,9	100,0

Tabella 2-6 – Persone di tre anni e più che praticano sport con continuità per regione, ripartizione geografica e tipo di comune – Anno 2006

Il Nord-est è la ripartizione geografica con la quota più elevata di persone che praticano sport (36,5%), seguito dal Nord-ovest (33,7%) e dal Centro (31,1%). Nelle regioni meridionali, invece, i livelli di pratica sportiva non raggiungono il 25%.

Il quadro riassuntivo (Tabella 2-6) dettaglia le differenze tra le regioni e le aree geografiche.

È forte l'effetto che il livello di istruzione ha sulla pratica sportiva, indistintamente per uomini e donne. La quota di coloro che praticano sport è del 45,8% fra i laureati e del 40,1% tra coloro che possiedono un diploma superiore, scende al 28,8% tra chi ha il diploma di scuola media inferiore

per attestarsi al 20,9% fra coloro che hanno la licenza elementare o nessun titolo di studio. Per gli uomini si passa da 49,4% di chi possiede la laurea al 27,8% di coloro che possiedono la licenza elementare o nessun titolo. Sul versante femminile la quota di sportive sfiora il 42% fra le laureate e scende al 15,9% fra le donne che possiedono la licenza elementare o nessun titolo. Ulteriori aspetti interessanti emergono se si considerano congiuntamente l'età, il titolo di studio e il sesso. Il titolo di studio risulta discriminante rispetto alla pratica sportiva a prescindere dall'età, in quanto i livelli di pratica sportiva sono sempre superiori tra chi possiede un elevato titolo di studio, anche se le differenze tra laureati e persone con titoli di studio bassi diminuiscono all'aumentare dell'età. Nella fascia tra i 25 e i 44 anni, infatti, praticano sport il 55,8% dei laureati a fronte del 9,7% di coloro che possiedono la licenza elementare (con una differenza di 46,1 punti percentuali); tra le persone con 65 anni e più, invece, questa differenza scende a 18 punti percentuali (praticano il 21,6% dei laureati a fronte del 3,6% di coloro che possiedono la licenza elementare). Rispetto al 2000 la pratica sportiva aumenta tra le persone che posseggono la licenza elementare per effetto soprattutto delle bambine di 6-10 anni e diminuisce tra le persone diplomate e con la licenza media. Le differenze tra chi possiede alti titoli e bassi titoli di studio rimangono invariate. La (Tabella 2-7) offre un quadro riepilogativo.

Analoga analisi può essere effettuata per la valutazione dell'attività sportiva sulla base degli sport praticati (Tabella 2-8). Così come è nella storia e nella tradizione sportiva del nostro Paese, il calcio si conferma come uno fra gli sport più praticati. La grande novità che emerge dall'indagine del 2006, però, è che il calcio è stato raggiunto e superato dal gruppo di attività costituito da ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica. Considerando l'insieme dei praticanti, infatti, nel 2006 il calcio (insieme al calcio a 5) risulta praticato da 4 milioni 152 mila persone (pari al 24,2% degli sportivi di 3 anni e più), mentre il gruppo della ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica con i suoi 4 milioni 320 mila appassionati coinvolge il 25,2% di sportivi. Al terzo posto della graduatoria si colloca il nuoto con 3 milioni 576 mila praticanti, pari al 20,8% degli sportivi (quota che sale al 22,8% se si considerano tutti gli sport acquatici e subacquei), seguito, ma a molta distanza, dagli sport ciclistici (11,7%), dal gruppo dell'atletica leggera, footing e jogging (11,3%) e dagli sport invernali, su ghiaccio e gli altri sport di montagna (11,3%), tra i quali è lo sci alpino a giocare un ruolo prioritario (9%). Nell'ambito degli sport ciclistici è interessante notare non soltanto che il ciclismo nella sua forma classica (su pista o su strada) continua a contare circa 1 milione e 180 mila appassionati, ma che esistono anche circa 800 mila sportivi che mossi da motivazioni diverse si dedicano alla passeggiata in bicicletta o alla più classica cyclette casalinga o in palestra, oltre a coloro che si dedicano ad attività che consentono di vivere un più stretto rapporto con la natura come la mountain bike o il cicloturismo.

Anche il gruppo dell'atletica leggera merita un'attenzione particolare: gli appassionati di questi sport sono oltre 1 milione 900 mila, ma di questi oltre 600 mila si dedicano ad attività che solo in parte possono essere ricondotte a quel complesso di discipline che va sotto il nome di atletica leggera. Si tratta della corsa prolungata (footing, jogging) praticata nei parchi, in città, nei boschi.

CLASSI DI ETÀ E TITOLO DI STUDIO	Praticano sport	<i>di cui: in modo</i>		Praticano solo qualche attività fisica	Non praticano sport né attività fisica	Non indicato	Totale	
		<i>continuativo</i>	<i>saltuario</i>					
6-24	Laurea	59,6	41,4	18,2	23,5	15,0	2,0	100,0
	Diploma superiore	55,5	37,2	18,3	21,4	22,7	0,4	100,0
	Licenza media	55,9	40,4	15,5	19,6	24,0	0,5	100,0
	Licenza elementare	61,0	52,9	8,1	16,8	21,9	0,4	100,0
	Totale	58,1	45,2	12,9	18,8	22,7	0,4	100,0
25-44	Laurea	55,8	34,9	20,9	24,0	19,7	0,5	100,0
	Diploma superiore	43,2	26,0	17,2	26,5	30,0	0,3	100,0
	Licenza media	26,5	15,1	11,4	29,8	43,2	0,5	100,0
	Licenza elementare	9,7	5,8	3,9	21,2	68,8	0,3	100,0
	Totale	36,3	21,6	14,6	27,3	36,0	0,4	100,0
45-64	Laurea	34,9	21,3	13,6	35,7	29,4	-	100,0
	Diploma superiore	32,5	17,7	14,8	36,6	30,7	0,2	100,0
	Licenza media	19,8	11,5	8,3	36,7	43,3	0,2	100,0
	Licenza elementare	10,4	6,9	3,5	34,2	55,1	0,3	100,0
	Totale	21,7	12,7	9,1	35,9	42,2	0,2	100,0
65 e più	Laurea	21,6	11,3	10,3	40,5	37,9	-	100,0
	Diploma superiore	11,5	7,7	3,7	40,9	47,4	0,2	100,0
	Licenza media	10,3	5,8	4,5	39,4	50,1	0,1	100,0
	Licenza elementare	3,6	2,2	1,4	25,3	70,9	0,2	100,0
	Totale	6,2	3,7	2,5	29,7	63,9	0,2	100,0
TOTALE	Laurea	45,8	28,4	17,4	29,4	24,5	0,4	100,0
	Diploma superiore	40,1	24,3	15,8	29,3	30,3	0,3	100,0
	Licenza media	28,8	18,2	10,6	30,8	40,0	0,3	100,0
	Licenza elementare	20,9	17,1	3,8	24,8	54,0	0,3	100,0
	Totale	30,5	20,2	10,3	28,4	40,8	0,3	100,0

Tabella 2-7 – Persone di 6 anni e più che praticano sport, qualche attività fisica e persone non praticanti per classe di età e titolo di studio – Anno 2006

Tutti gli altri sport raccolgono preferenze inferiori al 7%: è il caso degli sport con palla e racchetta praticati da oltre un milione 100 mila sportivi (6,5%) e della pallavolo che con circa 860 mila praticanti coinvolge il 5% degli sportivi; su livelli inferiori si posiziona invece la pallacanestro con poco più di 610 mila praticanti (3,6%). Allo stesso livello della pallacanestro troviamo le arti marziali e gli sport di combattimento (3,6%). La danza e il ballo risultano invece praticate da oltre

1 milione e 80 mila persone (il 6,3%), quota che, se pur contenuta, assume tutt'altro valore se sommata a tutte le altre attività svolte in palestra (ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica): l'insieme di tutti questi sport, infatti, coinvolge nel complesso circa il 31% degli sportivi, per un totale di oltre 5 milioni 300 mila persone. Infine, agli ultimi posti della graduatoria con frequenze intorno all'1-2% troviamo la caccia e la pesca, sport un tempo molto diffusi e che ora invece scompaiono quasi totalmente dallo scenario sportivo italiano. Sempre agli ultimi posti, con percentuali di praticanti bassissime, si collocano anche le bocce, gli sport nautici e gli altri sport con la palla (pallamano, rugby).

Rispetto al 2000 il calcio ha perso il primato più per la sua flessione, che non per gli incrementi degli altri sport: rimangono sostanzialmente stabili, infatti, il gruppo della ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica e il nuoto mentre tra le altre discipline si registrano diminuzioni per gli sport invernali (dal 13,7% del 2000 al 11,3% del 2006) e per il tennis (dal 7,8% al 6,1%). Il decremento del tennis assume ancora più valore se si considera che nel 1995 questo sport era praticato dal 10,6% degli sportivi e si collocava ai primi posti della graduatoria degli sport più praticati. In calo anche la pallavolo: la flessione riguarda ambedue i sessi, anche è più accentuata per le femmine. Un discorso a parte meritano danza e ballo: i praticanti queste attività sono infatti raddoppiati dal 2000 al 2006, passando da 503 mila a oltre un milione 80 mila (in termini percentuali dal 3% al 6,3%). La crescita è avvenuta in particolare tra le donne. Analizzando la pratica degli sport per età emerge come alcune attività siano praticate prevalentemente da giovani e giovanissimi, mentre altre registrano un maggior numero di adesioni fra gli adulti. Il nuoto, la danza e le arti marziali sono praticati soprattutto dai più piccoli: il 42,8% dei bambini di 3-10 anni pratica il nuoto, il 15,1% la danza e il ballo, il 7,3% le arti marziali e il 7,3% la pallacanestro. Il calcio e il gruppo della ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica sono praticati soprattutto dai giovani, ma essendo gli sport più praticati in assoluto, risultano molto diffusi in quasi tutte le fasce di età. La pallavolo è praticata prevalentemente nelle fasce di età fra gli 11 e i 19 anni (13,5%) e la pallacanestro tra i 3 e i 19 anni (oltre il 7%), mentre sport quali il footing, l'atletica leggera, il tennis, gli sport invernali e il ciclismo sono più diffusi tra le persone sopra i 35 anni; la caccia, la pesca e il gruppo delle bocce, bowling, biliardo si possono definire sport per anziani, registrando le punte massime di adesione fra gli ultrasessantenni. Il 61,5% degli sportivi ha dichiarato di utilizzare impianti sportivi al chiuso (palestre, piscine coperte) e il 43,3% impianti sportivi all'aperto (campi di calcio, di tennis, piscine scoperte, piste di sci alpino). Tra le donne, fra le quali, come si è detto, gli sport più praticati sono la ginnastica, l'aerobica, il fitness e il nuoto, è più diffusa la pratica in impianti sportivi al chiuso (81,8% rispetto al 47,6% degli uomini), mentre tra gli uomini prevale la pratica in impianti sportivi all'aperto (56,5% rispetto al 24,1% delle donne), soprattutto per effetto del calcio e del calcio a 5. Sono il 17,2%, invece, gli sportivi che praticano in spazi all'aperto attrezzati (piste ciclabili, percorsi di sci di fondo), mentre il 29,4%, pratica sport in spazi all'aperto non attrezzati (mare, montagna, lago, boschi, parchi). La pratica negli spazi all'aperto siano essi attrezzati o meno, è più diffusa tra gli uomini. Infine, il 3,9% degli sportivi ha dichiarato di praticare sport in casa; questa quota sale al 5,8% fra le donne e si

attesta sul 2,6% fra gli uomini. L'analisi per età mostra delle differenze significative tra giovani e adulti. La pratica in impianti sportivi al chiuso è diffusa in tutte le fasce di età, ma con variazioni

TERRITORIO	Tipi di sport praticati														
	Calcio e calcetto	Ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica	Sport acquatici e subacquei	Sport invernali, sport su ghiaccio e altri sport di montagna	Sport ciclistici	Atletica leggera, footing, jogging	Sport con palla e racchetta	Pallavolo	Arti marziali e sport di combattimento	Pallacanestro	Danza e ballo	Caccia	Pesca	Bocce, bowling e biliardo	Sport nautici, altri sport con la palla e altri sport
REGIONI															
Piemonte	18,4	19,5	28,0	22,4	16,2	12,0	8,0	4,1	3,7	3,4	4,2	0,9	2,9	2,5	7,4
Valle d'Aosta – Vallée d'Aoste	14,4	14,2	33,0	54,9	12,9	8,2	3,2	2,5	2,8	1,7	4,1	1,1	0,9	2,6	9,1
Lombardia	20,4	24,4	29,6	13,9	12,2	10,6	7,2	5,1	3,1	3,8	5,4	0,9	2,3	0,8	6,5
Trentino-Alto Adige	16,5	14,4	23,7	53,2	29,6	14,0	4,8	4,3	2,1	1,5	3,4	1,6	0,8	0,5	11,9
- Bolzano	13,9	14,3	26,5	60,1	33,1	15,9	5,7	3,0	2,1	1,9	2,4	0,6	0,2	0,9	16,2
- Trento	19,8	14,6	20,2	44,4	25,3	11,5	3,7	5,9	2,1	0,9	4,7	2,8	1,7	0,1	6,3
Veneto	20,1	27,2	26,2	16,9	14,2	10,7	6,8	4,8	4,6	4,9	3,3	1,6	2,5	0,8	7,5
Friuli-Venezia Giulia	15,9	28,3	21,0	20,3	11,8	11,4	6,6	3,7	3,1	7,4	3,8	0,9	3,2	0,7	7,7
Liguria	21,2	25,3	21,6	17,6	10,1	8,3	6,9	4,4	6,6	1,8	4,8	2,2	2,1	1,1	7,2
Emilia-Romagna	20,0	25,1	22,1	10,5	15,4	11,9	7,7	5,6	2,9	3,5	6,1	1,7	2,6	1,1	5,8
Toscana	20,3	23,5	21,4	7,7	11,1	12,8	7,9	3,3	4,5	2,2	4,7	2,7	1,8	0,6	6,8
Umbria	24,8	19,8	18,9	6,8	10,5	11,4	4,0	4,4	3,2	2,1	9,3	8,1	2,6	0,7	9,6
Marche	23,2	24,2	18,5	6,7	12,8	10,0	5,5	3,9	4,0	3,8	4,8	3,6	3,6	2,0	8,4
Lazio	23,2	32,0	27,1	5,5	9,0	10,8	6,5	4,4	3,5	3,6	8,1	0,8	0,8	0,6	5,7
Abruzzo	24,3	26,0	19,1	7,2	11,1	14,9	7,9	5,4	2,3	1,3	5,2	1,1	1,0	1,7	6,1
Molise	30,9	24,2	15,9	4,1	6,7	12,3	5,6	7,4	5,3	2,2	9,4	3,7	2,6	0,9	4
Campania	34,9	25,5	16,7	2,2	6,9	10,1	5,8	5,8	3,2	5,0	9,7	1,0	1,1	1,4	2,2
Puglia	36,7	28,1	12,2	0,5	7,7	10,2	3,9	6,3	3,2	3,0	10,2	0,6	0,5	0,1	2,1
Basilicata	34,8	29,6	17,0	1,6	6,8	14,3	4,0	6,4	2,3	1,6	7,4	1,9	0,5	0,9	1,9
Calabria	37,7	23,5	14,0	1,4	6,9	11,1	3,4	6,3	3,7	2,2	10,3	2,5	1,4	0,9	2,9
Sicilia	35,0	26,1	14,9	1,5	8,1	13,3	5,3	7,3	4,3	3,5	8,3	1,3	1,2	0,7	4
Sardegna	27,9	24,8	17,0	2,0	5,6	12,4	4,4	4,2	5,1	3,6	8,6	3,9	2,5	2,5	5,7
Italia	24,2	25,2	22,8	11,3	11,7	11,3	6,5	5,0	3,6	3,6	6,3	1,5	1,9	1,0	5,9
RIPARTIZIONI GEOGRAF.															
Italia nord-occidentale	19,9	23,0	28,5	17,0	13,1	10,8	7,3	4,7	3,6	3,5	5,0	1,0	2,4	1,3	6,8
Italia nord-orientale	19,2	25,0	23,9	19,4	16,3	11,6	6,9	4,9	3,5	4,2	4,3	1,6	2,4	0,9	7,4
Italia centrale	22,4	27,4	23,6	6,5	10,3	11,4	6,7	4,0	3,9	3,1	6,7	2,3	1,6	0,8	6,7
Italia meridionale	34,7	26,2	15,2	2,1	7,5	11,0	5,0	6,1	3,2	3,4	9,4	1,2	1,0	1,0	2,7
Italia insulare	33,1	25,8	15,5	1,6	7,4	13,1	5,1	6,5	4,6	3,6	8,4	2,0	1,6	1,2	4,4
Italia	24,2	25,2	22,8	11,3	11,7	11,3	6,5	5,0	3,6	3,6	6,3	1,5	1,9	1,0	5,9
TIPI DI COMUNE															
Comune centro dell'area metropolitana	22,5	29,5	26,7	11,3	8,9	10,5	9,2	4,7	4,7	4,4	6,3	0,2	1,1	0,7	6,9
Periferia dell'area metropolitana	24,2	26,1	23,3	6,2	10,9	12,5	5,8	4,6	3,0	4,5	7,7	0,5	1,5	1,2	5
Fino a 2.000 abitanti	21,9	21,0	21,2	16,3	12,8	12,1	4,9	5,8	3,3	1,1	5,3	4,7	3,6	1,0	8,3
Da 2.001 a 10.000 abitanti	25,6	22,2	21,4	12,5	13,3	10,7	5,3	5,6	3,3	2,3	6,2	2,7	2,8	1,2	5,7
Da 10.001 a 50.000 abitanti	25,5	25,1	22,2	10,8	12,5	11,8	5,9	4,8	3,2	4,0	6,6	1,3	1,5	1,0	5,6
50.001 abitanti e più	22,5	26,3	22,3	12,3	11,1	11,3	7,4	4,8	4,4	4,1	5,3	1,1	1,7	1,0	5,8
Italia	24,2	25,2	22,8	11,3	11,7	11,3	6,5	5,0	3,6	3,6	6,3	1,5	1,9	1,0	5,9

Tabella 2-8 – Attività sportiva ripartita per sport e contesto geografico – Anno 2006 (dati percentuali)

significative: si va infatti dall'84,7% dei bambini di 3-5 anni al 40,1% degli sportivi con più di 75 anni. Praticano in impianti sportivi all'aperto oltre il 50% dei giovani tra gli 11 e i 17 anni, mentre superati i 65 anni tale quota scende sotto il 25%. La pratica in spazi all'aperto, siano essi attrezzati o meno, invece è maggiormente diffusa tra gli sportivi adulti e anziani: in particolare, dichiarano di praticare in spazi all'aperto non attrezzati meno del 20% degli sportivi tra i 3 e i 19 anni, mentre tra gli sportivi con più di 45 anni tale quota supera il 40%. Naturalmente le differenze di genere e di età riscontrate rispetto al luogo della pratica sono influenzate dal tipo di sport praticato.

L'incrocio dei dati sopra riportati, relativamente al caso oggetto di studio, ci porta alla determinazione dei seguenti risultati che, per quanto meritevoli di una ulteriore disaggregazione ed approfondimento, bene evidenziano gli ordini di grandezza in gioco.

La tabella seguente (**Tabella 2-9**) riassume il numero dei potenziali utenti suddivisi per attività sportiva, mentre il diagramma (**Figura 2-13**) visualizza in maniera immediata detta ripartizione.

Disciplina sportiva/attività	Potenziali utenti
Calcio e calcetto	97030
Ginnastica, aerobica, fitness e cultura fisica	116060
Sport ciclistici	58030
Aletica, footing, jogging	50420
Tennis	34250
Pallavolo	24260
Arti marziali	14750
Pallacanestro	18075
Danza e ballo	25690
Bocce, biliardo	3800
Altro	33300

Tabella 2-9 – Individuazione dei potenziali utenti riferiti al bacino di utenza e ripartiti per disciplina sportiva

Si può fin d'ora concludere che le condizioni generali del contesto sono tali da giustificare un intervento come quello oggetto della presente trattazione. Infatti il bacino di utenza è decisamente ampio, in grado di garantire una presenza di fruitori pressoché costante nel tempo e, dunque, capace di offrire una base reddituale sufficiente a fare fronte agli impegni economici derivanti dalla costruzione e della gestione della struttura.

Inoltre la dotazione impiantistica ipotizzata, così come meglio descritta al successivo capitolo 4 soddisfa quasi completamente il fabbisogno "fotografato" dai dati sopra riportati.

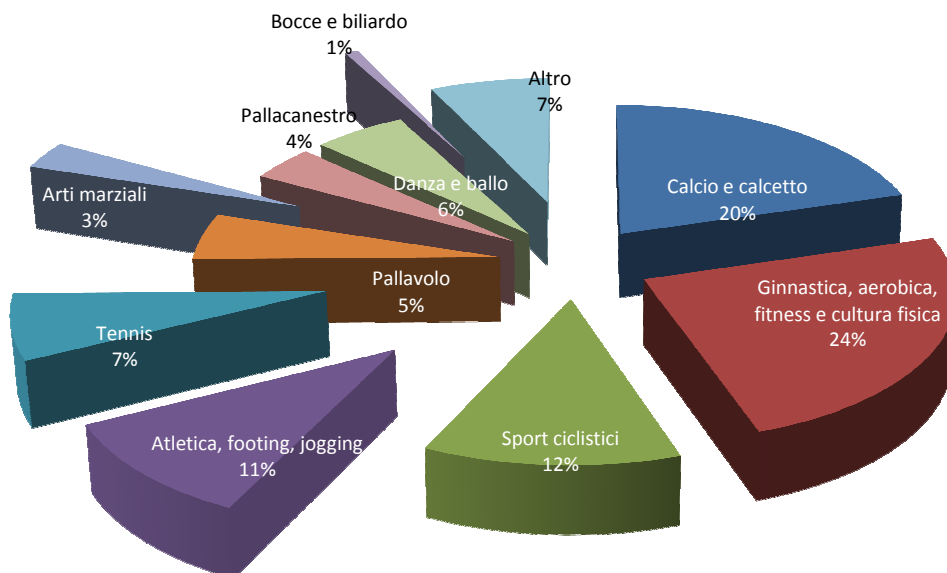


Figura 2-13 – Ripartizione degli utenti del bacino di utenza per disciplina sportiva

2.4 Il sistema della pianificazione territoriale

Il sistema della pianificazione che interessa il territorio del Comune di Rovello Porro si articola essenzialmente nei seguenti strumenti di governo:

- Piano del Governo del Territorio (PGT)
- Piano di classificazione acustica
- Piano generale del traffico urbano (PGTU)
- Piano cimiteriale
- Piano di emergenza comunale

Nei paragrafi seguenti verranno esaminate le prescrizioni dei primi tre strumenti di pianificazione essendo quelli a cui riferirsi per le scelte progettuali concernenti l'impianto sportivo oggetto del presente studio.

2.4.1 Il Piano di Governo del Territorio (PGT)

Con deliberazione del Consiglio comunale n.18 del 22 maggio 2012 è stata approvata la variante al piano di governo del territorio (PGT), con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale Regionale (BURL) in data 16 agosto 2012 (Figura 2-14, Figura 2-15, Figura 2-16, Figura 2-17).

Il PGT, senza volere entrare nel merito delle prescrizioni relative alla zonizzazione (centro storico, zone a saturazione, aree ad insediamento industriale, ecc.), esame che in queste sede risulterebbe privo di interesse, individua i seguenti indirizzi strategici:

- la conservazione delle aree libere, ottenuta da un lato con l'individuazione degli ambiti di trasformazione in aderenza delle aree già urbanizzate e dall'altro nell'indirizzare gli ulteriori episodi di edificazione sparsa verso forme di concentrazione del costruito di servizio nei nuclei aziendali esistenti;
- la valorizzazione delle componenti paesaggisticamente significative dell'ambiente agricolo, con la conservazione dei filari alberati, la valorizzazione dei percorsi interpoderali da integrare con la rete ciclabile, la formazione di quinte alberate che riducano l'impatto dell'edificazione sparsa esistente;
- la forestazione delle aree non più oggetto di coltivazione o a bassa redditività agricola, anche con l'impiego di essenze cedue che garantiscano comunque una valenza economica alla proprietà;
- l'individuazione di incentivi per la valorizzazione dell'attività agricola, che trova nel commercio diretto dei prodotti e nell'agriturismo le sue forme migliori e sperimentate. Il successo degli indirizzi individuati dipende in larga misura dall'iniziativa degli operatori agricoli; si possono tuttavia ipotizzare interventi a carattere pubblico che fungano da catalizzatore (per esempio, la rete ciclabile, la cura del corso fluviale nella zona del Parco del Lura, la vigilanza sulla conservazione del patrimonio arboreo) per innescare interventi da parte dei privati nelle direzioni sopra indicate e in generale una maggior attenzione e rispetto da parte di tutti nei confronti del bene comune rappresentato dall'ambiente.

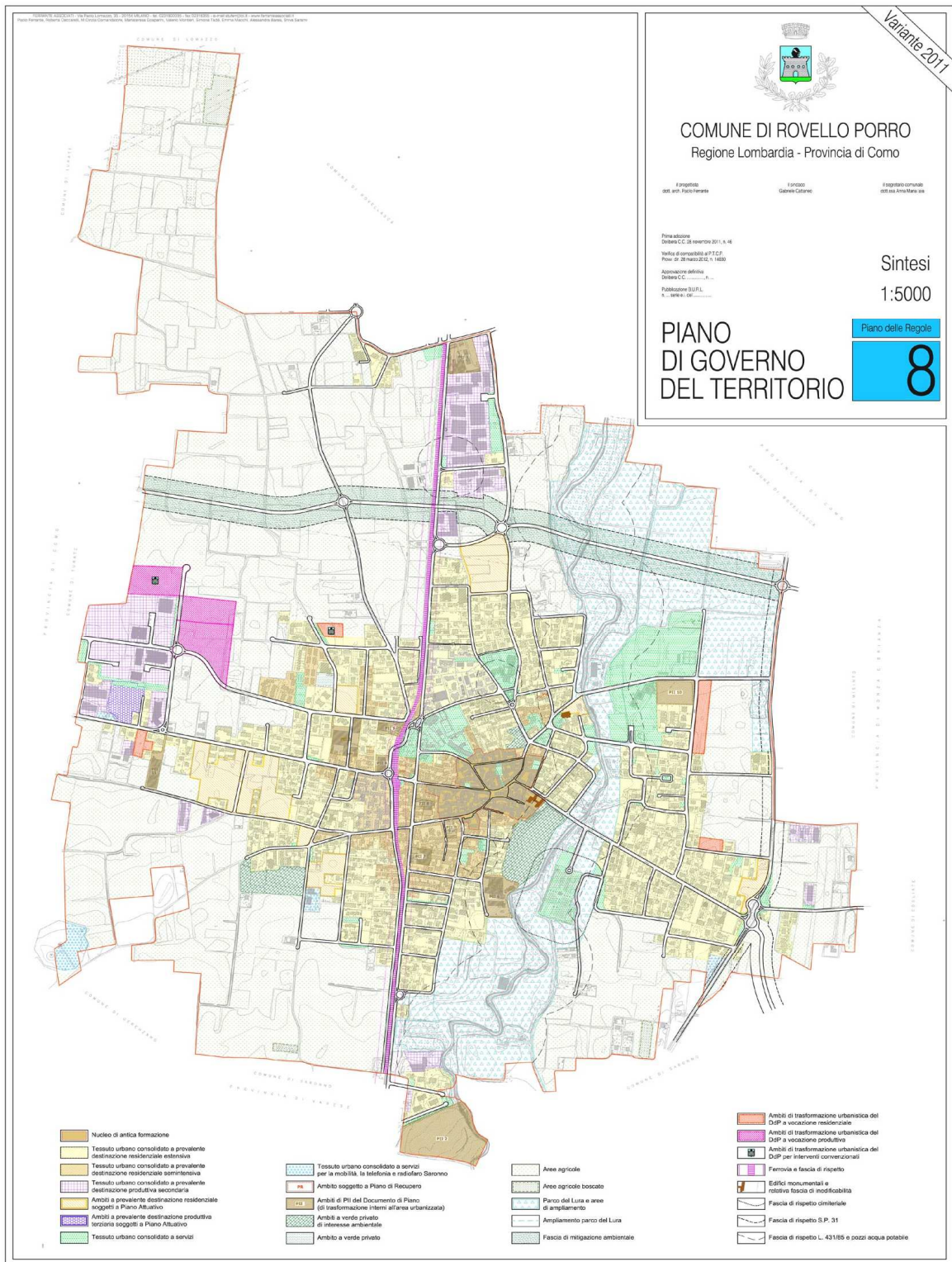


Figura 2-14 – Piano di Governo del Territorio – Tavola di sintesi

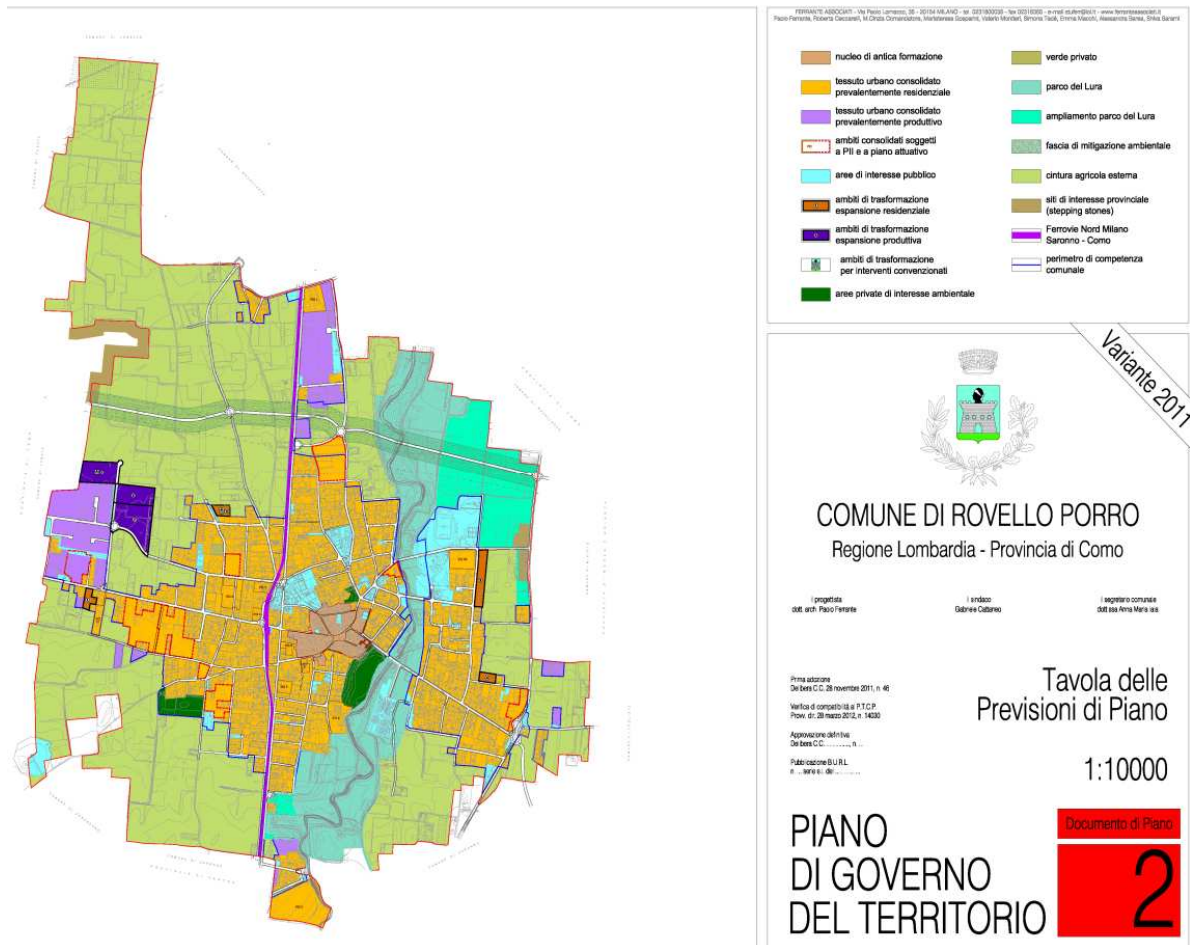


Figura 2-15 – Piano di Governo del Territorio – Tavola delle previsioni di Piano

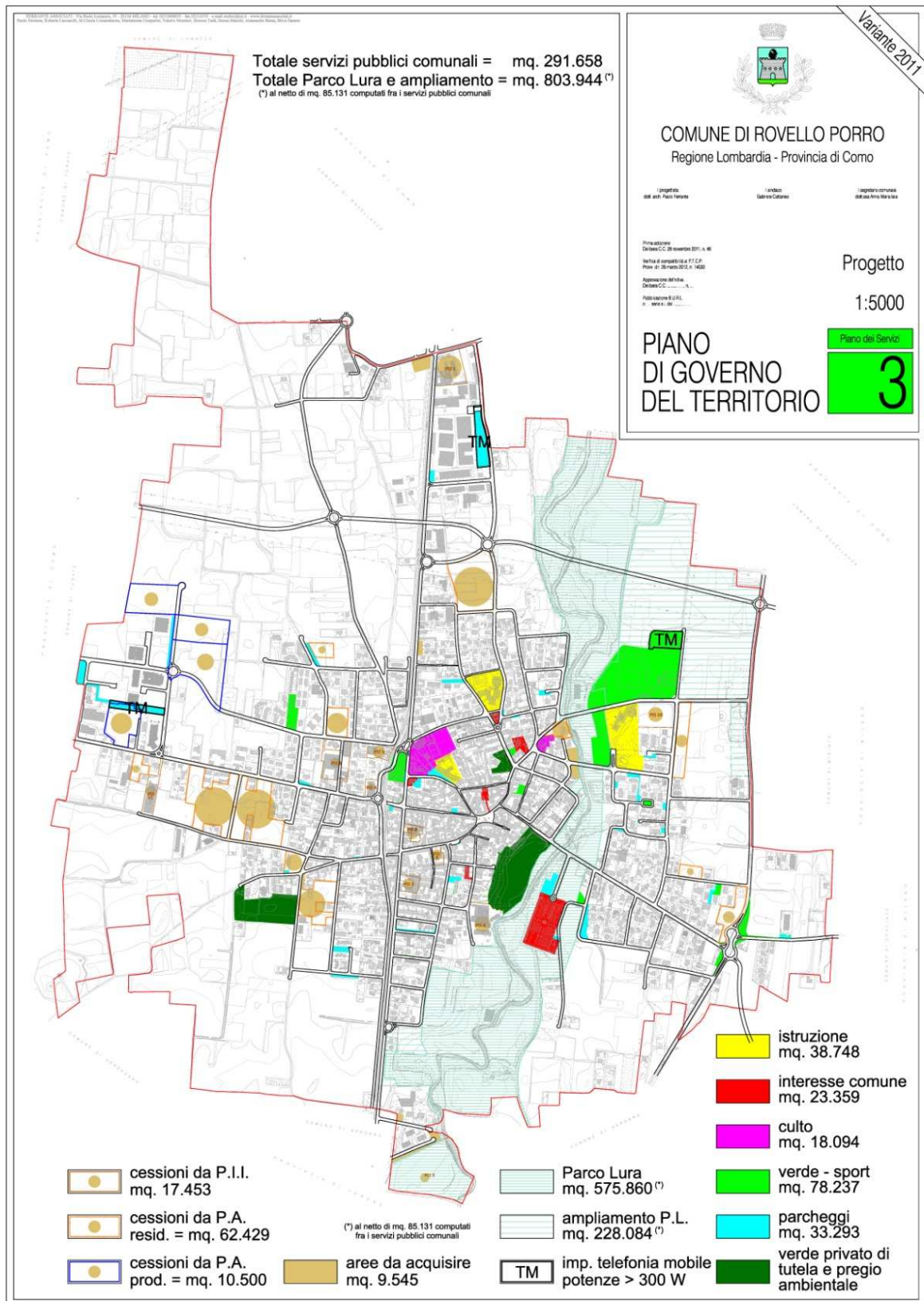


Figura 2-16 – Piano di Governo del Territorio – Progetto

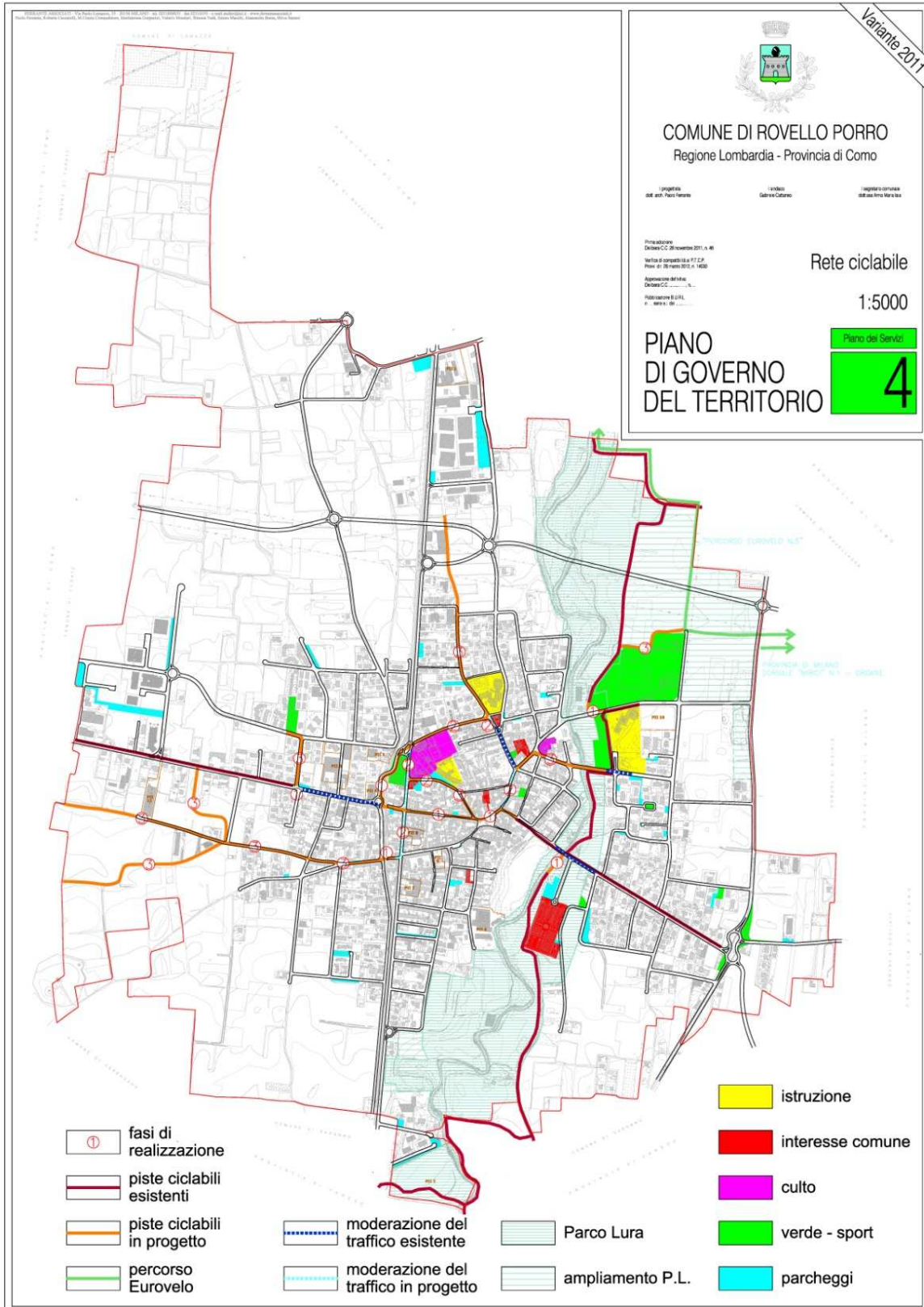


Figura 2-17 – Piano di Governo del Territorio – Rete ciclabile

L'area oggetto di intervento è indicata nella zonizzazione prevista dal PGT come area “Verde – Sport” (Figura 2-18) e come “Aree di interesse pubblico” (Figura 2-19).

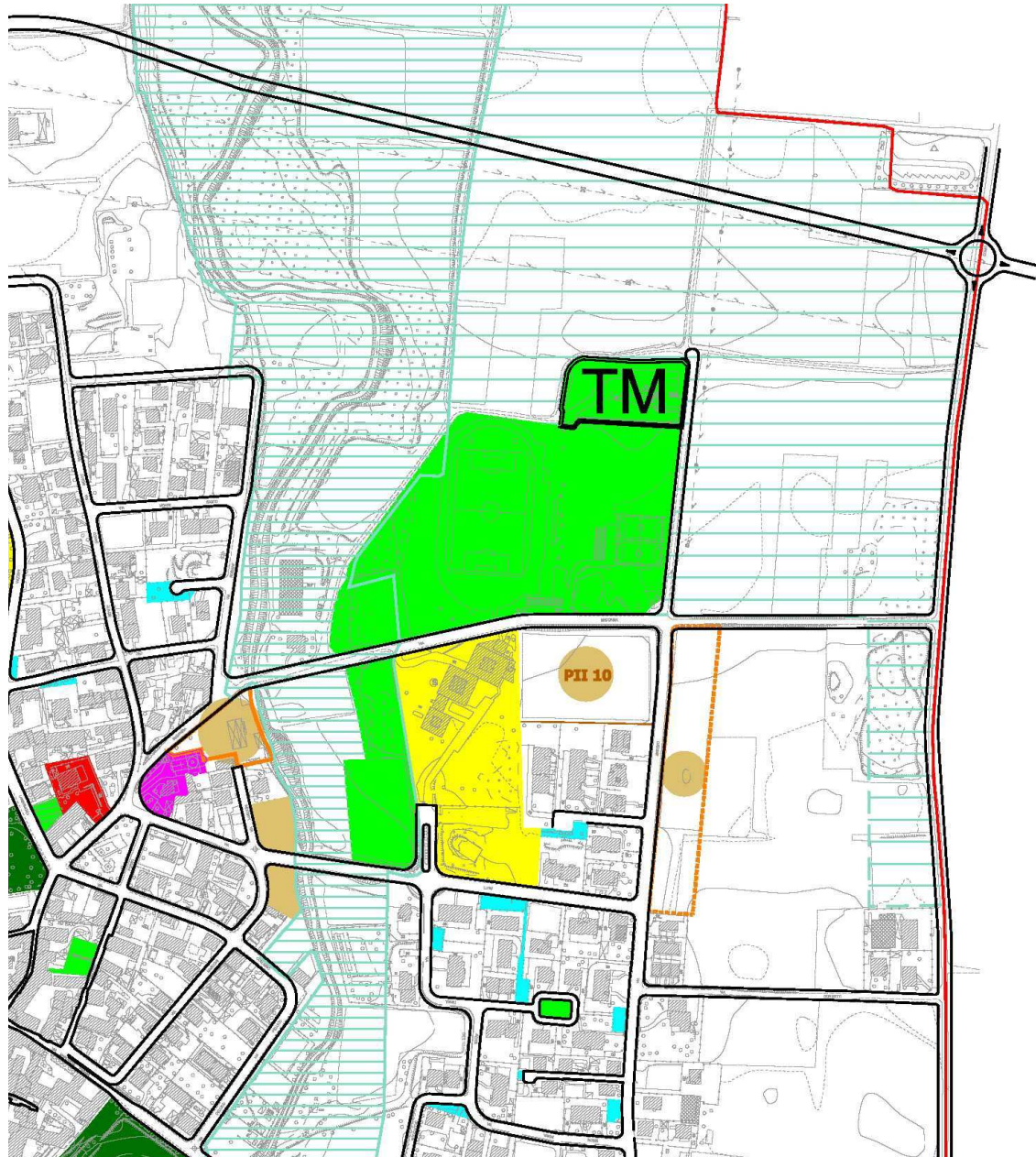


Figura 2-18 – Area oggetto di intervento – Estratto Tavola 3 PGT

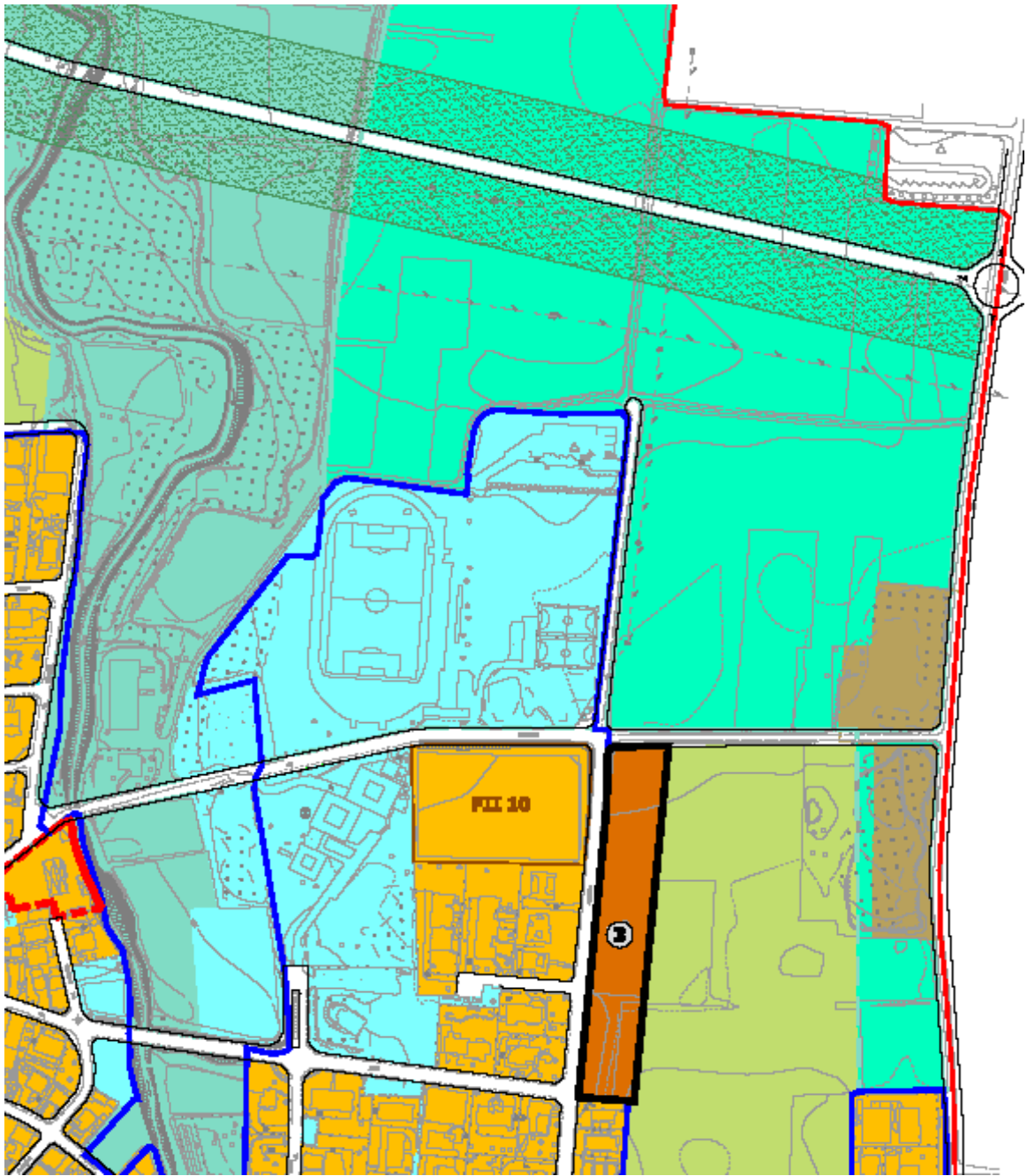


Figura 2-19 - Area oggetto di intervento – Estratto Tavola 2 PGT

Lo strumento urbanistico, mediante i contenuti del Piano dei Servizi, è stato redatto al fine di assicurare una dotazione globale di aree per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico, per l'edilizia residenziale pubblica, le dotazioni di verde, i corridoi ecologici e il sistema verde connettivo fra il territorio rurale e quello edificato, ed una loro razionale distribuzione sul territorio comunale a supporto delle funzioni esistenti e previste.

Attraverso gli strumenti urbanistici attuativi e i programmi integrati di intervento, l'Amministrazione comunale ha identificato le aree da acquisire destinate ai servizi di interesse pubblico, in funzione della popolazione esistente e soprattutto delle previsioni di sviluppo futuro a medio termine, quantificandone i costi e le modalità di attuazione.

In generale l'offerta in atto dei servizi pubblici presenti sul territorio di Rovello Porro, soddisfa le esigenze primarie legate alla residenza e al fabbisogno di verde attrezzato, spazi per lo sport, attrezzature di servizio, parcheggi, cultura e tempo libero.

A fronte degli attuali 5.865 abitanti (dato ISTAT al 1° gennaio 2008) ed in considerazione della previsione di un incremento demografico teorico pari a 690 abitanti circa (che non supererà realisticamente le 400 unità, in quanto le nuove volumetrie previste comporteranno in larga misura miglioramenti degli standard residenziali piuttosto che nuovi abitanti insediati), si evince che l'assetto complessivo del territorio non subirà particolari sconvolgimenti, ma si andranno a saturare aree esistenti già urbanizzate, orientandosi così verso un consolidamento dello stato di fatto più che alla definizione di nuovi assetti urbanistici.

Tale evoluzione demografica non lascia presumere una domanda di servizi aggiuntivi, ma dovrà portare ad una migliore gestione di quelli esistenti.

Unica eccezione operata dal Piano è il notevole incremento della superficie destinata a Parco del Lura, in una prospettiva di tutela e valorizzazione ambientale. "Per quanto concerne le restanti aree verdi e sportive presenti sul territorio, nel corso dei prossimi esercizi, compatibilmente con le disponibilità finanziarie, l'obiettivo prioritario resta l'ampliamento del centro sportivo di via Madonna".²⁷

E' evidente come l'intervento oggetto del presente studio, pur soddisfacendo il bisogno di dare alla collettività di Rovello Porro un centro sportivo strutturato, si inquadri nell'ambito di un'analisi più ampia che, come si è cercato di dimostrare nelle pagine precedenti (cfr.paragrafo 2.3), considera un bacino di utenza di livello sovracomunale, condizione essenziale per rendere l'impegno finanziario derivante dai costi di costruzione sostenibile.

²⁷ P.Ferrante , *Comune di Rovello Porro – Piano di Governo del Territorio – Piano dei servizi – Relazione*, 2011, Rovello Porro, pag. 12

2.4.2 Il piano di classificazione acustica

Con Delibera di Consiglio Comunale n° 43 del 03 ottobre 2008 è stata approvata la Variante al Piano di Classificazione Acustica, quadro di riferimento per la valutazione dei livelli di rumore presenti o previsti anche al fine della programmazione degli interventi per la riduzione dell'inquinamento acustico (**Figura 2-20**). Il documento dal punto di vista normativo fa riferimento alla "Legge Quadro" 26 ottobre 1995, n.447 sull'inquinamento acustico (con i relativi provvedimenti attuativi) ed al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, con il quale sono stati definiti i criteri di classificazione del territorio ed i limiti per ciascuna classe, che risultano essere i seguenti.

CLASSE I – Aree particolarmente protette. Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

CLASSE II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.

CLASSE III - Aree di tipo misto. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

CLASSE IV - Aree di intensa attività umana. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

CLASSE V - Aree prevalentemente industriali. Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

CLASSE VI - Aree esclusivamente industriali. Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Lo stesso Decreto definisce, per ciascuna classe, valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione e valori di qualità, definiti come L_{eq} in dB(A) in periodo diurno (ore 6–22) ed in periodo notturno (ore 22–6).

Destinazione d'uso	Valori limite di emissione		Valori limite assoluti di immissione		Valori di qualità	
	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
Classe I	45	35	50	40	47	37
Classe II	50	40	60	50	57	47
Classe III	55	45	60	50	57	47
Classe IV	60	50	65	55	62	52
Classe V	65	55	70	60	67	57
Classe VI	65	65	70	70	70	70

Con la Legge Regionale 10 agosto 2001, n. 13 – “Norme in materia di Inquinamento Acustico” e la successiva Deliberazione n. VII/9776 del 02 luglio 2002 – “Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della Classificazione Acustica del territorio Comunale” la Regione Lombardia ha ottemperato a quanto previsto dalla Legge-Quadro, che assegna specifiche competenza alle Regioni e agli enti locali, in particolare demandando a livello regionale la definizione dei criteri, le modalità e i tempi secondo cui i Comuni devono procedere alla Classificazione del Territorio Comunale, nonché per le procedure, la predisposizione e l’adozione dei Piani di Risanamento Acustico.

Dal punto di vista tecnico i Criteri definiscono le modalità di assegnazione delle classi acustiche sulla base della zonizzazione del PRG e delle condizioni del territorio, in parte confermando quanto già presente nelle precedenti Linee Guida o meglio dettagliandolo, in parte apportando modifiche. I criteri approvati dalla Regione Lombardia indicano di inserire in Classe III le attività sportive che non sono fonte di rumore (campi da calcio, campi da tennis).

La Legge Regionale prevede inoltre che possano venire individuate una o più aree destinate ad accogliere attività temporanee quali spettacoli e manifestazioni, localizzate in punti del territorio comunale tale da minimizzare l’impatto acustico.

In adempimento a ciò l’area destinata alla collocazione del centro sportivo oggetto del presente studio è stata posta in III classe (**Figura 2-21**).

Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) prevedono che “nel caso di nuovi edifici, impianti e infrastrutture adibiti a:

- attività produttive;
- attività sportive e ricreative;
- postazioni di servizi commerciali polifunzionali;

le richieste per l’ottenimento di permesso di costruire devono essere corredate da una relazione, redatta da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale, sulle caratteristiche acustiche degli edifici o degli impianti, ove siano indicati i materiali e le tecnologie impiegate per l’isolamento acustico e/o l’insonorizzazione in relazione all’impatto acustico verso l’esterno. Le modalità di redazione dello studio di impatto acustico sono stabilite dal DGR 08.03.2002 n. 7/8313 – Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico” (La Viola, 2007).

In termini di requisiti acustici passivi, le NTA prevedono che “.....nel caso di nuove costruzioni o parte di nuove costruzioni non destinate ad attività produttiva e rientranti nelle seguenti tipologie, definite come unità abitative:

- categoria A - residenze o assimilabili;
- categoria B - uffici e assimilabili;
- categoria C - alberghi e pensioni o assimilabili;
- categoria D - ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- categoria E - edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- categoria F - edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- categoria G - edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili;

ai sensi dell'art. 7 della Legge Regionale 10 Agosto 2001, n. 13, è fatto obbligo presentare, da parte del progettista una relazione, redatta da un tecnico competente in acustica ambientale, che attesti con modalità previsionali il rispetto dei valori limiti delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, secondo quanto stabilito dal DPCM 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”.

I requisiti acustici passivi devono essere verificati per quanto attiene:

- la rumorosità proveniente dall'ambiente esterno;
- la rumorosità trasmessa per via aerea tra ambienti adiacenti e/o sovrapposti, appartenenti a unità abitative differenti;
- i rumori da calpestio tra unità abitative differenti;
- la rumorosità provocata da impianti e apparecchi tecnologici dell'edificio;
- la rumorosità provocata da attività contigue.

2.4.3 Il Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU)

Il Piano Generale del Traffico Urbano (Amedeo, 2009) è lo strumento di pianificazione del traffico di breve periodo, finalizzato al “*miglioramento delle condizioni della circolazione e della sicurezza stradale, la riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico ed il risparmio energetico, in accordo con gli strumenti urbanistici vigenti e con i piani di trasporto nel rispetto dei valori ambientali*” (art. 36 del Codice della Strada). Il Piano vede l'individuazione dei principali campi di criticità (inquinamento, incidentalità, congestione) e la definizione degli obiettivi da raggiungere, unitamente all'individuazione delle azioni in grado di dare risposte efficaci alle diverse problematiche. Le azioni del PGTU sono finalizzate ad un miglioramento della qualità della vita di tutti i cittadini con interventi integrati e mirati a garantire un'accessibilità sostenibile e diffusa in tutte le aree del paese, in una logica di incremento del trasporto pubblico e della ciclabilità e di tutela delle zone a maggior pregio ambientale e architettonico (Comune di Rovello Porro, 2012).

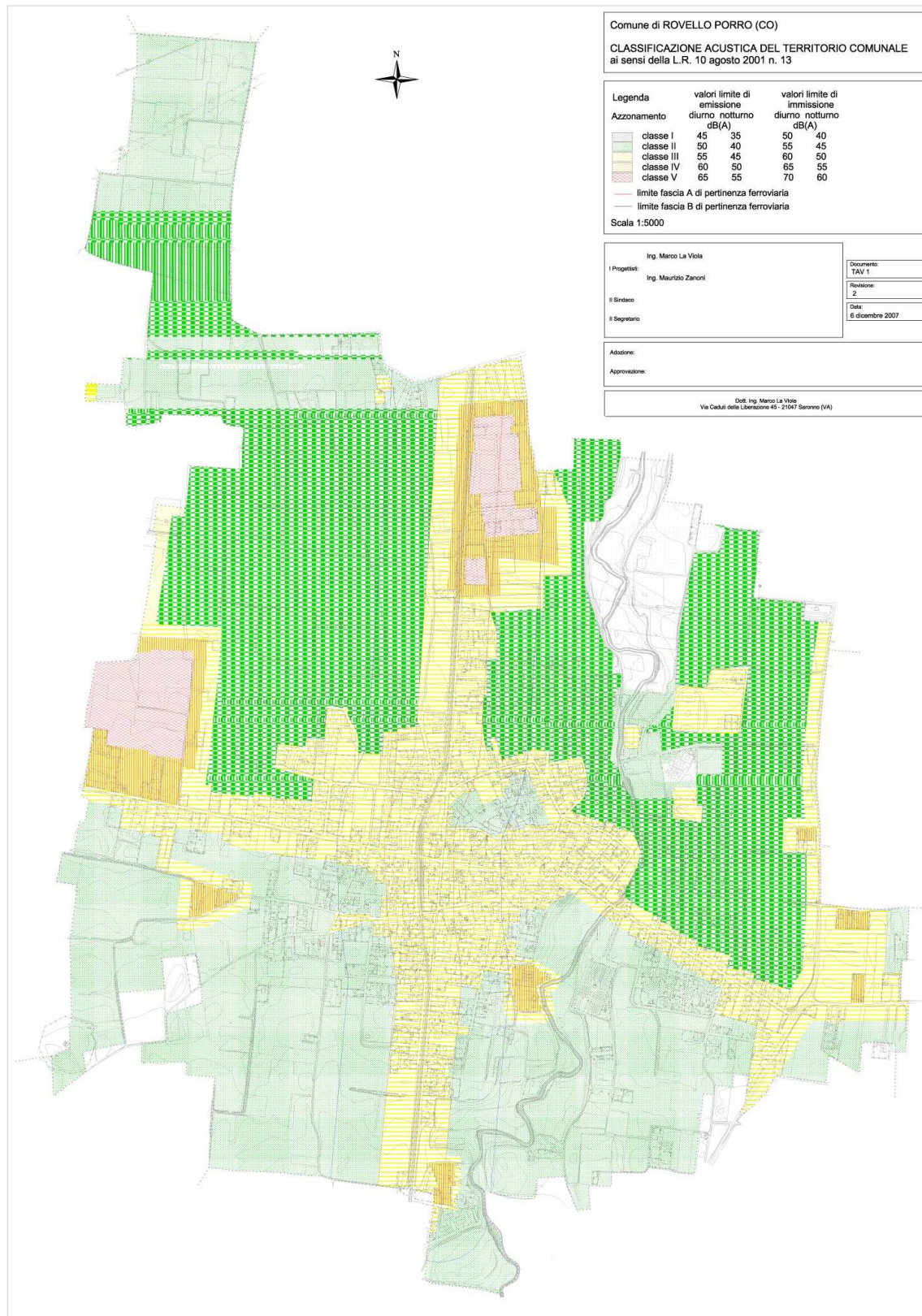


Figura 2-20 – Piano di classificazione acustica



Figura 2-21 – Piano di classificazione acustica – Estratto planimetrico

Il PGTU si integra con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale il quale prevede che gli interventi ricadenti sul territorio di Rovello Porro attengono principalmente al settore delle infrastrutture per la mobilità, con la definizione del collegamento tra Misinto – Rovello Porro – Turate, il cui tracciato preliminare è stato definito da uno specifico progetto. Tale intervento è particolarmente rilevante a livello locale in quanto collega tra loro, a nord dell'abitato, le attuali SP. 30 e SP. 31 e quindi Via Cavour, in Turate, offrendo la diretta accessibilità allo svincolo dell'autostrada A 9, configurando quindi la circonvallazione nord di Rovello Porro.

Il PGTU coordina inoltre le proprie previsioni con le indicazioni viabilistiche predisposte dal Piano di Governo del Territorio che, per quanto ci riguarda direttamente, relativamente alla mobilità sostenibile, prevede il completamento della rete di piste ciclabili esistenti attraverso fasi di intervento che vedono, tra le altre, il completamento dell'asse nord – sud ai margini del Parco del Lura con il completamento delle tratte mancanti a nord del cimitero e in Via Madonna.

Si ritiene, in questa sede, di non richiamare ulteriormente le prescrizioni del Piano Generale del Traffico Urbano, al quale si rimanda per eventuali necessità di approfondimento.

CAPITOLO 3

L'INTERVENTO EDILIZIO

Il masterplan – Gli edifici

3.1 Il masterplan

La presente trattazione, dopo l'analisi condotta nei capitoli precedenti e concernente il contesto culturale, territoriale ed urbanistico nel quale si inserisce questo intervento, vede nell'ideazione di un masterplan l'aspetto propositivo e progettuale.

Con l'elaborazione del masterplan vengono delineati i caratteri principali della proposta e le ragioni del progetto che, limitatamente all'edificio della piscina coperta, verranno poi approfondite nella loro dimensione architettonica e tecnico-costruttiva nel successivo capitolo 4.

Nei paragrafi che seguono, con l'ausilio delle tavole grafiche di supporto, verrà descritta la soluzione adottata e gli edifici e le aree funzionali nei quali essa si articola.

3.1.1 Introduzione – Obiettivi del progetto

Dalle indagini sviluppate nei capitoli precedenti sono emersi gli elementi (bisogni) che, assunti in questa sede come elementi progettuali, si possono sintetizzare nei punti seguenti:

- lo strumento urbanistico del Comune di Rovello Porro vede nell'ampliamento dell'attuale centro sportivo uno dei punti programmatici essenziali;
- la particolare collocazione territoriale del sito, grazie principalmente al sistema stradale e ferroviario ed alla sua posizione nella pianura lombarda, garantisce un potenziale bacino di utenza di ampiezza considerevole, tale da rendere sostenibile lo sforzo finanziario che sarebbe necessario per la realizzazione dell'intervento;

-
- nel prossimo futuro l'impiantistica sportiva si orienterà verso grandi complessi consistenti in poli architettonici di notevoli dimensioni, vere e proprie "città dello sport e del tempo libero" realizzate con il supporto di investimenti pubblici e/o privati;
 - la più avanzata sensibilità ambientale impone soluzioni progettuali di utilizzo dei materiali compatibili con l'ambiente ed accettabili socialmente ed economicamente, inquadrati in un nuovo modo di fare architettura basato su principi che presuppongono cambiamenti socio-culturali ed un nuovo modo di operare del progettista.

Sulla base dei punti sopra richiamati, che di fatto costituiscono gli input di piano, è stata elaborata una proposta progettuale consistente in un complesso sportivo e ricreativo strutturato in edifici e destinazioni funzionali che possono essere così elencati:

- Edificio A – RECEPTION
- Edificio B – CLUBHOUSE
- Edificio C – STRUTTURA POLIFUNZIONALE
- Edificio D – EDIFICIO FITNESS
- Edificio E – EDIFICIO PISCINA COPERTA
- PISCINE ALL'APERTO
- PISTA DI ATLETICA
- CAMPO DA CALCIO
- SPAZI PER RAPPRESENTAZIONI ALL'APERTO E BALLO ESTIVO
- VERDE ATTREZZATO

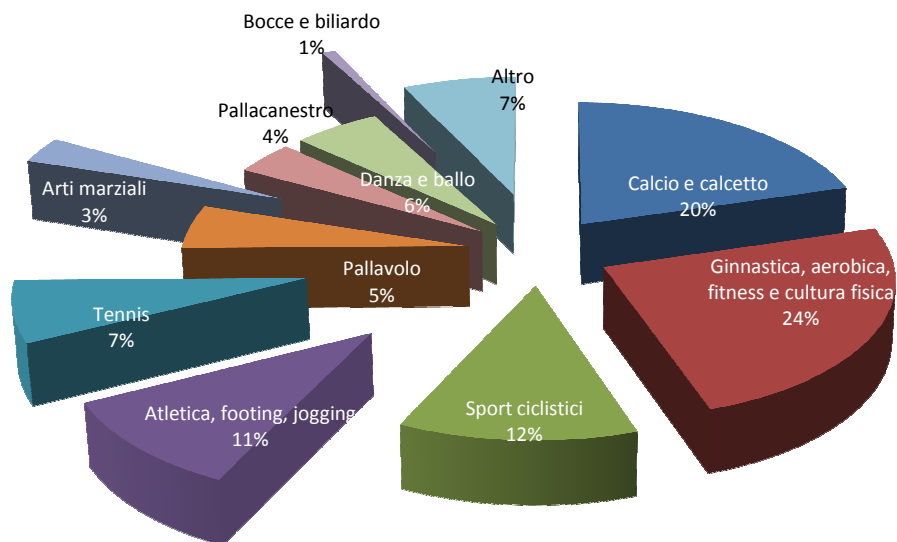
Come si può vedere, la struttura è molto articolata, tale da soddisfare (ad eccezione del tennis all'aperto e del gioco delle bocce) tutte le funzioni emerse dalla ricerca di cui si è riferito al capitolo precedente e dettagliate nel diagramma specifico (**Figura 2.13**). Detto diagramma, per comodità di esposizione, viene riproposto qui di seguito.

E' da precisare che sotto la definizione "Altro" è da comprendere il nuoto, mentre tutto ciò che ha a che vedere con gli "Sport ciclistici" vedrà nelle piste ciclabili presenti sul territorio (con innesto proprio a lato del sito) il proprio naturale soddisfacimento.

La dotazione funzionale prevede anche funzioni non strettamente sportive come la ristorazione, il relax, le attività culturali e ricreative, il tutto nell'ottica di volere comprendere nel senso più ampio possibile le istanze ed i bisogni riferibili al "tempo libero".

Volendo identificare, per pura ipotesi, il promotore dell'intervento in una qualsivoglia forma di Partenariato Pubblico-Privato, si è cercato di tenere in considerazione le esigenze gestionali e reddituali dell'intervento, garantendo accessi separati che sottendono una possibile gestione autonoma degli impianti e delle dotazioni.

Della dotazione impiantistica e funzionale si dirà più dettagliatamente in seguito.



E' però opportuno, sin da subito, entrare nel merito della “filosofia progettuale” che, soprattutto nel capitolo 4 dedicato agli approfondimenti dell’edificio “Piscina”, verrà esplicitata con la presentazione di soluzioni tecniche ed architettoniche.

Il modello di riferimento (il “paradigma costruttivo”) è quello della Costruzione stratificata a secco. La Tecnologia stratificata a secco ci consente “di proporre per il nuovo secolo metodologie costruttive, processi edilizi, prodotti e progetti più vicini agli attuali fabbisogni singoli (di utenti e clienti) o collettivi. Attraverso questa metodologia costruttiva è possibile ottenere un prodotto edilizio con alte prestazioni (acustiche, termiche, antincendio, funzionali, ecologiche energetiche, ecc.) attraverso la totale libertà di espressione estetica, denunciando apertamente la tettonica costruttiva oppure celandola.”²⁸

Il sistema Struttura/Rivestimento (S/R), contrariamente alla più tradizionale tecnologia costruttiva del laterocemento, segue un processo meccanico: “gli elementi costruttivi esistono già, sono stati prodotti per la quasi totalità industrialmente e in cantiere essi devono essere connessi

²⁸ M.Imperadori, *La Meccanica dell'architettura – La progettazione con tecnologia stratificata a secco*, 2010, Milano, pagg.XVIII-XIX

gli uni agli altri a secco, seguendo il progetto architettonico-tecnologico.... Telai portanti leggeri (in acciaio o legno) vengono posti in opera con grande velocità raggiungendo subito la copertura. Molti pre-assemblaggi avvengono a terra per consentire condizioni di lavoro più sicure. Una volta issato lo scheletro portante e realizzata la copertura si procede con i tamponamenti, sia degli impalcati che dei tramezzi, attraverso un processo di connessione in orizzontale di vari strati leggeri di grande dimensione, anziché di piccoli blocchi posati a gravità e in maniera indipendente da tempistiche di asciugatura, trasformazione o maturazione in cantiere. I dieci punti significativi del paradigma costruttivo, ergotecnico e gestionale S/R sono:

- differenziazione e miglioramento prestazionale
- ottimizzazione nella scelta dei materiali
- costituzione di pacchetti tecnologici
- indipendenza funzionale
- definizione progettuale
- assemblabilità e smontabilità
- durabilità dinamica
- funzionalità dinamica
- impatto ambientale sostenibile
- applicabilità di management avanzato

A questi è oggi possibile aggiungere alcuni corollari derivati da un'ulteriore analisi, sia teorica che pratica, seguita alla diretta applicazione in progetti e realizzazioni S/R.....:

- verificabilità prestazionale, modellabilità ingegneristica e affidabilità
- ottimizzazione delle procedure di cantiere ed evoluzione ergotecnica
- implementabilità tecnologica nel tempo e ciclicità di funzionamento
- riduzione dell'entropia del sistema costruttivo e risparmio risorse

Queste caratteristiche paradigmatiche e i relativi corollari sono in antitesi con l'essenza dei sistemi tradizionali e definiscono un approccio innovativo al processo costruttivo.....”²⁹

“ La componente portante dell'edificio è di norma strutturata a telai in acciaio, legno e legno lamellare (oppure in cemento armato in caso di soluzione tecnologica ibrida). Queste strutture scheletriche, opportunamente controventate, consentono di ottimizzare l'uso dei materiali, che si concentrano esclusivamente lungo le direttrici di sforzo, e reagiscono sia alle sollecitazioni verticali che orizzontali provocate dalle azioni esterne.

Gli involucri, esterno ed esterno, sono costituiti da materiali e componenti di derivazione industriale, certificati e garantiti, e sono progettati secondo le specifiche funzioni derivanti dalle sollecitazioni fisiche che devono sopportare. Si ribadisce l'importanza della definizione S/R come Struttura e Rivestimento. Gli involucri interno ed esterno sono infatti caratterizzati da una Struttura secondaria, diversa da quella primaria portante, e da rivestimenti di vario tipo a essa relativi..... In questa sorta di “meccano-kit” ogni componente è seriale e reperibile sul mercato ed è evidente che, anche se il DNA costruttivo dei sistemi S/R deriva dalle esperienze

²⁹ M.Imperadori, op.cit., pagg. XXIII-XXIV

High Tech, esso si rifà soprattutto a tradizioni ed esperienze costruttive popolari e vernacolari tipiche dei Paesi nordici (Austria, Germania, Francia, Svizzera, Svezia e via dicendo), in cui la presenza del legno come materiale da costruzione ha portato a sistemi costruttivi intelaiati, leggeri, su strutture portanti in legno che oggi si sono evoluti e perfezionati.

La matrice di cui si genera la costruzione stratificata a secco è quindi frutto di una tecnologia “povera” (ma intelligente) e popolare, più che elitaria e dispendiosa (caratteristiche comuni in molte architetture *High Tech*), in cui la necessità di ottenere adeguate prestazioni con poche risorse spingeva la genialità dell’uomo verso soluzioni inaspettate, che poi consentivano di ottenere forme e proporzioni, a volte mirabili, di quelle che in molte delle nostre città storiche europee riconosciamo come Architettura senza architetti”.³⁰

3.1.2 Area di intervento. Inquadramento territoriale ed ambientale

L’area di localizzazione dell’intervento coincide con l’attuale struttura sportiva del Comune di Rovello Porro. Il lotto, avente una superficie complessiva pari a mq.48.600,00, è delimitato a sud dalla Via Madonna, ad est dalla Via Ludovico Ariosto, ad ovest ed a nord da una strada consortile sterrata, facente già parte del Parco del Lura e che funge da collegamento delle due vie principali (Via Madonna – Via Ariosto) (**Figura 3-1**). L’area, pur essendo posta in zona periferica rispetto all’abitato, date le ridotte dimensioni del Comune, risulta essere a pochi minuti dal centro urbano e dai complessi scolastici (uno dei quali risulta essere posto in Via Madonna in zona prospiciente l’area di nostro interesse (**Figura 3-2**).

Il sito è separato dalla zona del centro urbano da una fascia a verde di una profondità di circa 350-400 metri che, oltre a creare un polmone verde tra la zona residenziale e le zone a destinazione funzionale “istruzione” e “sport”, istituisce di fatto a livello percettivo una cesura tra lo spazio urbanizzato e la zona di nostro interesse.

Il contesto, privo di emergenze architettoniche a cui relazionarsi anche solo con richiami formali, è contrassegnato da connotati visuali “poveri”, privi di punti di fuga caratterizzati dal punto di vista ambientale e naturalistico (**Figura 3-3, Figura 3-4, Figura 3-5, Figura 3-6, Figura 3-7**). Questa circostanza in sede progettuale ha imposto, come vedremo meglio più avanti, la necessità di “inventarsi” un “paesaggio” interno al lotto, sostanziandolo con viste, scorci, specchi d’acqua e movimentazioni altimetriche capaci di dare una fisionomia al lotto e trasformarlo in un “luogo” ben connotato.

³⁰ M.Imperadori, op.cit., pagg. XXIII-XXVII



Figura 3-1 – L'area di intervento

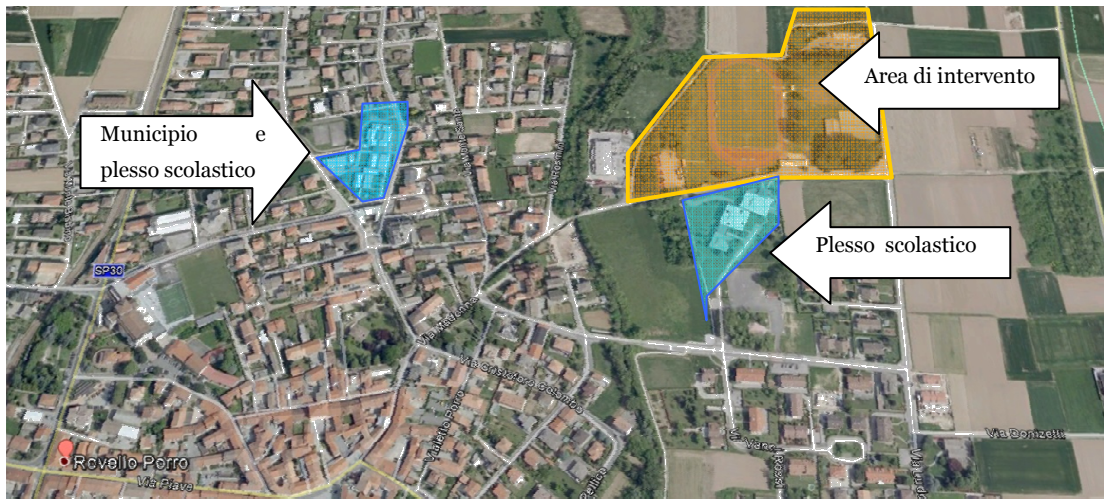


Figura 3-2 – L'area ed il centro urbano



Figura 3-3 – L'avvicinamento al sito da Via Madonna (lato sud)



Figura 3-4 – L'avvicinamento da Via Madonna. Vista della recinzione (lato sud)



Figura 3-5 – Vista degli spogliatoi da Via Madonna (lato sud)



Figura 3-6 – Vista della Via Ariosto (lato est)



Figura 3-7 – Vista del fronte su Via Madonna (lato sud)

L'attuale dotazione impiantistica della struttura è articolata in un campo da calcio di dimensioni regolamentari ed in una pista di atletica in buone condizioni di manutenzione (tutt'ora utilizzati da un' associazione sportiva locale), oltre che in quel che resta di due campi da tennis e due immobili di scarsa qualità edilizia adibiti a spogliatoi e magazzino in discrete condizioni di conservazione (Figura 3-8, Figura 3-9, Figura 3-10, Figura 3-11, Figura 3-12).



Figura 3-8 – Vista dell'interno (verso nord)



Figura 3-9 – Vista dell'interno (verso nord)



Figura 3-10 – Vista dell'interno (verso ovest)



Figura 3-11 – Vista dell'interno (verso ovest)



Figura 3-12 – Vista dell'interno (verso nord).

Nella formulazione del masterplan si è ritenuto di conservare il campo da calcio e la pista di atletica e ciò sia per garantire economie di scala, sia per lasciare memoria di quello che, ad intervento realizzato, diverrebbe il “vecchio centro sportivo”.

Il parco del Lura a nord e i campi coltivati ad est completano l'ambiente nel quale è inserito l'intervento in progetto.

Come si vedrà meglio nelle pagine successive, anche la vegetazione di nuovo impianto è coinvolta nella ridefinizione del luogo.

3.1.3 Il sistema di accessi

Il sistema delle piste ciclabili è di particolare entità. La tavola dedicata del Piano di Governo del Territorio (**Figura 2-17**) ed il relativo dettaglio (**Figura 3-13**) identificano la presenza di un percorso ciclabile ad ovest del lotto di intervento (linea rossa nella planimetria), del percorso Eurovelo a est (linea verde) e di una bretella di collegamento in progetto a nord (linea arancione). Di questa dotazione presente si è tenuto conto nella identificazione delle attività sportive in grado di essere soddisfatte dall'intervento.

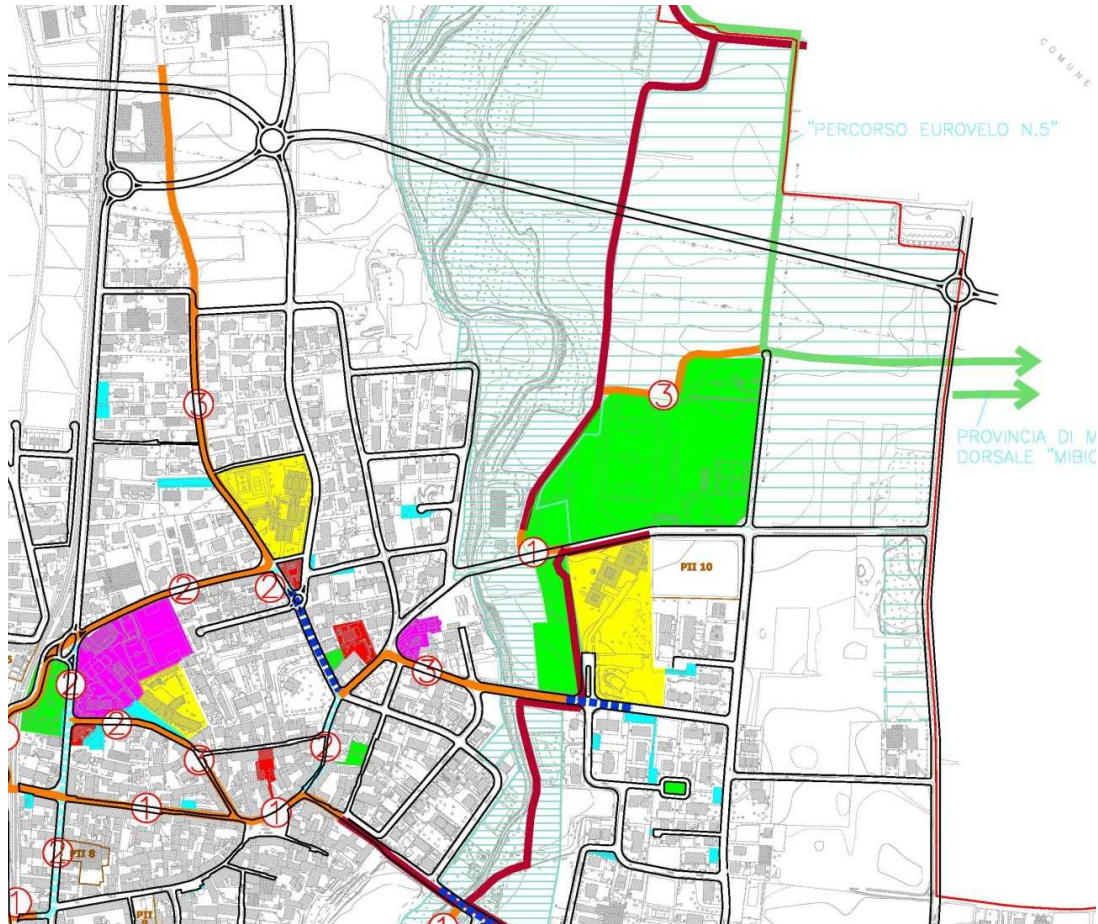


Figura 3-13 – Rete ciclabile

Dal punto di vista viabilistico l'area, prossima, come si è visto nel capitolo precedente, alla rete autostradale, è compresa tra le strade provinciali SP (ad est) ed SP 31 (ad ovest).

Il masterplan prevede il prolungamento della via Madonna ed il suo raccordo con la SP 31 (linea rossa nell'immagine qui di seguito riportata) (**Figura 3-14**).



Figura 3-14 – L'assetto viabilistico

Questo intervento sulla rete stradale comunale consentirà un migliore collegamento con la struttura viaria di livello superiore, con un beneficio sensibile in termini sia di impatto sulla viabilità comunale sia di facilità di raggiungibilità.

3.1.4 La struttura del masterplan. Destinazioni funzionali ed edifici

La strutturazione del masterplan tiene conto della dotazione dettagliata al precedente paragrafo 3.1.1. Il layout planimetrico è quello riportato nella tavola dedicata (**Tavola 1**).

Da un punto di vista compositivo si è pensato di “calare” sull’area un tracciato regolatore costituito da immaginari cerchi di circa mt.12 di diametro accostati e disposti su tutto il lotto. Questa dimensione si è dimostrata estremamente efficace ad una prima verifica e tale da identificare assetti spaziali dotati di una loro coerenza e funzionalità intrinseche. Questo motivo del cerchio fa da filo conduttore a tutta la concezione, sia planimetricamente che altimetricamente parlando, ed è chiaramente identificabile nella morfologia della pavimentazione esterna, della collina artificiale e della “cavea” irregolare posta ad est dell’edificio piscina.

Gli spazi sono gerarchizzati a partire da quella che potremmo considerare la “piazza” centrale. Il baricentro di questo spazio centrale, che ha funzione di perno distributivo e visuale, coincide con l’incontro dei due assi compositivi NORD-SUD ed OVEST-EST (in rosso nella figura), all’estremità dei quali sono posti rispettivamente gli edifici Piscina e, disassato, Multifunzione (asse NORD-SUD) e gli edifici Clubhouse e, disassato, Fitness (asse OVEST-EST) (**Figura 3-15**). Questa “piazza”, che dal punto di vista funzionale è l’area di collocazione del solarium, delle piscine all’aperto e della vasca d’acqua adiacente alla piscina, rappresenta dunque il centro del layout, un’ideale “agorà”, centro della vita dell’immaginarie “comunità sportiva”. Se pensiamo poi di ruotare di 45° il sistema di assi principali, otterremo un altro sistema di assi di riferimento (in giallo nella figura), all’estremità dei quali sono stati posti il “baricentro” delle due “cavee” (a Nord) e i due ingressi (a Sud).

Possiamo dire che ciascuno dei nove punti identificati dai due sistemi di assi (centro compreso) rappresenta un polo compositivo. Detti poli vengono trattati secondo la sequenza “Zona funzionale esterna - Edificio”, creando in tal modo un “ritmo” ben identificato e chiaramente percepibile negli scorci che man mano si presentano.

Altro elemento essenziale nella soluzione adottata è la disposizione altimetrica delle varie zone. Come si è già detto, il lotto attualmente consiste in una “tavola” piatta, priva di riferimenti visuali ed inserita in un contesto urbano anonimo, simile a tanti altri presenti nell’alta pianura lombarda. Era, dunque, necessario inventare una soluzione in grado di generare un luogo ben caratterizzato nella sua fisionomia. Si è così pensato di creare una collina artificiale al di sotto della quale collocare, in posizione ipogea, l’edificio Multifunzione. La collina ha così assunto il ruolo di cerniera tra lo spazio interno e quello esterno al lotto, oltre a creare una quinta ben caratterizzata per chi fruisce gli spazi all’interno dell’impianto sportivo, in particolar modo per chi staziona nella

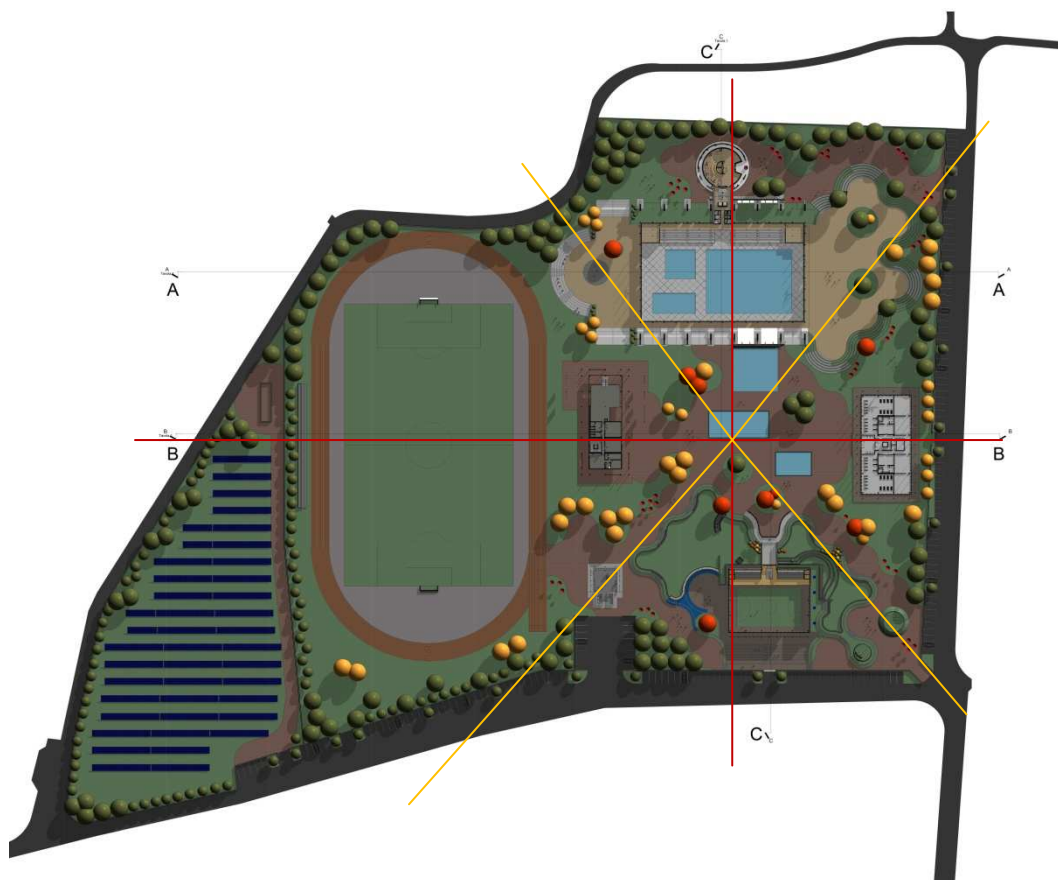


Figura 3-15 – Organizzazione planimetrica. Assi compositivi

zona piazza . In posizione diametralmente opposta a questo rilevato è stata inserita la piscina coperta che, anche per contenere ed uniformare l'altezza dei fabbricati, è stata posta ad un livello inferiore rispetto alla quota della piazza che corrisponde, grosso modo, all'attuale piano di campagna.

Questa collocazione altimetrica, come vedremo meglio nel capitolo successivo, ha consentito di:

- differenziare i percorsi di accesso al fabbricato
- garantire un agevole ingresso alle tribune per i portatori di disabilità
- creare le cavee degli spazi “teatro” posti ad ovest ed est della piscina

Le sezioni A-A (**Tavola 2**), B-B (**Tavola 3**) e C-C (**Tavola 4**) meglio dettagliano gli andamenti altimetrici sopra descritti.

Il campo da calcio e la pista di atletica si collocano a cavallo dell'asse Ovest-Est ed a lato dell'edificio Club-house, che viene così ad assumere il ruolo di perno di raccordo tra la zona di nuova edificazione e la zona esistente.

All'estremità ovest del lotto, separato alla vista da un filare continuo di alberi posti a confine lungo tutto il perimetro, è stato collocato il campo fotovoltaico (con le relative attrezzature) ed il solare termico a servizio degli edifici.

Alla vegetazione è stato dato il compito di:

- creare una barriera visiva ed acustica tra il lotto e le zone circostanti
- creare un paesaggio interno fatto di scorci e punti di fuga
- assecondare l'irraggiamento solare invernale e la protezione estiva degli edifici mediante la messa a dimora di essenze a foglia caduca
- fornire una barriera ai venti provenienti da nord mediante la messa a dimora di essenze sempreverdi.

Per le essenze a foglia caduca si è pensato alla posa in opera di aceri (acer platanoide e pseudoplatanus) e liquidambar, dalla caratteristica foglia fiammata durante l'autunno.

Per le essenze sempreverdi, poste lungo tutto il perimetro del lotto, si è invece ipotizzata la messa a dimora di cedri del Libano e pini.

Il posizionamento della vegetazione, riscontrabile alla tavola dedicata (**Tavola 1**), è tale da contribuire alla creazione di scorci e di viste interne.

Ulteriore elemento caratterizzante è costituito dalle superfici trattate a prato e dalla pavimentazione esterna.

La funzione del prato è quella di anteporre all'edificio una superficie verde libera, così da fare emergere il fabbricato nella sua interezza.

Per la pavimentazione, che disegna sostanzialmente tutti i percorsi principali, si è optato per una soluzione che vede l'alternarsi del deck nella zona delle piscine esterne ed il colato di asfalto pigmentato nella altre zone..

Per finire si vuole porre l'attenzione su alcuni aspetti progettuali. Il primo di questi è la vasca d'acqua posta in adiacenza alla copertura della piscina coperta nella zona dove questa tocca terra. Lo sforzo è stato quello di creare una superficie riflettente capace di specchiare il cielo e, a seconda delle condizioni luminose e della posizione dell'osservatore, riproporre specularmente la linea curva generatrice del tetto.

Particolare cura è stata posta poi nella definizione delle due cavee poste a lato dell'edificio piscina. La cavea sul lato ovest è caratterizzata da una sua regolarità simmetrica e vuole riproporre *in toto* il teatro classico. In questo spazio si è immaginata la possibilità di svolgere spettacoli all'aperto, con la vetrata della piscina che funge da quinta di fondo ed il cerchio centrale della pavimentazione con funzione di pista da ballo.

La cavea sul lato est, invece, pur prefigurando analoga destinazione funzionale, è impostata su un motivo più irregolare, governato però dal tracciato regolatore di cui si è detto sopra.

Le gradinate assumono anche la funzione di sedute all'aperto, così come "l'attacco a terra" della collina artificiale che vede, appunto, la presenza di una "cornice" di tre gradoni.

Gli schemi volumetrici riportati nelle tavole dedicate (**Tavola 5**), (**Tavola 6**) (**Tavola 7**) meglio chiariscono l'impostazione plano-altimetrica del progetto.

Le viste prospettiche riportate alle tavole specifiche (**Tavola 8**), (**Tavola 9**) (**Tavola 10**) (**Tavola 11**) (**Tavola 12**) (**Tavola 13**) (**Tavola 14**) (**Tavola 15**) (**Tavola 16**) (**Tavola 17**) (**Tavola 18**) (**Tavola 19**) (**Tavola 20**) illustrano gli assi visuali ed il rapporto tra gli edifici e le zone funzionali così come percepito dai fruitori.

La (**Tavola 61**) dettaglia il masterplan nei suoi livelli di finitura e di resa materica delle superfici, oltre che nella disposizione planimetrica delle varie essenze arboree.

3.2 Gli edifici

Nelle pagine che seguono vengono descritti gli edifici previsti dal masterplan. Non volendo appesantire la presentazione del lavoro di tesi, di questi edifici, che non giocano un ruolo significativo all'interno dell'economia complessiva della trattazione, pur essendo stati studiati a livello preliminare in pianta e sezione, verrà data solo una descrizione sommaria, mentre le tavole grafiche illustreranno la sola morfologia esterna.

3.2.1 Edificio 1 – Reception

L'edificio Reception è posto in prossimità dell'ingresso principale ed al suo interno si sono immaginati collocati gli spazi destinati all'accoglienza ed alle attività direzionali.

L'edificio è molto semplice, costituito da un involucro trasparente ed una struttura puntiforme in acciaio.

Le superfici vetrate sono pensate per garantire la visione esterno-interno e per ottimizzare la captazione dei raggi solari invernali, mentre sistemi di tendaggi esterni governano l'irraggiamento solare stivo.

Le tavole dedicate (**Tavola 21**) (**Tavola 22**) descrivono, seppur schematicamente, il fabbricato.

3.2.2 Edificio 2 – Clubhouse

L'edificio Clubhouse, posto in prossimità della Reception e della Piscina coperta, rappresenta l'edificio di chiusura della piazza sul lato ovest.

Al suo interno si sono immaginati collocati gli spazi destinati alla ristorazione, oltre ad una sala riunioni e, ovviamente, ai locali di servizio.

Anche in questo caso l'edificio è molto semplice, costituito in parte da un involucro trasparente ed in parte da superfici opache rivestite in doghe di legno (acero). La struttura portante vede una soluzione puntiforme in acciaio collocata all'esterno dello "shell".

Le superfici vetrate sono pensate per garantire la visione interno-esterno e per ottimizzare la captazione dei raggi solari invernali, mentre sistemi di tendaggi esterni, unitamente alle essenze a foglia caduca poste ad est, governano l'irraggiamento solare stivo.

Gli ambienti interni si espandono naturalmente all'esterno tramite gli ampi spazi all'aperto destinati alla collocazione estiva dei tavoli.

L'edificio risulta sopraelevato rispetto al piano naturale di campagna. Questa soluzione garantisce l'assenza di umidità per risalita negli ambienti interni.

La copertura è posizionata a circa cm.60 dall'involucro di chiusura orizzontale. Questo garantisce un efficace isolamento estivo grazie alla circolazione dell'aria.

Alcune immagini stilizzate antropomorfe poste sulle vetrate evocano le attività principali svolte all'interno del singolo fabbricato. Questa caratterizzazione grafica viene applicata, come si vedrà, anche agli altri edifici del complesso sportivo.

Le tavole dedicate (**Tavola 23**) (**Tavola 24**) descrivono, seppur schematicamente, il fabbricato.

3.2.3 Edificio 3 – Struttura polifunzionale

L'edificio adibito a struttura polifunzionale è, nella sua strutturazione, l'edificio più complesso.

Come si è detto sopra, si tratta di un edificio ipogeo, collocato nella zona sottostante la collina artificiale.

Anche in questo caso dal punto di vista strutturale il fabbricato è molto semplice, trattandosi di struttura metallica puntiforme.

Il lato nord dell'edificio è completamente interrato e lascia spazio al solo ingresso principale dalla zona piscine esterne. I lati sud, est (parzialmente) ed ovest (parzialmente) sono invece racchiusi da un involucro trasparente, pensato, al solito, per captare i raggi solari invernali. Il sistema di protezione dal sole estivo è quello a tendaggi esterni pensato anche per gli altri edifici.

Per migliorare la luminosità degli ambienti interni, sono stati posti a soffitto dei lucernari che forniscono luce zenitale.

Ai fini del contenimento delle terre in cumulo, si sono resi necessari alcuni setti esterni in cemento armato che sono stati trattati cromaticamente con colori molto intensi.

Una scala esterna, posta lungo tutto il lato sud, "apre" l'edificio e consente, ai fini di una potenziale gestione separata degli accessi, l'ingresso diretto dalla Via Madonna.

Lo schema assonometrico specifico (**Tavola 25**) illustra la soluzione adottata per il fabbricato ed il suo rapporto con la collina esterna.

3.2.4 Edificio 4 – Fitness

L'edificio Fitness, posto in prossimità dell'Edificio multifunzione e della Piscina coperta, rappresenta l'edificio di chiusura sul lato est della piazza.

Al suo interno si sono immaginati collocati gli spazi destinati al fitness ed all'attività ginnica, oltre agli uffici direzionali ed ai locali di servizio.

L'edificio è elementare nella sua geometria, costituito da un involucro trasparente su tutto il perimetro e da una struttura portante puntiforme in acciaio collocata all'interno dello "shell".

Le superfici vetrate sono pensate per garantire la visione interno-esterno e per ottimizzare la captazione dei raggi solari invernali, mentre sistemi di tendaggi esterni, unitamente alle essenze a

foglia caduca poste ad est, governano l'irraggiamento solare estivo sui prospetti est ed ovest. A sud invece si è optato per una soluzione a frangisole regolabili.

L'edificio risulta sopraelevato rispetto al piano naturale di campagna, così da garantisce l'assenza di umidità per risalita negli ambienti interni.

La copertura è posizionata a circa cm.60 dall'involucro di chiusura orizzontale. Questo garantisce una perfetta coibentazione estiva grazie alla circolazione dell'aria.

Come per gli altri edifici, un'immagine stilizzata antropomorfa posta sulle vetrate evoca le attività principali svolte all'interno del fabbricato.

Questa "scatola" di cristallo rappresenta l'edificio "duale" della Clubhouse, e ciò sia per l'impianto strutturale (struttura interna, contro la struttura esterna della clubhouse), sia per il trattamento delle superfici (qui trasparenti, nella clubhouse principalmente opache).

Le tavole specifiche (**Tavola 26**) (**Tavola 27**) raffigurano il fabbricato.

3.2.5 Edificio 5 – Piscina coperta

La piscina coperta non viene descritta in questo paragrafo in quanto è oggetto di tutto il successivo capitolo 4 e delle Appendici A, B, C e D.

CAPITOLO 4

LA PISCINA COPERTA

Caratteri generali – L’organismo architettonico – La struttura – L’involucro – La copertura
Gli impianti – Il benessere acustico

4.1 Caratteri generali

Il presente capitolo del lavoro di Tesi è finalizzato ad approfondire gli elementi costitutivi del progetto dell’edificio Piscina da un punto di vista architettonico, strutturale, impiantistico e tecnologico.

Nelle pagine seguenti, con il supporto delle tavole grafiche di corredo, verranno descritte le proposte adottate per il perseguimento degli obiettivi progettuali esplicitati nel precedente capitolo 3.

Questo edificio ha teso a volere esprimere il risultato della fusione di quattro linee guida progettuali: coerenza formale, appropriatezza funzionale, risparmio energetico ed innovazione tecnologica. Nella concezione generale dell’edificio ci si è riferiti al nuovo necessario paradigma energetico-ecologico, cercando di dare un puntuale contributo alla riflessione sui fattori e le caratteristiche morfologiche e tecnologiche di un’architettura sostenibile

I prossimi paragrafi dettagliano le problematiche affrontate e le soluzioni impiegate.

4.1.1 Lo schema di progetto

Lo schema di progetto è bene esplicitato dalla tavola dedicata (**Tavola 28**). I fattori considerati sono molteplici e sono qui di seguito richiamati.

Il sole. Il sole ha giocato un ruolo importante nella definizione delle scelte progettuali. La pianta dell’edificio, infatti, si organizza in funzione del corso del sole, rispettando un principio che già

Vitruvio nel I secolo a.C. applicava alla casa romana: la traduzione spaziale della temporalità delle attività, localizzandole secondo la ricezione della luce e del calore.

L'organizzazione planimetrica dell'edificio, la progettazione delle aperture, il loro orientamento giocano un ruolo essenziale nella ricerca della luce. Anche l'involucro e la tecnologia dei componenti predominano nel controllo ambientale globale. In particolare gli apporti di luce e calore vogliono essere fonte di benessere e di gradimento, così che la natura delle pareti trasparenti, la loro esposizione, i dispositivi di controllo della luce e del calore che ad essi sono associati si relazionano al movimento apparente del sole nella volta celeste.

Il percorso del sole considerato è quello descritto nell'immagine seguente (Figura 4.1).

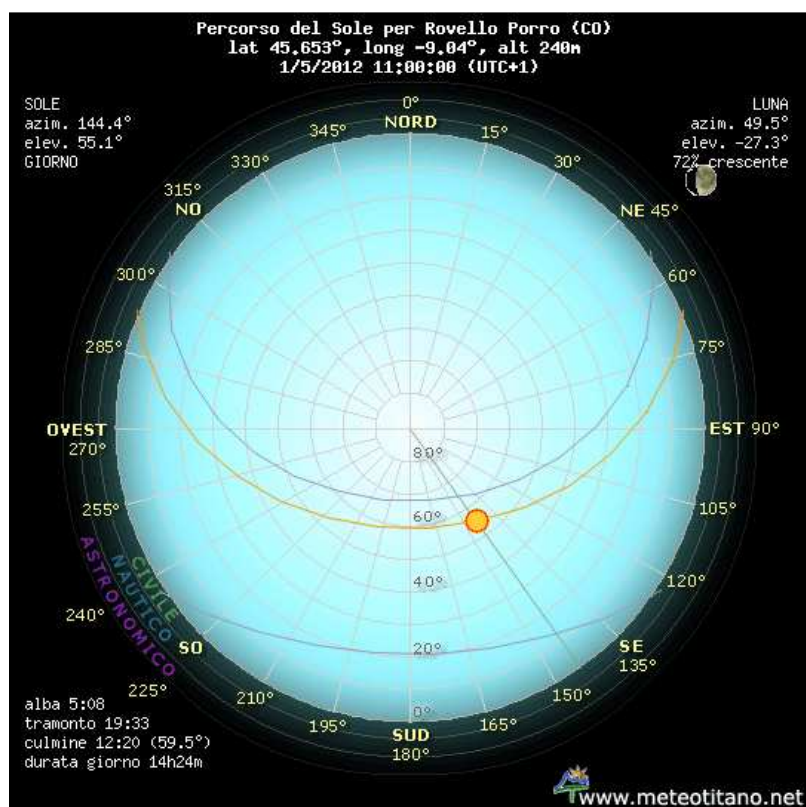


Figura 4-1 – Diagramma solare

L'immagine (proiezione sferica su un piano orizzontale, sull'asse dello zenit) rappresenta graficamente, per la latitudine corrispondente a Rovello Porro, il corso del sole nel cielo mediante l'altezza (angolo verticale) e l'azimut (angolo orizzontale).

L'edificio è posizionato sul terreno in maniera tale da avere la facciata principale rivolta perfettamente a Sud.

L'intento è stato quello di garantire il più elevato apporto solare possibile nei mesi invernali grazie alla massimizzazione della superficie captante rappresentata dalla vetrata continua. La captazione dell'irraggiamento solare è privilegiata per ridurre i fabbisogni di riscaldamento in inverno, sempre evitando situazioni di surriscaldamento interno.

L'ombreggiamento. L'ambiente vicino o lontano influenza l'esposizione delle pareti a irradiazione diretta o diffusa e limita di conseguenza l'energia trasmessa all'edificio: la radiazione solare (in particolar modo nella sua frazione diretta) può (deve) essere fermata in alcune ore del giorno e in certi periodi dell'anno.

L'ombreggiamento è stato ottenuto principalmente in tre modi:

- piantumazione
- ombreggiamenti fissi (frangisole e sporgenze)
- ombreggiamenti mobili (tendaggi)

Per la piantumazione, come si è già accennato al capitolo precedente, si è optato per essenze a foglia caduca poste a sud, est ed ovest, la cui funzione è quella di proteggere il fabbricato dall'azione del sole estiva e, al contrario, consentire ai raggi del sole di filtrare durante l'inverno grazie alla caduta delle foglie.

Per quanto concerne gli ombreggiamenti fissi e mobili, si tratta di sistemi integrati nella costruzione, in facciata e in copertura.

Gli ombreggiamenti fissi sono costituiti dagli sporti della copertura e dai frangisole, che rappresentano un buon compromesso tra il recupero degli apporti solari nel periodo invernale e la protezione nella stagione calda.

Per gli ombreggiamenti mobili si è optato per tendaggi esterni scorrevoli verticalmente, tali da consentire la possibilità di governare di volta in volta, sulla base delle necessità, l'ombreggiamento.

Per lo studio dell'assetto dell'ombreggiamento ci si è basati sul fattore d'ombra F_s calcolato come il rapporto delle irradiazioni ricevute da una superficie con sistema di ombreggiamento e le irradiazioni ricevute dalla stessa superficie in assenza di sistema di ombreggiamento.

Tale fattore, dato dalla formula

$$F_s = I \text{ con sistema di ombreggiamento} / I \text{ senza sistema di ombreggiamento}$$

varia evidentemente tra 0 (superficie totalmente privata da irradiazione, anche diffusa) e 1 (superficie totalmente esposta al sole).

L'illuminazione naturale degli ambienti. Lo schema progettuale prevede tre diverse fonti di illuminazione naturale:

- luce diretta, proveniente dalle pareti est, sud, ovest;
- luce indiretta "fredda" proveniente dalla parete nord;
- luce zenitale proveniente dai lucernari posti in copertura sul lato nord.

Ricerche comparate attinenti le condizioni di benessere psicofisico, legate alle naturali alternanze e ai picchi del ciclo circadiano, così come quelle incentrate sui livelli di attenzione e concentrazione degli occupanti, hanno mostrato maggiori livelli di comfort visivo nel caso in cui l'ambiente sia illuminato con luce naturale. Le ricadute sugli spazi interni e sui fruitori degli stessi possono essere riepilogate come di seguito:

- elevati livelli di illuminamento;
- modellazione tridimensionale e acuita percezione dello spazio;
- migliore resa cromatica;

-
- acutizzazione degli stimoli visivi e percettivi;
 - effetto calmante;
 - maggior livello di attenzione;
 - riduzione degli sfarfallamenti causati dagli apparecchi per la luce artificiale.

La luce non è tutta uguale. Partendo dal presupposto che la luce è l'agente fisico che rende visibile gli oggetti, ovvero è la sensazione determinata nell'occhio umano dalle onde elettromagnetiche comprese nell'intervallo del visibile, risulta evidente che differenti tipi di luce generano differenti sensazioni visive e, con esse, diversi livelli di comfort.

Uno dei principali obiettivi di un buon progetto illuminotecnico è quello di garantire questo comfort visivo, ovvero quello di adottare tutti gli accorgimenti progettuali necessari affinché sul compito visivo l'attività possa svolgersi nelle migliori condizioni.

Ulteriori vantaggi "collaterali" legati all'uso della luce naturale sono i benefici psicologici ed emotivi per le persone, la riduzione dei consumi energetici (utilizzo minimo di luce artificiale) ed i guadagni solari passivi durante l'inverno.

La luce diretta, in particolar modo quella proveniente dai lati est ed ovest, è come si è visto governata dall'installazione di tendaggi.

Le fonti della luce zenitale sono posizionate nella zona centrale della copertura, ma poste a nord oltre il punto più alto dell'edificio, così da ricevere la luce diffusa e, dunque, più stabile.

Il tentativo è stato quello di garantire all'interno dell'edificio una condizione generale di confort ed una diversa percezione dell'ambiente nelle diverse fasi della giornata e nei diversi periodi dell'anno.

“ Il termine confortevole indica l'assenza di un fastidio che potrebbe provocare una difficoltà, una pena o una tensione psicologica, qualunque sia il grado di questa tensione. Ciò che è confortevole non è dunque spiacevole (dato che "spiacevole" implica un fastidio). Ma ciò che è confortevole non è necessariamente gradevole.....Il termine "gradevole" implica un'altra idea, quella del piacere.....Il termine "gradevole" implica la presenza di un'attenzione, di una tensione psicofisiologica piacevole, contraria all'idea di confort legato all'assenza totale di tensioni. Gradimento e piacere sono dunque indotti dalla presenza di una tensione (il cui grado è da definire).”³¹

Ricambio d'aria. Lo schema di progetto prevede l'immissione di aria fresca grazie a bocchette poste in facciata (lato sud) e l'espulsione tramite altre bocchette poste a nord. Come si vedrà meglio nel paragrafo dedicato agli impianti, il processo è assistito meccanicamente.

Involucro. L'involucro consiste in due soli diversi elementi tecnici:

- involucro di copertura;
- involucro di parete verticale.

Nell'involucro di copertura, opportunamente coibentato, è prevista la ventilazione naturale, così da garantire un ottimo arieggiamento estivo.

L'involucro di parete verticale è costituito da vetrate a bassissima dispersione termica.

³¹ AAVV (a cura di F.Faragò), *Manuale Pratico di Edilizia Sostenibile*, 2008, Napoli, pag.136

Come per gli altri elementi progettuali, nei paragrafi seguenti verranno dettagliate le soluzioni adottate.

Materiali di struttura. La struttura è realizzata con elementi in legno lamellare. Le ragioni della scelta di questo materiale sono meglio specificate nei paragrafi dedicati alla struttura.

Impianti. Gli impianti giocano un ruolo essenziale nella collocazione dell'edificio nell'ambito dell'architettura sostenibile. Il contenimento delle emissioni ha fatto da filo conduttore per la progettazione impiantistica. Il campo fotovoltaico posto nell'area ad ovest del lotto (con una potenza stimata in circa 1 MW) garantisce la copertura del fabbisogno della struttura sportiva. Al riscaldamento ed al condizionamento pensano invece tre strutture impiantistiche differenti e tra loro complementari:

- solare termico;
- sonde geotermiche;
- recupero dell' energia proveniente dallo spurgo delle piscine.

Il calore viene distribuito grazie a due diverse soluzioni:

- pannelli radianti posti a pavimento in alcune zone
- canali in tessuto nella sala nautica.

L'acqua necessaria al funzionamento dei WC è quella proveniente dalla raccolta delle acque piovane.

4.1.2 Lo schema costruttivo

I passaggi concettuali che hanno portato alla definizione dell'edificio possono essere sintetizzati negli schemi qui di seguito proposti.

A- Interramento parziale del fabbricato.

La scelta di interrare parzialmente l'edificio, facendo coincidere il "Livello 0" con l'attuale piano di campagna, è stata dettata principalmente da tre esigenze:

- contenere altimetricamente il fabbricato, uniformandolo in altezza agli edifici circostanti ed alla collina artificiale;
- consentire la creazione delle cavee poste ad est ed ovest, sulla base delle destinazioni funzionali già descritte al capitolo precedente;
- differenziare i percorsi, garantendo per i portatori di disabilità l'accesso immediato al punto più alto della tribuna.

E' importante segnalare che, nell'economia complessiva dell'intervento, il bilancio dei movimenti terra (sterri-riporti) risulta sostanzialmente equilibrato grazie al reimpiego delle terre di risulta dello scavo nelle attività di formazione della collina artificiale.

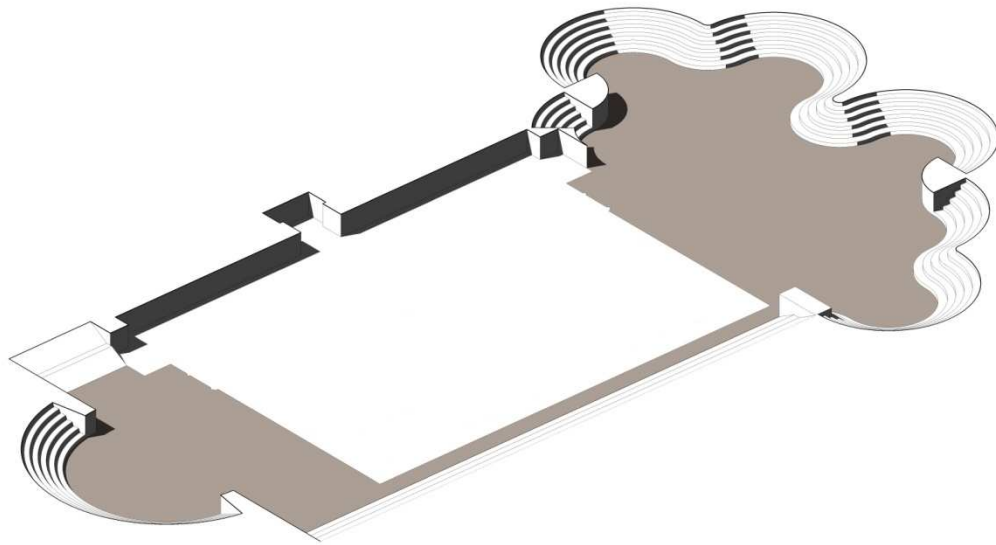


Figura 4-2 – Interramento parziale del fabbricato

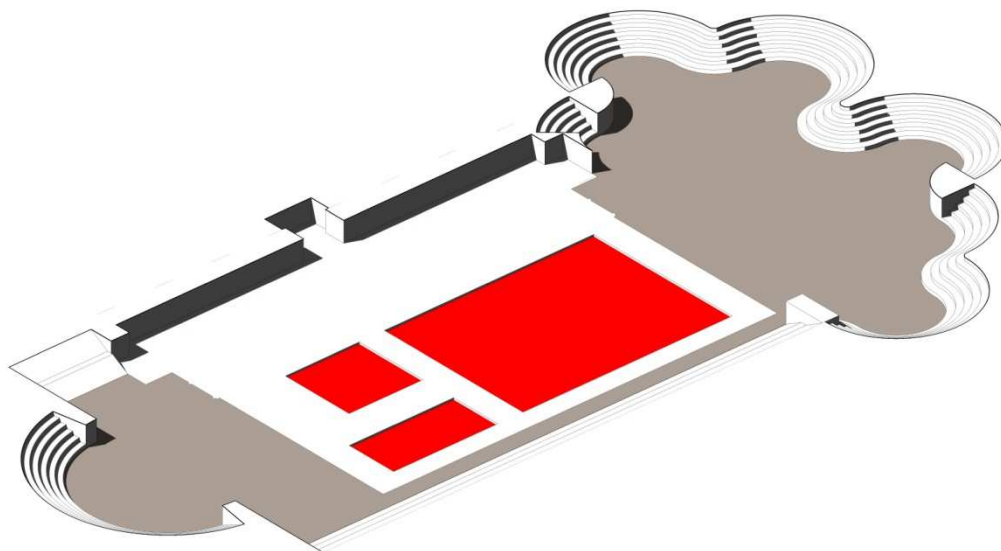


Figura 4-3 – Sala nautica

B – Sala nautica

La sala nautica è, naturalmente, stata collocata al “Livello -1” dell’edificio. Si è ritenuto di collocare al suo interno tre vasche:

- vasca regolamentare per l’attività agonistica di mt.50;
- vasca per il nuoto dei bambini;
- vasca per i tuffi.

La dotazione prevista risulta dunque essere di livello significativo.

C – Spogliatoi e vani tecnici.

Al “Livello -1”, in zona strettamente adiacente alla sala nautica, sono stati posti gli spogliatoi, l’infermeria ed i vani tecnici di immediato utilizzo. Detti spazi risultano essere in parte nella zona sottostante le gradinate delle tribune e sono posti simmetricamente rispetto all’asse Nord-Sud dell’edificio coincidente con l’asse del vano scale e del gruppo ascensori.

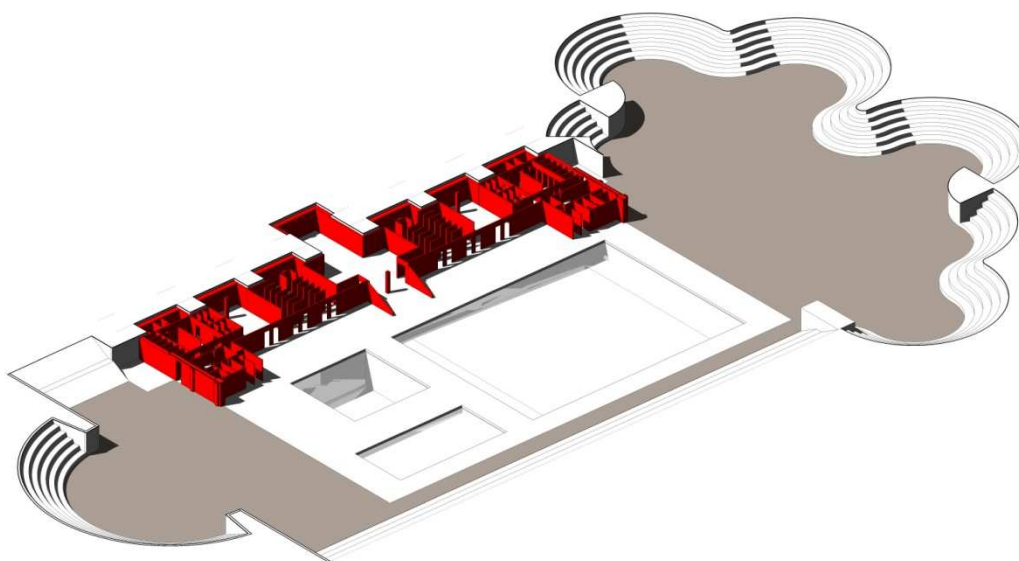


Figura 4-4 – Spogliatoi e vani tecnici

D – Collegamenti verticali

I collegamenti verticali tra il “Livello -1” ed il “Livello 0” sono garantiti dalle scale interne ed esterne e dagli ascensori posti in posizione baricentrica tra lo spazio “accoglienza” e la piscina vera e propria.

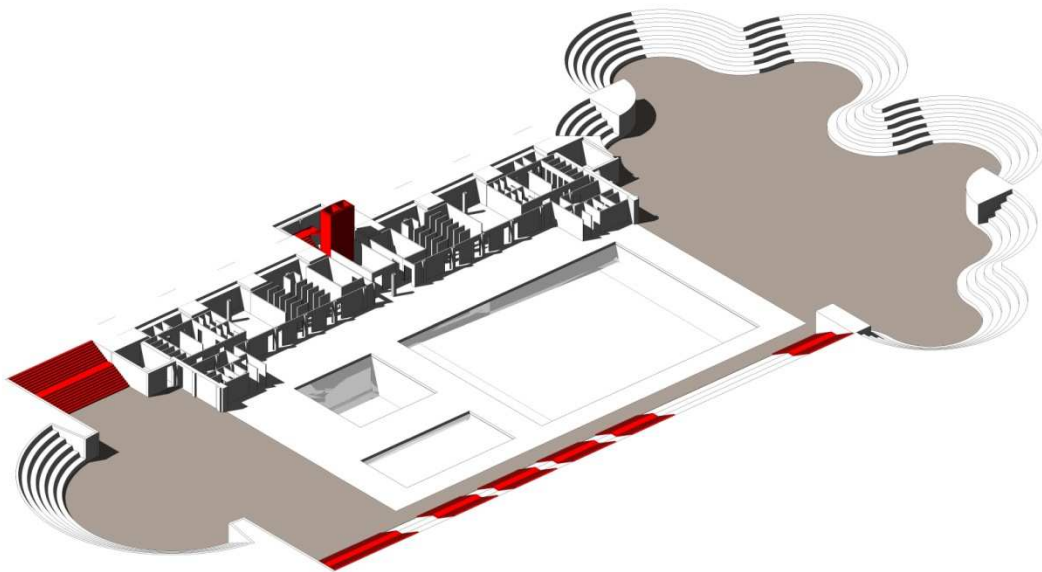


Figura 4-5 – Collegamenti verticali

E – Tribune, sala stampa ed ufficio

A parziale copertura dei vani tecnici posti al “Livello -1” sono state collocate le tribune per il pubblico. Le tribune collegano i due livelli del fabbricato. Il livello superiore, grazie al parziale interrimento della piscina, è direttamente raggiungibile dalla quota di piano campagna, così da consentire un’immediata fruibilità da parte dei portatori di disabilità.

Al livello alto della tribuna, specularmente rispetto all’asse Nord-Sud dell’edificio, sono stati posti la sala stampa e l’ufficio della direzione.

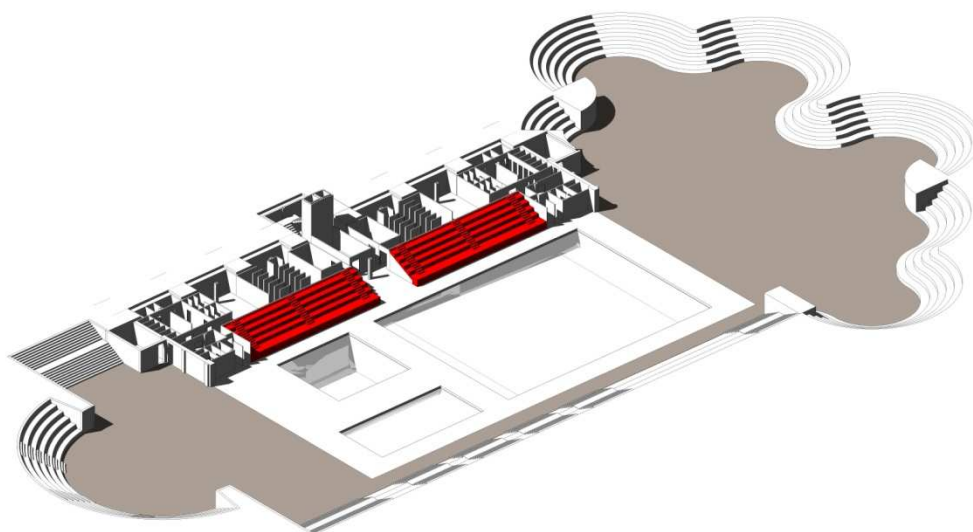


Figura 4-6 - Tribune

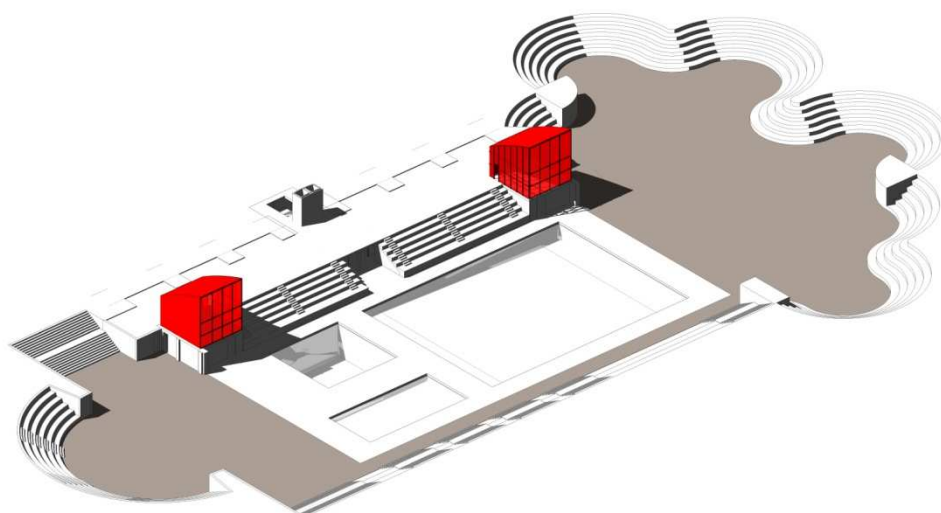


Figura 4-7 – Sala stampa e ufficio direzionale

F – Accoglienza e collegamento al corpo piscina

Sul lato Nord, in posizione baricentrica rispetto all'edificio, si è collocato il volume destinato all'accoglienza e contenente le seguenti funzioni:

- reception;
- bar;
- tavola fredda.

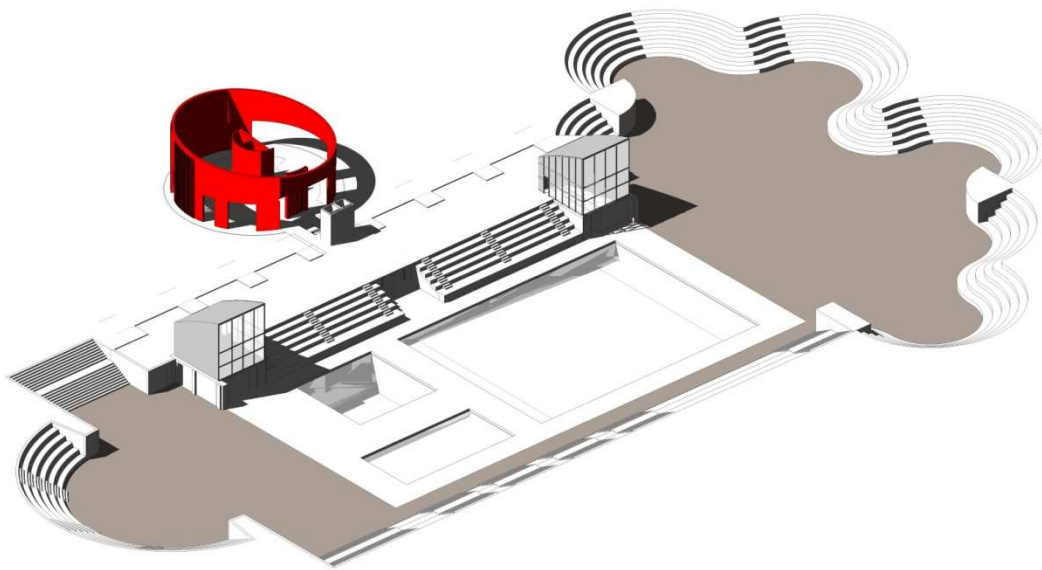


Figura 4-8 - Accoglienza

Detto volume è stato collegato al corpo principale da un tunnel contenente al proprio interno:

- collegamenti verticali (scala interna e ascensori);
- collegamenti orizzontali;
- servizi igienici destinati al pubblico.

G – Struttura

L'idea geometrica posta alla base dell'edificio è la curva. Otto archi in legno lamellare a sesto ribassato coprono la sala nautica e gli spazi ad essa adiacenti, con quota di imposta corrispondente all'attuale piano campagna. Come si può notare, il parziale interramento del fabbricato ha consentito di limitare lo sviluppo lineare delle travi curve, che altrimenti avrebbero avuto ben altra luce.

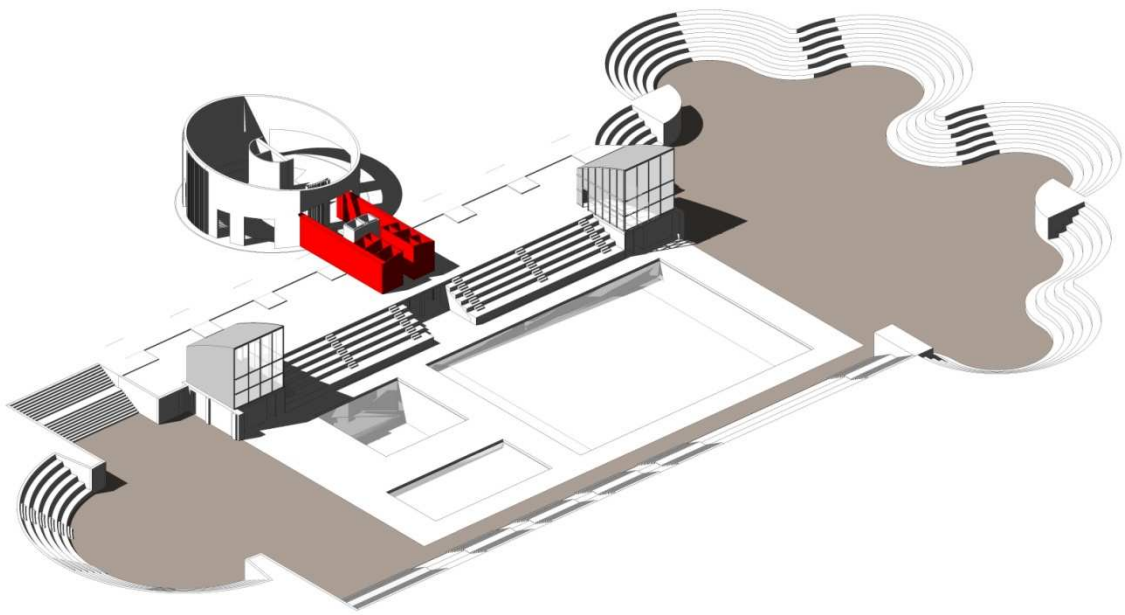


Figura 4-9 – Tunnel di collegamento

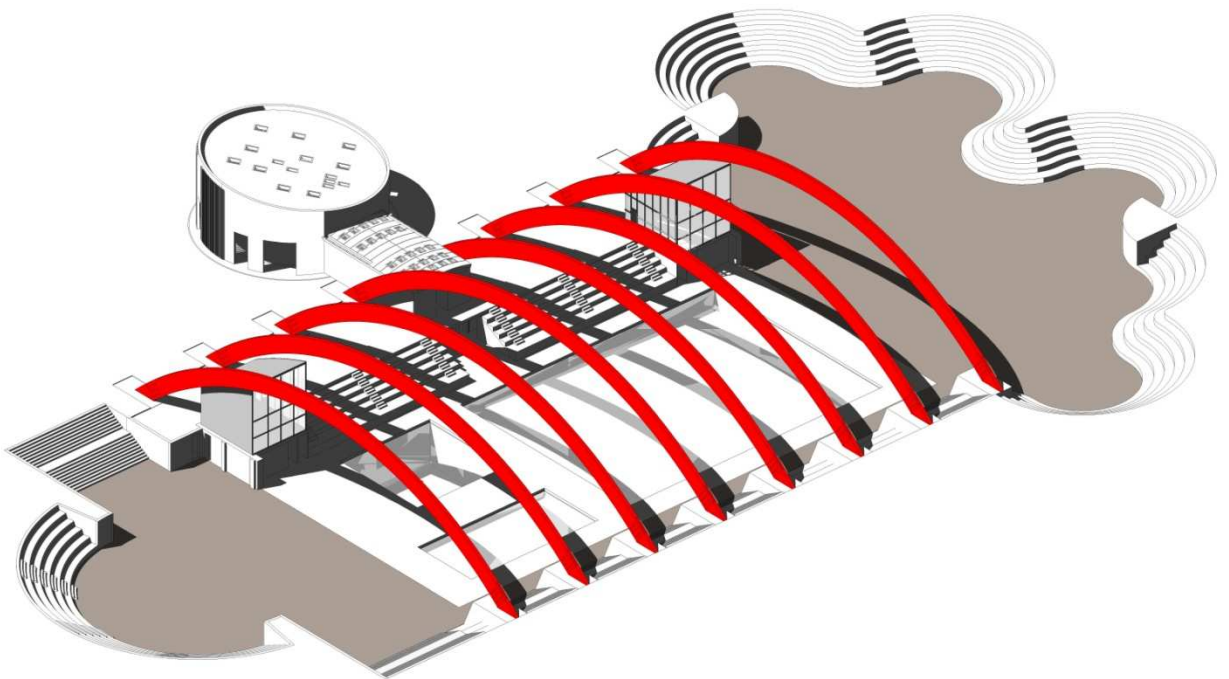


Figura 4-10 – Archi

Al gruppo degli otto archi si sono sovrapposti altri due ordini di orditura, costituenti, dunque, le travi principali (consistente in correnti posti longitudinalmente e distanziati dall'orditura primaria grazie a "forcelle" metalliche) e le travi secondarie (consistente in travi curve poste "in luce" tra le travi principali).

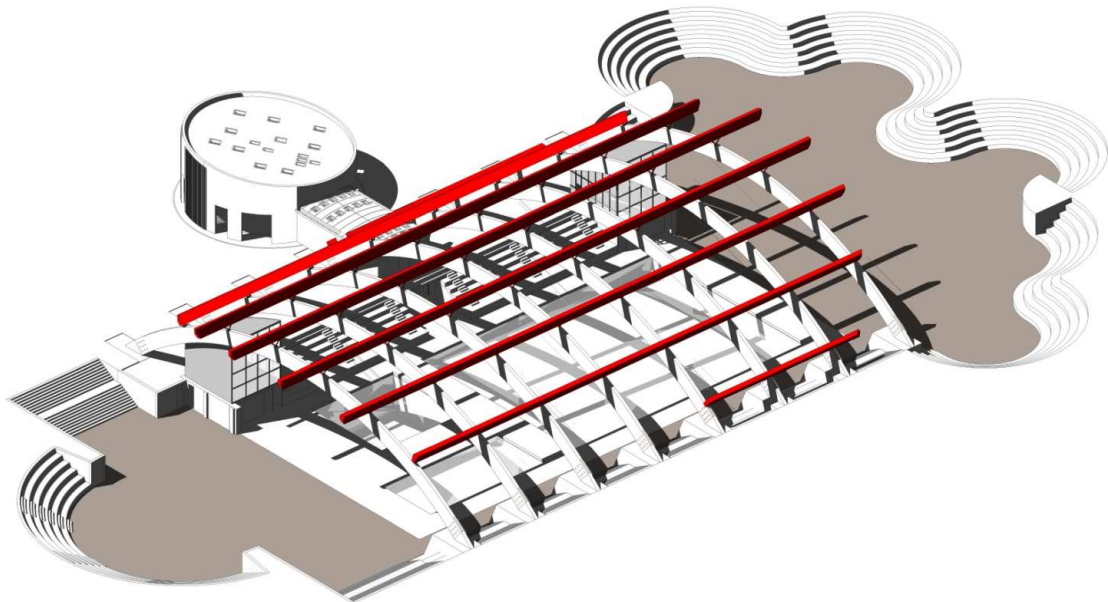


Figura 4-11 – Travi principali

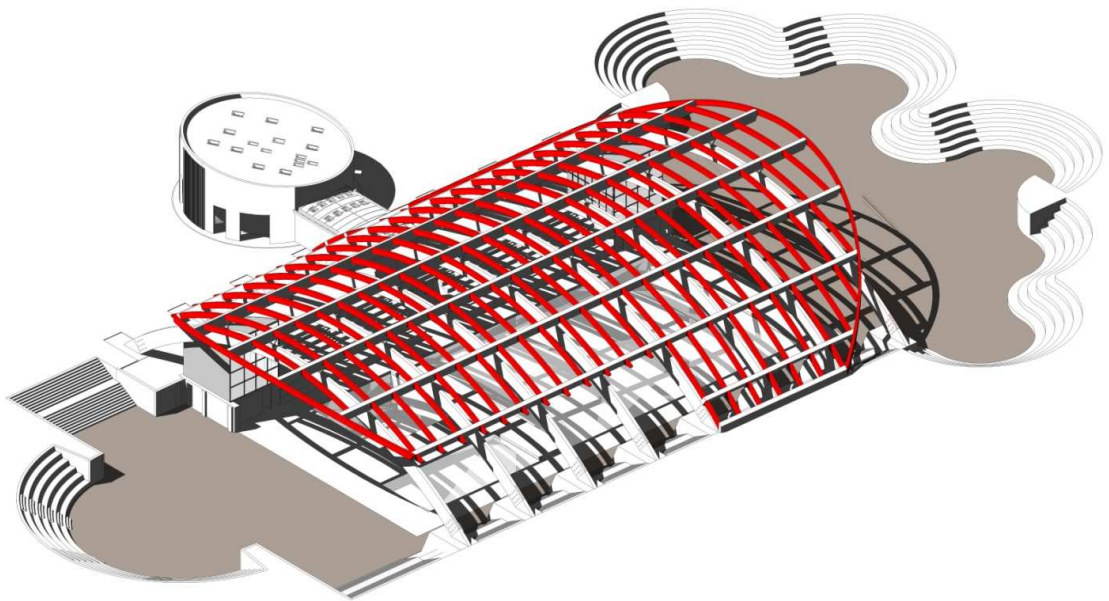


Figura 4-12 – Travi secondarie

H – Involucro

L'involucro è costituito dal "pacchetto" di copertura e dalle chiusure vetrate poste sul perimetro dell'edificio.

I paragrafi seguenti dettagliano nello specifico le scelte tecnologiche.

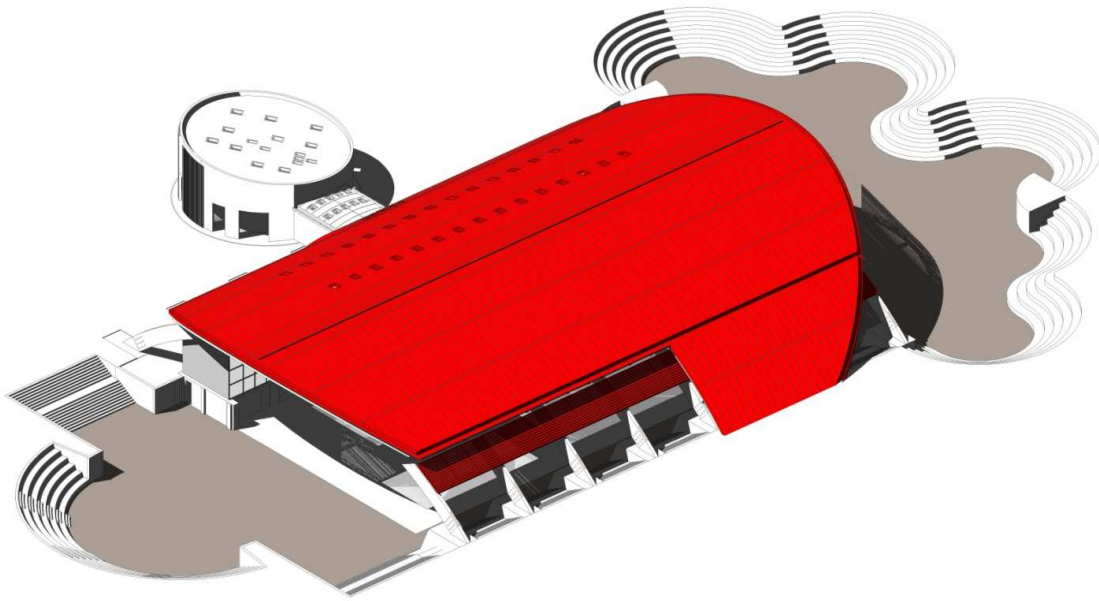


Figura 4-13 - Copertura

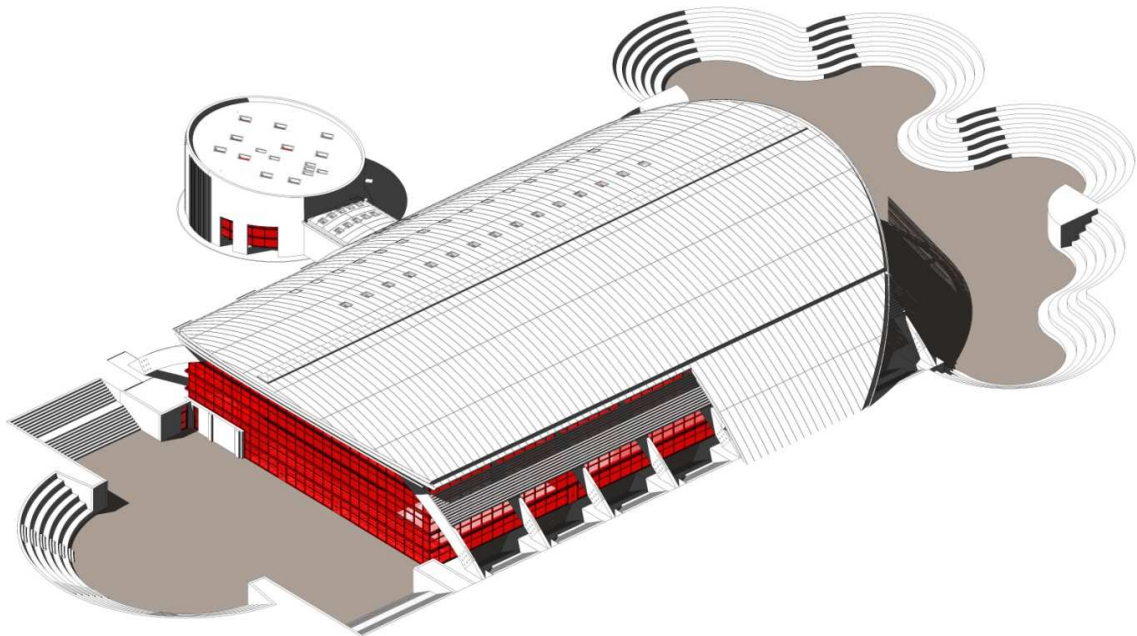


Figura 4-14 – Involucro verticale

4.2 L'organismo architettonico

Come si è già in parte anticipato nelle pagine precedenti, l'organismo architettonico si sviluppa, per le ragioni già dette, su due livelli.

Al "Livello 0", corrispondente alla quota 0.00 dell'attuale piano campagna, possiamo pensare collocati gli spazi destinati al pubblico. Infatti, partendo dall'ingresso principale dell'edificio, abbiamo:

- spazio "accoglienza", contenente le funzioni reception e ristoro, naturalmente estesa verso l'esterno per l'attività estiva. Lo spazio accoglienza funge da cerniera tra l'esterno ed il fabbricato vero e proprio, funzione rimarcata sia dalla morfologia del corpo di fabbrica, sia dalla sua collocazione, esterna alla forma principale;
- il "tunnel di collegamento", contenente il gruppo scale-ascensori, i servizi igienici a disposizione del pubblico e la distribuzione orizzontale di collegamento tra la zona accoglienza e le tribune;
- le tribune, digradanti verso il livello inferiore, la sala stampa e gli uffici della direzione.

La pianta del "Livello 0" è riportata alla tavola dedicata (**Tavola 30**).

Le superfici, al lordo dei muri, dei tre spazi sono le seguenti:

• spazio "accoglienza"	m ² 190,00
• "tunnel di collegamento" e servizi	m ² 110,00
• gruppo tribune, sala stampa ed ufficio	m ² 510,00

Per la verifica del rispetto delle normative cogenti in materia di progettazione e costruzione degli impianti sportivi, ci si è riferiti al **Decreto Ministeriale 18 marzo 1996** (GU n.085 Suppl.Ord. del 11.4.96) concernente le "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi" coordinato con le modifiche e le integrazioni introdotte dal Decreto Ministeriale 6 giugno 2005.

In particolare ci si è avvalsi di detto disposto normativo per alcune situazioni specifiche qui di seguito riassunte.

Calcolo del numero degli spettatori. "La capienza dello spazio riservato agli spettatori è data dalla somma dei posti a sedere e dei posti in piedi; il numero dei posti in piedi si calcola in ragione di 35 spettatori ogni 10 metri quadrati di superficie all'uopo destinata; il numero dei posti a sedere è dato dal numero totale degli elementi di seduta con soluzione di continuità, così come definito dalla norma UNI 9931, oppure dallo sviluppo lineare in metri dei gradoni o delle panche diviso 0,48".³²

Sulla base delle geometrie di progetto e dei requisiti fissati dalla Norma, il nostro edificio è in grado di ospitare **770 spettatori**.

Zona riservata agli spettatori. "L'impianto deve essere provvisto di un sistema organizzato di vie di uscita dimensionato in base alla capienza in funzione della capacità di deflusso ed essere dotato di almeno due uscite; il sistema di vie di uscita dalla zona spettatori deve essere

³² DM 18 marzo 1996, art.6

indipendente da quello della zona di attività sportiva. Deve essere previsto almeno un ingresso per ogni settore; qualora gli ingressi siano dotati di preselettori di fila la larghezza degli stessi non va computata nel calcolo delle uscite. Deve essere sempre garantito l'esodo senza ostacoli dall'impianto. La larghezza di ogni uscita e via d'uscita deve essere non inferiore a 2 moduli (1,20 m); la larghezza complessiva delle uscite deve essere dimensionata per una capacità di deflusso non superiore a 250 (1,20 m ogni 500 persone) per gli impianti all'aperto ed a 50 (1,20 m ogni 100 persone) per gli impianti al chiuso indipendentemente dalle quote; le vie d'uscita devono avere la stessa larghezza complessiva delle uscite dallo spazio riservato agli spettatori. Il numero di uscite dallo spazio riservato agli spettatori per ogni settore o per ogni impianto non suddiviso in settori non deve essere inferiore a 2.

Per gli impianti al chiuso e per gli ambienti interni degli impianti all'aperto la lunghezza massima delle vie di uscita non deve essere superiore a 40 m o a 50 m se in presenza di idonei impianti di smaltimento dei fumi asserviti a impianti di rilevazione o segnalazione di incendi realizzati in conformità alle disposizioni”.³³

Servizi igienici. “I servizi igienici della zona spettatori devono essere separati per sesso e costituiti dai gabinetti e dai locali di disimpegno; ogni gabinetto deve avere porta apribile verso l'esterno e accesso da apposito locale di disimpegno (anti WC) eventualmente a servizio di più locali WC, nel quale devono essere installati gli orinatoi per i servizi uomini ed almeno un lavabo; almeno una fontanella di acqua potabile deve essere ubicata all'esterno dei servizi igienici. La dotazione minima per impianti con capienza inferiore a 500 spettatori deve essere di almeno un gabinetto per gli uomini e un gabinetto per le donne ogni 250 spettatori; negli altri casi la zona spettatori deve essere dotata di servizi igienici proporzionati in ragione di un gabinetto e due orinatoi ogni 500 uomini e di due gabinetti ogni 500 donne considerando il rapporto uomini/donne: uno negli impianti al chiuso e due in quelli all'aperto. I servizi igienici devono essere ubicati ad una distanza massima di 50 metri dalle uscite dallo spazio riservato agli spettatori, e il dislivello tra il piano di calpestio di detto spazio ed il piano di calpestio dei servizi igienici non deve essere superiore a 6 metri; l'accesso ai servizi igienici non deve intralciare i percorsi di esodo del pubblico”.³⁴

Volendo evitare di appesantire la trattazione, si rimanda al testo di Legge per ogni eventuale ulteriore necessità di approfondimento.

Al “Livello -1”, corrispondente alla quota -3.17 dall'attuale piano campagna, possiamo pensare collocati gli spazi destinati agli sportivi. Infatti, partendo dallo sbarco in quota del gruppo scale-ascensori, abbiamo:

- locale infermeria;
- disimpegni;
- depositi;
- spogliatoi, docce e bagni per gli sportivi, organizzati in due zone separate per sesso;

³³ DM 18 marzo 1996, art.8

³⁴ DM 18 marzo 1996, art.10

- spogliatoi, docce e bagni per il personale istruttore, organizzati in due zone separate per sesso;
- sala nautica, contenente la piscina destinata alle manifestazioni agonistiche, la piscina destinata al nuoto dei bambini e la vasca per i tuffi.

La pianta del “Livello -1” è riportata all’elaborato grafico dedicato (**Tavola 29**).

Le superfici, al lordo dei muri, dei tre spazi sono le seguenti:

• locale infermeria	m ² 25,00
• disimpegni	m ² 120,00
• depositi	m ² 130,00
• spogliatoi, docce e bagni per gli sportivi	m ² 480,00
• spogliatoi, docce e bagni per gli istruttori	m ² 65,00
• sala nautica	m ² 1900,00

Ovviamente anche per il “Livello -1” ci si è riferiti al già citato **Decreto Ministeriale** che non viene qui richiamato neppure per gli elementi salienti ma al quale si rimanda per ogni verifica.

Una tavola specifica (**Tavola 31**) illustra la pianta della copertura e la disposizione dei lucernari pensati per dare luce zenitale allo spazio accoglienza, al tunnel di collegamento ed alle tribune.

Le tavole dedicate illustrano prospetti e sezioni dell’edificio. (**Tavola 32, Tavola 33, Tavola 34, Tavola 35, Tavola 36, Tavola 37, Tavola 38, Tavola 39**).

I dati geometrici dell’edificio sono quelli qui di seguito riassunti.

Superficie lorda di piano	m ² 5795,00
Volume v.p.p.	m ³ 37.470,00
Altezza massima	m 16,41
Altezza massima “fuori terra”	m 13,24
Ingombro (rettangolo circoscritto)	m 63,60 x m 69,70

Da un punto di vista formale si è puntato tutto sulla leggerezza e la trasparenza. L’idea portante, come si è già avuto modo di dire, è quella di un box di cristallo coperto da un grande guscio. La separazione tra i due elementi è rimarcata dalla soluzione adottata che prevede:

- stacco visivo tra gli archi dell’orditura primaria e la copertura vera e propria grazie all’inserimento di “forcelle” metalliche che, pur connettendo il guscio alla struttura di supporto, lo mantengono da questa separato;
- diversa curvatura degli archi in lamellare e del guscio (più pronunciata verso il centro dell’edificio).

Il guscio è disegnato dalla curva che genera la superficie di copertura (assimilabile ad un cilindro a pianta ellittica con l’asse longitudinale posto orizzontalmente e tagliato da un piano sempre orizzontale) tagliata da due piani obliqui. Il risultato di questa ideale operazione geometrica è particolarmente avvertibile nelle due testate terminali del tetto poste ad est ed ovest, dove la copertura manifesta chiaramente la propria morfologia andando a scoprire parte degli archi di testata.

Il risultato atteso è quello di un edificio comunque non molto alto (non vengono superati i 14,00 metri in altezza), particolarmente slanciato nelle forme e, soprattutto, “leggero”.

La trasparenza dell'involucro consente un doppio rapporto visivo interno-esterno, fatto di viste gradevoli per chi utilizza l'impianto (con scorci verso la piazza centrale del complesso e verso il parco circostante) e di una quinta penetrabile otticamente da chi fruisce degli spazi esterni (particolarmente efficace nelle ore serali).

L'assetto compositivo dell'edificio è molto semplice, caratterizzato da due assi di simmetria molto spiccati che hanno giovato molto in sede di disposizione planimetrica delle funzioni (soprattutto nella separazione per sessi degli spogliatoi al "Livello 0").

4.3 La struttura

4.3.1 Il legno lamellare – Ragioni di una scelta

Nell'ambito di un approccio ecocompatibile alla progettazione si è ritenuto di dovere scegliere il legno lamellare come materiale di riferimento per la struttura.

Il legno è stato utilizzato dall'uomo per le sue caratteristiche meccaniche, oltre che come combustibile, fin dagli albori della civiltà.

Tutti gli aspetti tecnicamente interessanti del legno derivano dalla capacità delle piante di sintetizzare, nelle loro parti verdi, zuccheri a partire dall'acqua e dall'anidride carbonica dell'atmosfera utilizzando la luce solare. La capacità, invece, di restituire l'energia immagazzinata ne fa un combustibile di buone caratteristiche. Tuttavia, paradossalmente, i meccanismi di combustione del legno sono tali che il suo uso come materiale da costruzione si raccomanda proprio per la capacità delle strutture lignee attaccate dal fuoco di mantenere una accettabile stabilità almeno nelle prime fasi di un incendio.

“La capacità di alterare, prolungandolo, il ciclo dell'anidride carbonica rappresenta oggi una notevole attrattiva, in quanto consente una riduzione del bilancio dei gas ad effetto serra che si somma al naturale accumulo di anidride carbonica nel legno. Va inoltre considerato il basso fabbisogno energetico dei manufatti in legno che, oltre a rappresentare un vantaggio economico sempre più sensibile, si traduce anch'esso in una riduzione della produzione di anidride carbonica. Se aggiungiamo a queste considerazioni il basso consumo di acqua nelle fasi di lavorazione, in confronto a quello richiesto per la produzione di altri materiali da costruzione, concludiamo che il legno è il materiale da costruzione che meglio risponde alle sempre più impellenti richieste di “sostenibilità” nei progetti e nelle realizzazioni, dal punto di vista tecnico-economico e ambientale. D'altra parte, la “qualità ambientale” di un processo costruttivo richiede una chiara visione prospettica. Costruire senza preoccuparsi di economizzare le risorse non rinnovabili, o, non conoscere la destinazione dei materiali dopo la loro vita, non è più immaginabile. Al di là degli aspetti tecnici, c'è anche una rivoluzione culturale che deve essere intrapresa, il legno può giocare in questo contesto un ruolo essenziale.

In estrema sintesi, quanto appena detto si può tradurre in un semplice confronto proprio con riferimento all'emissione di CO₂ in atmosfera. Nel caso di materiali da costruzione “moderni” come l'acciaio e il calcestruzzo, per ogni metro cubo di materiale prodotto, il processo di

produzione ne immette rispettivamente 5 e 2,5 tonnellate; al contrario 1 metro cubo di legno viene “prodotto” dalla Natura immagazzinando poco meno di 1 tonnellata di CO₂.

Non è infine da sottovalutare la sempre maggiore attrattiva che la costruzione in legno esercita, per i contenuti culturali che parte della popolazione avverte in essa, soprattutto in termini di compatibilità con l’ambiente e con una concezione naturale della vita. Si tratta forse di un atteggiamento emotivo, determinato da un uso sempre più invadente e spesso gratuito di materiali “moderni”, ma ormai “tradizionali”, quali acciaio e calcestruzzo”³⁵.

Il legno lamellare, al di là delle considerazioni generali di cui sopra, risulta inoltre particolarmente adatto al tipo di intervento oggetto della presente trattazione. Qui di seguito verranno, seppur per sommi capi, richiamati i vantaggi strutturali e costruttivi dell’impiego di questo materiale.

Comportamento igroscopico. Il legno è un tipico materiale igroscopico, in grado, cioè, di mostrare una spiccata affinità con l’acqua. Esso, infatti, grazie alla struttura fisica di materiale poroso ed alla sua natura chimica (che comporta interazioni dell’acqua con i diversi componenti della parete cellulare) può contenere acqua in quantità variabili a seconda delle circostanze. “Le variazioni di umidità all’interno del materiale ligneo sono da porre in diretta relazione con le condizioni climatiche, cioè con la coppia di valori temperatura/umidità relativa dell’ambiente in cui è posto il materiale. Si può infatti osservare che un elemento ligneo, qualsiasi sia la sua condizione di partenza, posto in un ambiente a temperatura e umidità relativa costanti, raggiunge, dopo un tempo sufficientemente lungo, un certo valore di umidità. Il materiale, quindi, raggiunge uno stato di equilibrio igroscopico con l’ambiente, quando la quantità di molecole d’acqua legate dal materiale in un determinato lasso di tempo risulta pari alla quantità di molecole d’acqua rilasciate all’ambiente circostante.....Assume un particolare significato l’umidità del 12% (rispetto alla massa secca), valore questo che, per legno di conifera, si stima corrispondere all’equilibrio con un ambiente a 20 °C e 65% di umidità relativa: questa condizione, in Italia, è convenzionalmente considerata come “condizione normale” per il legno” ³⁶

L’igroscopicità del materiale gioca un ruolo fondamentale in un edificio come il nostro dove il governo dell’acqua è un elemento progettuale di grande importanza.

Si vedranno più avanti, in occasione della descrizione del sistema impiantistico, le soluzioni adottate per il mantenimento di condizioni climatiche interne compatibili con il materiale legno.

Proprietà meccaniche. La morfologia cellulare e la conformazione chimica delle pareti delle cellule del legno (dotate di pareti con funzione portante e di un lume cellulare vuoto al proprio interno) garantisce elevati valori di resistenza con bassi pesi propri. Al di là delle problematiche strutturali legati alla marcata anisotropia del materiale (caratterizzata da una spiccata differenza dei valori di resistenza e di rigidità in funzione della direzione della fibratura), per sollecitazioni parallele alla fibratura il legno, se paragonato ad altri materiali, presenta un’ottima efficienza strutturale. “Un possibile criterio per definire tale efficienza, in termini di resistenza, è il rapporto tra un parametro di resistenza f del materiale (ad esempio, la resistenza a compressione) e la

³⁵ M.Piazza, *Strutture in legno. Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee*, 2005, Milano, pag.2

³⁶ M.Piazza, op.cit, pagg. 12-13

sua massa volumica ρ : il valore di tale rapporto è simile a quello presentato dall'acciaio ed è circa 5 volte quello del calcestruzzo armato. Questi valori mostrano che a parità di resistenza è possibile, utilizzando elementi lignei, alleggerire notevolmente la struttura, con grandi vantaggi per esempio anche in ambito sismico".³⁷

Altro elemento significativo come parametro strutturale è il rapporto tra il modulo elastico E e lo stesso parametro di resistenza f , che assume valori pari a circa un terzo di quelli riscontrabili nel cemento armato e pari a quelli dell'acciaio.

Le proprietà meccaniche sopra richiamate sono influenzate dall'umidità e dalla durata di applicazione del carico. Come si è già accennato, sono da considerarsi "condizioni normali" quelle che vedono un'umidità relativa di (65+/- 5) % ed una temperatura di (20+/- 2) °C, con un'umidità del materiale del 12%. La durata di applicazione del carico ha un effetto rilevante sulla resistenza del legno e questa circostanza è in diretta relazione con il comportamento reologico del materiale. Anche nel caso del legno, così come per il calcestruzzo, si tratta di un fenomeno legato alla viscosità del materiale.

Omogeneità del materiale. Il legno lamellare presenta caratteristiche significative da un punto di vista strutturale. Come è noto, con il termine "legno lamellare incollato" ("glulam" nel mondo anglosassone) "..... si intende un prodotto a base di legno costituito da segati sovrapposti (talvolta anche affiancati), di spessore relativamente modesto (comunque non superiore a 50 mm) rispetto alla sezione dell'intero elemento, che vengono uniti tra loro a formare una sezione composta per mezzo di adesivi in grado di garantire resistenza e curabilità nel tempo".³⁸

I vantaggi del legno lamellare rispetto al legno massiccio sono molteplici e precisamente:

- è consentita la predisposizione di elementi di dimensioni maggiori
- si ottiene una significativa ottimizzazione della materia prima
- è perseguibile una razionalizzazione delle forme, sia dal punto di vista statico-strutturale che da un punto di vista strettamente estetico-formale
- la tecnica di giunzione di testa di lamelle contigue consente di utilizzare tavole di qualunque lunghezza.

Il risultato finale è così quello di un materiale qualitativamente più omogeneo rispetto al legno massiccio, con parametri di resistenza (trazione, flessione, compressione) caratterizzati da dispersioni dei valori stessi intorno alla media molto più basse rispetto al legno.

³⁷ M.Piazza, op.cit, pag.28

³⁸ M.Piazza, op.cit, pag.74

4.3.2 Il modello strutturale – Dimensionamento del sistema strutturale e verifiche

Da un punto di vista strutturale il fabbricato consiste in un'opera ordinaria soggetta a normali affollamenti per cui, in accordo con la Normativa vigente, è contraddistinto da vita nominale $VN=50$ anni e classe d'uso II.

Come si è già detto precedentemente, la struttura è basata sull'arco, soluzione tipica per la copertura di grandi luci e molto valida per leggerezza ed armonia della forma.

I sistemi ad arco sfruttano l'ottimo comportamento a compressione parallela alla fibratura del legno, unitamente alla facilità di montaggio in opera.

La struttura è costituita da:

- travi secondarie, sezione cm.20 x cm.60, passo m.3
- travi principali, sezione cm.22 x cm.109, passo m.8
- archi, sezione cm.40 x cm.180, luce m. 55, altezza m.12, passo m.9 (9,25 nelle campate di testa).

Nella definizione delle sezioni degli elementi strutturali si è partiti dalle informazioni contenute nel progetto architettonico, elaborato, dal punto di vista strutturale, sulla base di un predimensionamento di massima effettuato con valori tabellati. Scopo del calcolo strutturale è stato quello di verificare le sezioni ipotizzate e di approfondire altri dettagli a corredo.

Lo spessore degli archi (cm.40) va oltre gli spessori massimi usualmente prodotti (pari a cm.22). La scelta di utilizzare uno spessore "fuori catalogo" (ottenuto abbinando due elementi di larghezza cm.20 mediante connessioni metalliche eventualmente non visibili) è stata dettata dalla necessità di evitare problemi di stabilità flessione-torsionale causate da altezze considerevoli della sezione altrimenti richiesta.

Le travi secondarie risultano essere in semplice appoggio sulle travi principali le quali si appoggiano agli archi mediante bielle trasversali in acciaio disposte a forma di V; gli archi sono incernierati alle estremità.

La stabilità delle travi (secondarie e principali) di copertura è garantita dalla presenza di controventi di falda in acciaio disposti a croce, una porzione di estremità della copertura risulta altresì essere vincolata direttamente alle strutture di fondazione su entrambi i lati del fabbricato.

La stabilità degli archi è garantita dalla particolare forma delle bielle trasversali in acciaio che collegano le travi principali agli archi e che impediscono lo sbandamento fuori dal piano degli stessi richiamando la rigidezza flessionale delle travi principali.

Le fondazioni sono costituite da plinti in c.a.o. dimensioni cm.570 x cm.260 x cm.320 (H) e sottoplinti in c.a.o. dimensioni cm.770 x cm.460 x cm.50 (H).

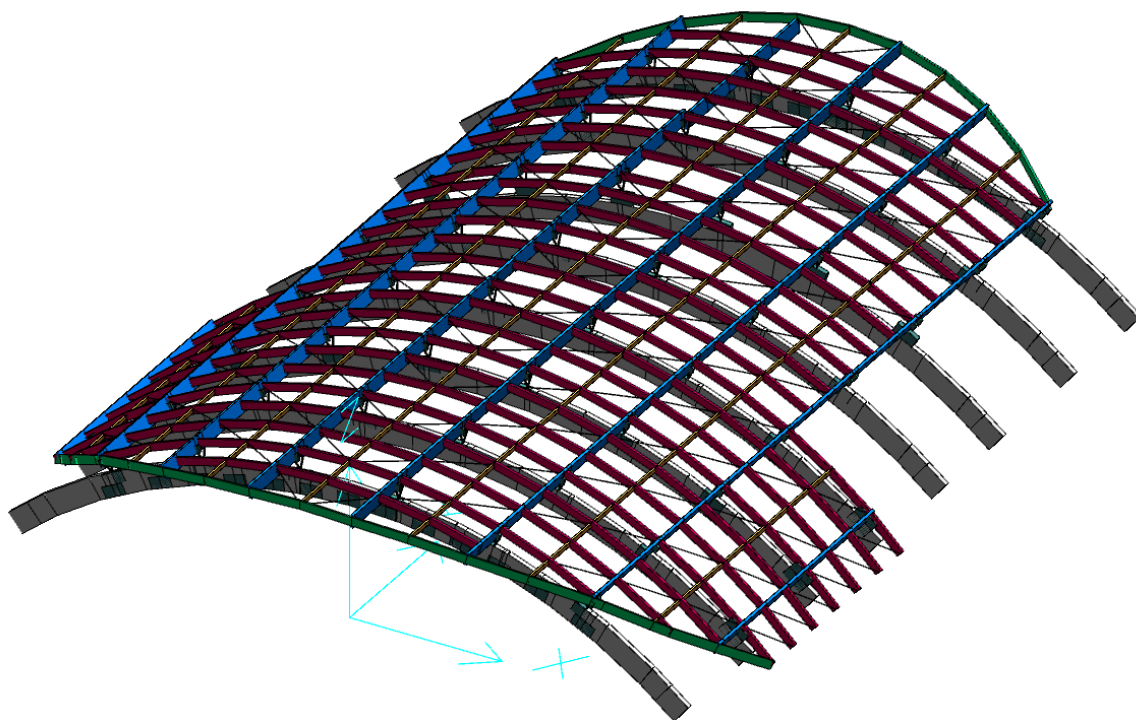


Figura 4-15 – Modello strutturale

La presenza del manto di copertura efficacemente vincolato alle travi che lo sostengono impedisce che queste ultime siano soggette a fenomeni di instabilità. Le travi secondarie costituiscono vincolo di ritegno torsionale per le travi principali. Le travi principali costituiscono vincolo di ritegno torsionale per gli archi. I controventi di falda disposti a croce sono progettati per resistere a sforzi di sola trazione, essendo contraddistinti da snellezza elevata.

Per i materiali ci si è riferiti alle seguenti caratteristiche.

- Legno lamellare GL 24h
- Calcestruzzo C25/30
- Acciaio per getti B450C
- Acciaio per carpenterie S275JR
- Bulloni Cl 4.6
- Terreno di fondazione $\gamma=19\text{kN/m}^3$, $\Phi=34^\circ$, $c=0\text{kPa}$, cat. C

Tutti i calcoli strutturali e le verifiche, al fine di non appesantire la trattazione, sono stati dettagliati nell'Appendice A.

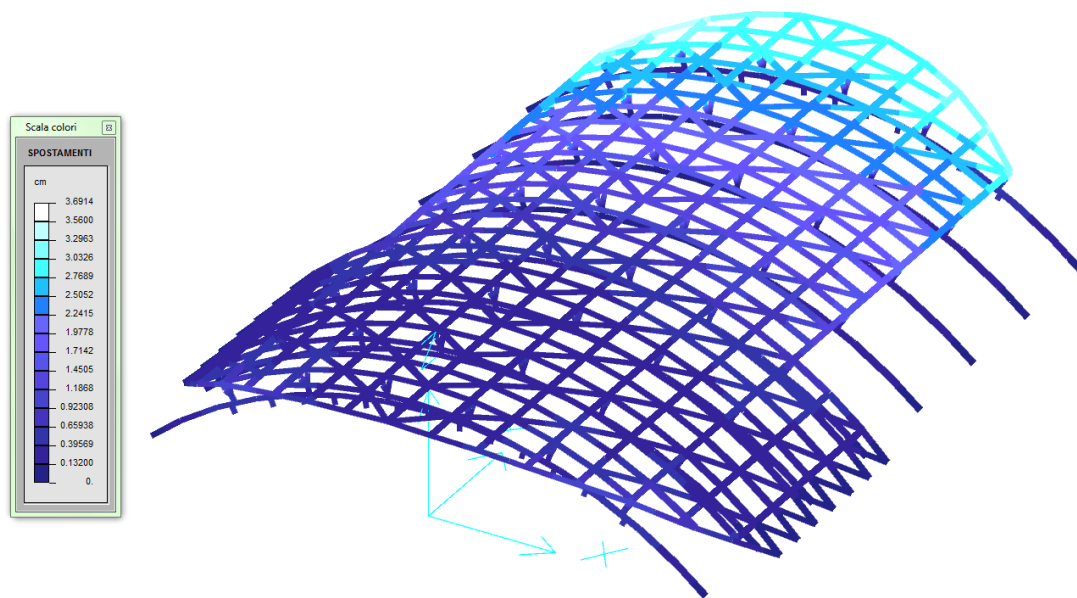


Figura 4-16 – Esempio di rappresentazione grafica degli spostamenti

4.3.3 Le soluzioni per la protezione e la durabilità

Costruire con il legno impone un confronto serrato con le problematiche legate all'esposizione agli agenti atmosferici e ciò per la naturale tendenza del materiale al degrado biologico naturale. Ai fini dello sfruttamento del legno per la produzione di opere durature nel tempo, detto degrado deve essere impedito o ritardato almeno tanto a lungo quanto è la durata di vita richiesta alla struttura. Ad ogni elemento costruttivo corrisponde dunque una richiesta di durabilità, cioè una durata di vita dettata dalle aspettative del Committente e dell'utilizzatore della costruzione. La durabilità è determinata da diversi fattori quali:

- caratteristiche fisiche e biologiche dei materiali usati;
- condizioni di servizio;
- misure progettuali, protettive e di manutenzione messe in atto per impedire il degrado del materiale e delle strutture.

Con la definizione generica di “misure di protezione” si intendono tutti i provvedimenti atti a mantenere, garantire o assicurare la durabilità della costruzione.

Come dimostrano noti esempi di strutture in legno risalenti fino a cinque secoli or sono perfettamente conservate, sebbene il legno sia con certezza, tra i materiali da costruzione, quello più sensibile al degrado, al contempo può avere una durata di vita molto lunga. Per ottenere risultati di questo genere occorrono una corretta pianificazione ed esecuzione dell’opera, tali da soddisfare non soltanto esigenze estetiche, architettoniche, statiche, economiche e funzionali, ma anche quelle legate alla durabilità e alla eventuale manutenzione efficiente ed efficace della costruzione stessa.

La considerazione del possibile degrado del legno è quindi un aspetto indispensabile della pianificazione e progettazione di una costruzione.

Dunque, partendo dalle proprietà del materiale rispetto alla durabilità, vanno esaminate nel dettaglio le situazioni progettuali che possono essere intese come “azioni” del degrado sugli elementi strutturali, per poi analizzare le misure di tipo costruttivo che vanno adottate per garantire una “resistenza” adeguata della costruzione rispetto alle azioni del degrado.

La durabilità del legno è condizionata da:

- attacchi biotici (funghi, insetti ed organismi marini);
- azioni delle intemperie, assimilabili ad un’azione ciclica ed irregolare di essiccazione ed umidificazione del materiale.

Le “azioni” del degrado sono identificabili con tutti quei fenomeni con effetti diretti sulla costruzione (come nel caso dell’azione sismica o dell’azione del fuoco) che possono essere riassunte con:

- azioni legate direttamente all’acqua;
- azioni legate ad altre sostanze.

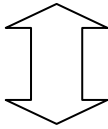
Per le misure di protezione si possono individuare le due componenti della relazione delle verifiche della durabilità secondo la seguente disuguaglianza:

Azione del degrado < Resistenza al degrado

Risulta così evidente che per incidere sulla durabilità dell’opera si può intervenire su entrambe le componenti, cioè riducendo le azioni e/o aumentando la resistenza agli attacchi biologici in genere.

La riduzione delle azioni avviene tramite provvedimenti costruttivi, quali una adeguata concezione della costruzione, o con l’aggiunta di appositi elementi aventi esclusiva funzione di protezione del legno. L’aumento della resistenza al degrado può avvenire tramite la scelta e l’utilizzazione di specie legnose più resistenti – sfruttando quindi la resistenza naturale – o tramite il trattamento del legno, di superficie o per impregnazione.

Azioni ----- **Riduzione delle azioni:** -----



- **impiego essenze più resistenti**

Resistenza ----- **Aumento della resistenza:** -----

- **impiego essenze più resistenti**
- **trattamenti protettivi**
 - **trattamento della superficie**
 - **trattamento per impregnazione**

Durabilità – Durata di vita

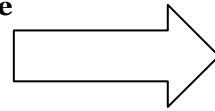


Figura 4-17 – Criteri di miglioramento della durabilità

La struttura oggetto della presente trattazione può essere collocata nella “Classe di rischio 1”. La definizione di classi di rischio proviene dalla normativa europea EN 335 (parti 1,2, e 3) “Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno”, che definisce 5 Classi di rischio per gli elementi lignei, in funzione delle condizioni di umidità del legno.

La descrizione relativa alla classe di rischio 1 è la seguente:

“ Ambiente riparato, protetto dagli agenti atmosferici (umidità del legno sempre < 20%). Le condizioni garantiscono contro il rischio di attacco fungino, è possibile l’attacco da parte di insetti”.

Gli elementi in classe 1 possono essere definiti come completamente protetti, in quanto non soggetti a nessun rischio di degrado da parte di attacchi fungini. In tale situazione nessuna delle azioni di degrado consente un apporto di acqua in quantità sufficiente a superare il limite del 20%. Questa situazione è pienamente riferibile al nostro progetto in quanto corrispondente ai seguenti casi:

- elementi situati all’interno di costruzioni riscaldate (umidità del legno sempre al di sotto del 12-14%. Condizioni di riferimento di umidità del legno 12%);
- elementi situati all’interno o all’esterno di costruzioni, in condizioni climatiche esterne, ma comunque non direttamente esposti alle azioni (condizioni di riferimento di umidità del legno 18%).

Verranno qui di seguito esaminate le soluzioni proposte in questa Tesi per il governo della problematica legata alla durabilità

Aumento della resistenza tramite trattamenti appositi. Volendo evitare l'applicazione di preservanti chimici che, pur proteggendo con il loro effetto biocida il legno dagli effetti dannosi dei microrganismi, risultano sempre più spesso messi in discussione per ragioni ambientali e di nocività dei prodotti, si è optato per un trattamento per impregnazione. Infatti l'idea di un trattamento di superficie, al fine di rendere l'elemento di legno più o meno impermeabile e di impedire quindi l'aumento dell'umidità del legno oltre il limite critico del 20%, risulta priva di efficacia pratica per gli elementi strutturali.

Il trattamento per impregnazione consente di introdurre nel legno sostanze preservanti che ne aumentano la resistenza biologica. Bisogna dire che le specie di conifere comunemente usate per la produzione di legno lamellare sono, al di fuori dell'abete bianco (che è quello prescelto per la struttura oggetto di studio), tutt'altro che facilmente impregnabili, avendo una Classe di impregnabilità compresa tra 3 e 4. In generale ci si deve accontentare di un effetto piuttosto superficiale. Questa condizione è inoltre imposta dal fatto che nel lamellare incollato l'impregnazione avviene prima della produzione del lamellare; la sua produzione è, quindi, molto variabile da lamella a lamella, a causa della lavorazione dopo l'impregnazione (piallatura delle 4 superfici) e a causa della limitata penetrazione del prodotto in sezione.

Tra le sostanze generalmente usate per l'impregnazione, si è scelta una soluzione che vede l'impiego di preservanti in veicolo acquoso, avendo scartato la soluzione in veicolo oleoso per il suo impiego di prodotti a base di petrolio.

Il veicolo acquoso impiega preservanti costituiti da soluzioni di sali in acqua, che assicurano alle parti impregnate una buona protezione e sono adatti anche all'uso esterno, grazie alla loro bassa dilavabilità.

Il trattamento per impregnazione permette, inoltre, di mantenere il colore naturale del legno più a lungo.

Protezione costruttiva del legno strutturale. La protezione costruttiva del legno ha come scopo principale la riduzione delle azioni di degrado. Inoltre i provvedimenti costruttivi di protezione devono permettere una rapida essiccazione del legno in caso di aumento accidentale della sua umidità. "In caso di protezione cosiddetta completa, i provvedimenti di protezione costruttiva hanno due compiti essenziali:

- eliminare o ridurre tutte le azioni possibili, in modo da evitare, fin dalla fase di progetto, qualsiasi condizione per cui l'umidità del legno possa salire al di sopra del 20%
- permettere l'essiccazione rapida del legno in caso di evento accidentale o non previsto che possa favorire l'aumento dell'umidità.

Gli elementi di legno protetti in questo modo non saranno mai soggetti a condizioni climatiche che ne possano limitare la durata di vita, che può quindi essere descritta come illimitata riguardo alla possibilità di un degrado biologico del legno. Le misure di protezione costruttiva del legno possono essere suddivise in due categorie principali:

- gli accorgimenti costruttivi, basati sull'applicazione di alcune regole essenziali nella concezione costruttiva della costruzione e dei dettagli, in modo da rendere gli eventuali

danni di minore entità possibile e in modo di ritardare il più a lungo possibile il degrado, qualora si dovessero verificare condizioni tali da renderlo possibile;

- le misure di protezione costruttiva, basate sull'eliminazione delle azioni che possono portare ad un degrado biologico del legno.

Il progettista rispettoso del materiale cercherà di attenersi agli accorgimenti costruttivi non soltanto laddove dovessero esserci dei rischi concreti, ma il più spesso possibile, conferendo quindi a tutta la costruzione il massimo grado di sicurezza possibile.

Possono essere definiti come accorgimenti costruttivi tutti quei provvedimenti che riducono il ristagno dell'acqua a contatto con il legno, che ne favoriscono il deflusso, o che riducono la possibilità di assorbimento dell'acqua attraverso le fessure del legno.

Questi accorgimenti possono essere applicati indipendentemente dagli altri provvedimenti di protezione del legno e possono positivamente influenzare la durabilità di un elemento, come pure tutta la costruzione, in modo determinante.”³⁹

Accorgimenti costruttivi adottati. Poiché un rischio maggiore di apertura di fessure si registra nelle testate delle travi (che si rivelano particolarmente vulnerabili in caso di esposizione alle intemperie), si è ritenuto di ovviare al problema riducendo al minimo la superficie potenzialmente esposta della testata delle travi secondarie con una forma adeguata della estremità della trave stessa (**Figura 4-18**).

L'acqua può anche venire assorbita o trattenuta per capillarità sulle superfici delle zone di contatto, che possono così intrappolarla al loro interno. In generale le zone di contatto vanno concepite in modo da favorire il meno possibile l'assorbimento di acqua per capillarità. Per quanto riguarda gli archi si è ritenuto di dovere evitare il contatto tra il legno e la parte eventualmente umida costituita dal plinto di appoggio mediante l'impiego di un elemento intermedio (**Figura 4-19**).

Poiché tra gli elementi di copertura e gli ambienti da proteggere non dovrebbe, in linea di principio, esserci “contatto” (tramite la superficie del legno avviene infatti lo scambio di vapore con l'acqua circostante), per evitare situazioni di condensa si è optato per l'adozione di un tetto ventilato.

Misure di protezione costruttiva adottate. Le misure di protezione costruttiva adottate sono di due tipi:

- protezione tramite altri elementi della costruzione;
- protezione tramite altri elementi appositamente concepiti.

Al primo tipo appartiene il tetto. Il tetto è l'elemento di protezione classico, tale da creare zone dove gli elementi di legno possono essere considerati come completamente protetti dall'azione diretta delle intemperie e dei raggi solari. Il nostro edificio ha, come si è già visto sopra, sporgenze considerevoli in grado di garantirci sufficientemente.

³⁹ M.Piazza, op.cit, pagg.531-532

Al secondo tipo appartiene la soluzione ipotizzata per la protezione degli archi della struttura primaria nella zona non coperta dal tetto. Nello specifico si tratta di tavole di castagno (essenza legnosa notoriamente molto resistente) messe in verticale (“tavole di sacrificio”), in maniera tale da potere essere sostituite senza grossi problemi, nell’ambito di normali operazioni di manutenzione ordinaria. Come si può vedere nella figura seguente (**Figura 4.20**) gli archi sono protetti in maniera tale da assicurare protezione e ventilazione. I lati esterni sono salvaguardati tramite doghe verticali, mentre il lato superiore, più esposto alle azioni delle intemperie, è protetto da una scossalina di rame. L’inclinazione della trave arcuata permette di rinunciare ad una protezione particolare del legno sul lato inferiore. La lamiera di rame è concepita e messa in opera in modo tale da potere essere sostituita o riparata facilmente qualora ciò si rendesse necessario.

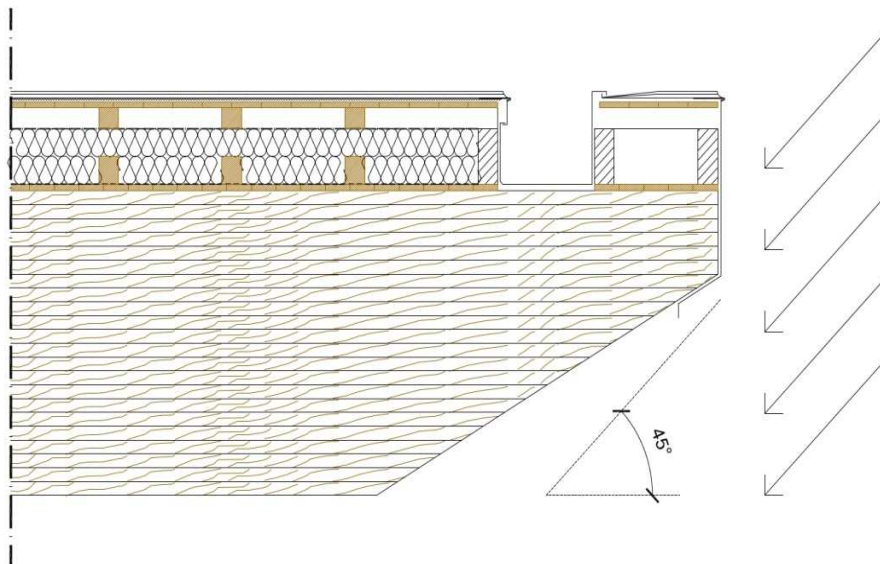


Figura 4-18 – Soluzione adottata per la riduzione del rischio di assorbimento di acqua nella zona di estremità delle travi secondarie

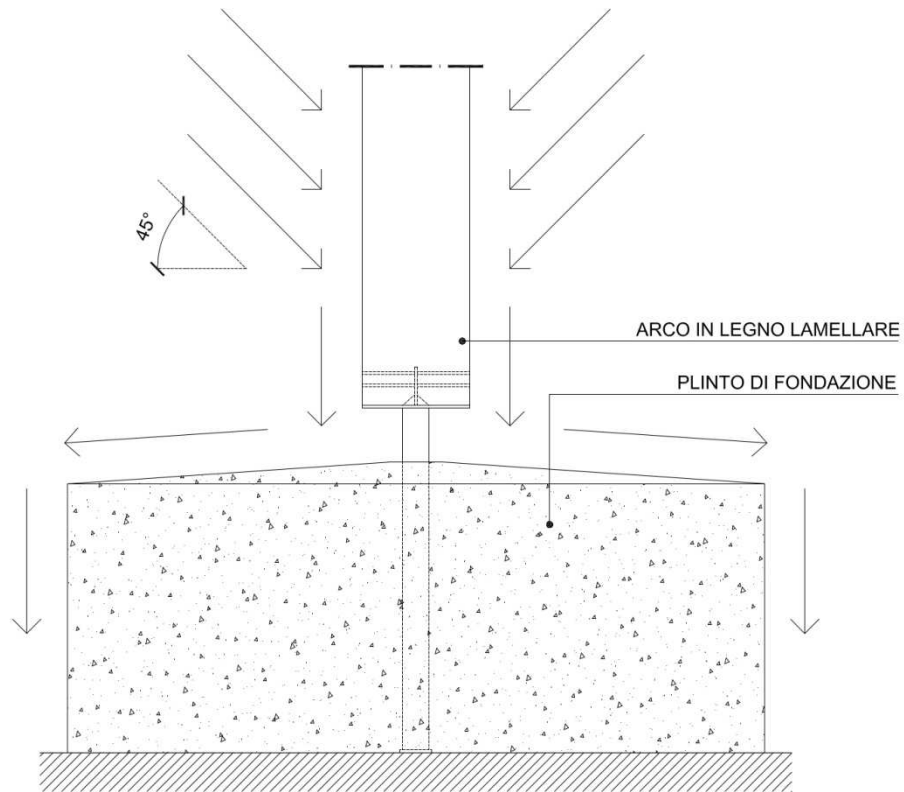


Figura 4-19 – Soluzione adottata per l'appoggio dell'arco sul plinto

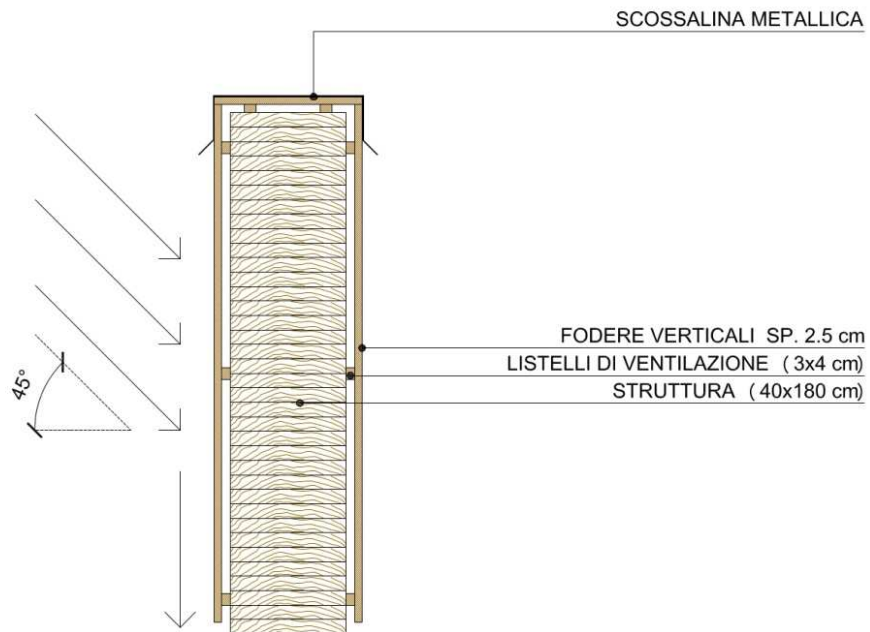


Figura 4-20 - Soluzione adottata per la protezione degli archi

4.3.4 Le soluzioni per la resistenza al fuoco

Perché scegliere il legno per la realizzazione di elementi costruttivi quando è necessario assicurare una data resistenza al fuoco, considerato che si tratta di un materiale combustibile?

Se paragonato ad altri materiali da costruzione, immaginando di esporre ad un incendio normalizzato diversi provini, “...mentre per provini degli altri materiali è possibile ipotizzare una temperatura, istante per istante, uniforme su tutta la sezione e non molto inferiore a quella dell’ambiente ed è corretto ritenere che le caratteristiche dei materiali varino di conseguenza, nel caso del legno la temperatura, al di sotto dello strato carbonizzato, resta praticamente invariata e così pure restano invariate le proprietà del materiale. Di conseguenza, l’andamento delle caratteristiche del legno appare migliore. Ciò che si osserva, in realtà, non è l’evoluzione delle caratteristiche del materiale con la temperatura, ma l’evoluzione delle prestazioni di un elemento di data sezione iniziale.....in pratica la riduzione della sezione resistente durante l’esposizione al fuoco. Quindi ciò che è vantaggioso, nell’impiego del legno, non è legato all’evoluzione dei suoi parametri meccanici con la temperatura, ma alla lentezza e alla prevedibilità, entro certi limiti, dell’evoluzione termica nella massa”.⁴⁰

In base ad informazioni reperite, seppur informalmente, presso con studi specializzati in materia di prevenzione incendi, l’edificio, che vede la presenza di imponenti masse d’acqua al proprio interno e un ambiente comunque umido, non richiede verifica di resistenza al fuoco.

Immaginando però di dovere, a seguito di un ipotetico approfondimento successivo, garantire l’edificio anche sotto questo punto di vista, volendo comunque evitare sistemi di protezione passiva (che consistono in rivestimenti incombustibili e compatti che esplicano esclusivamente un’azione isolante in modo da proteggere il legno dall’azione del calore), non accettabili dal punto di vista estetico, e trattamenti ignifughi o igniritardanti (consistenti nell’applicazione nella massa o sulla superficie di sostanze capaci di impedire o comunque ritardare l’accensione del materiale) molto onerosi e da sottoporre ad una verifica e manutenzione quinquennale (con conseguente fermo dell’impianto), si procederebbe secondo i seguenti indirizzi:

- sovradimensionamento della struttura, tale da garantire i tempi di evacuazione necessari (anche se è forse opportuno richiamare la circostanza che vede la nostra struttura comunque sovradimensionata per ragioni strettamente formali)
- ispessimento del tavolato (portato a 6-8 cm. di spessore)
- impiego di materiali del pacchetto copertura in Classe O
- protezione delle connessioni. Infatti, ai fini della resistenza al fuoco della struttura, è necessario valutare attentamente la prestazione del collegamento (generalmente realizzato con mezzi meccanici) sotto l’azione dell’incendio. Molto spesso sono proprio i collegamenti con elementi metallici a rappresentare il vero punto di debolezza della struttura lignea nei confronti del fuoco. Le parti metalliche costituiscono, infatti, elemento di trasmissione del calore anche all’interno della massa lignea (nel caso del

⁴⁰ M.Piazza, op.cit. pag.579

collegamento) oppure presentano, se esposte al fuoco, deformazioni incompatibili con la statica globale della struttura (elementi di controvento, elementi tesi in genere).

4.3.5 Ipotesi per la fase esecutiva

La tecnologia del legno lamellare, se non pone limiti di produzione (ampiamente in grado di soddisfare la vasta gamma di tipologie comunemente richieste), vede restrizioni nella fase del trasporto. La movimentazione su strada delle travi in lamellare non presenta in genere problemi di portata, grazie al peso ridotto del materiale. Sono piuttosto le grandi dimensioni che possono causare alcune difficoltà. “La lunghezza e l’ingombro complessivo del singolo elemento, insieme con la morfologia del percorso, determinano la scelta del mezzo di trasporto, mentre lo spessore dell’elemento unitamente a quello della ferramenta eventualmente pre-assemblata..... determina il numero di pezzi che la larghezza del mezzo consente di caricare”.⁴¹

Nel nostro caso, pur non avendo lungo il percorso situazioni con sottopassi o gallerie aventi un franco inferiore a m.4,60-4,80, data la luce non trascurabile della struttura, si ritiene necessario disarticolare gli archi dell’orditura primaria in quattro parti, successivamente riassemblate a piè d’opera mediante giunti intermedi.

Il montaggio in cantiere avverrà assemblando i singoli elementi con la sola interposizione e il serraggio di mezzi meccanici tra gli stessi (assemblaggio “a secco”).

Il pre-assemblaggio a piè d’opera consente una più accurata esecuzione dei collegamenti, nonché una maggiore affidabilità costruttiva.

Completato l’assemblaggio, si procederà al sollevamento in posizione verticale di due archi i quali, provvisoriamente stabilizzati mediante tirantature provvisorie, verranno irrigiditi mediante il posizionamento della controventatura. Si creerà così una zona rigida alla quale “appoggiare” il posizionamento degli altri archi.

4.4 L’involucro

4.4.1 Superfici opache

Le superfici opache sono limitate a piccole porzioni dell’involucro (tunnel di collegamento accoglienza-tribune e muri contro terra nel piano seminterrato) e rappresentano nulla di significativo dal punto di vista dell’innovazione tecnologica. Al fine di non appesantire la trattazione con la descrizione di soluzioni tecniche ordinarie, si rimanda alla letteratura tecnica corrente per eventuali approfondimenti.

⁴¹ M.Piazza, op.cit. pag. 683

4.4.2 Superfici trasparenti

La creazione dell'involucro esterno dell'edificio consiste nella posa in opera di una facciata continua strutturata secondo un sistema a montanti e traversi in alluminio. L'interasse dei montanti previsto è di mm.1500. I montanti, a gruppi di tre, saranno supportati da un profilato a sezione circolare vincolato strutturalmente alle travi in lamellare (in sommità) ed al cordolo di fondazione (alla base). I tamponamenti trasparenti sono stati previsti con vetrate isolanti doppia camera con sigillatura strutturale da 20 mm in orizzontale, mentre in verticale sono stati previsti appositi pressori di sistema con copertina a scatto di alluminio di 60 mm. Per il dimensionamento degli elementi si sono considerati i seguenti dati di progetto:

- carico vento 0,8 kN/m²
- spinta della folla 3kN/m (edificio suscettibile di affollamento)

Qui di seguito sono dettagliati gli elementi tecnici dei componenti.

Struttura. I profili metallici costituenti la struttura consistono in estrusi di lega primaria di alluminio, caratterizzati da un trattamento superficiale avente le proprietà previste dalla norma UNI 9983, mentre per l'ossidazione anodica si seguirà quanto previsto dalla UNI 10681.

La struttura portante è realizzata a montanti e traversi, dimensionati sulla base delle sezioni minime riportate nei calcoli strutturali dettagliati all'Appendice D, con uno spessore di mm.3.

Isolamento termico. L'interruzione del ponte termico fra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne è realizzata mediante l'interposizione di un listello estruso di materiale sintetico termicamente isolante, di dimensione adeguata allo spessore delle lastre di tamponamento o dei telai delle parti apribili.

Il valore U di trasmittanza termica, variabile in funzione della profondità costruttiva degli elementi strutturali, del tipo di listello isolante utilizzato e del tipo di copertina applicata, calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo le norme UNI EN ISO 2 12412-2, è pari ad 1,1 W/ m² °K.

Drenaggio e ventilazione. Si prevede che i profili strutturali siano dotati di canaline ad altezze differenziate alla base delle sedi alloggiamento dei vetri. L'eventuale acqua di infiltrazione o condensa viene così drenata dal piano di raccolta del traverso su quello più basso del montante e da qui guidata fino alla base della costruzione. Il drenaggio e l'aerazione della sede del vetro avvengono dai quattro angoli di ogni singola specchiatura attraverso il profilo di montante. Data l'altezza della facciata, è previsto l'inserimento sul montante di appositi particolari la cui funzione è quella di drenare l'eventuale acqua di infiltrazione/condensa e di consentire la ventilazione. In corrispondenza delle giunzioni traverso-montante è previsto l'inserimento di un particolare di tenuta in EPDM che, oltre a realizzare una barriera all'acqua, evita anche il sorgere di fastidiosi scricchiolii dovuti alle variazioni dimensionali(dilatazione).

Accessori. Si ritiene che il collegamento dei traversi ai montanti debba essere realizzato mediante viti e cavallotti. All'estremità dei traversi sono previste mascherine in materiale sintetico la cui funzione è quella di assorbire le variazioni dimensionali e contemporaneamente di garantire un collegamento piacevole dal punto di vista estetico. I cavallotti sono realizzati in

alluminio e permettono il montaggio dei raversi anche a montanti già posati. Le viti e i bulloni di fissaggio sono in acciaio inossidabile. La realizzazione degli accessori del sistema è prevista mediante l'impiego di materiali perfettamente compatibili con le leghe di alluminio utilizzate per l'estrusione dei profili quali: acciaio inossidabile, alluminio (pressofuso o estruso), materiali sintetici.

Accessori di movimentazione. La scelta delle apparecchiature base e dei componenti supplementari necessari è stata eseguita in funzione delle dimensioni, pesi e tipo di utenza, nel rispetto delle indicazioni riportate nella documentazione tecnica del produttore del sistema.

Dilatazioni. Le dilatazioni termiche orizzontali sono assorbite dal giunto montante-traverso. Nei giunti di dilatazione verticale il montante viene interrotto per una lunghezza pari a 10 mm; è previsto un idoneo elemento di giunzione per assicurare la continuità delle canaline di raccolta dell'eventuale acqua d'infiltrazione dello stesso.

Vetraggio. Le lastre di vetro sono posate su supporti in materiale plastico di 10 cm di lunghezza. Il peso delle lastre di tamponamento è supportato da appositi punti di forza metallici (accessori del sistema) che lo trasmettono alla struttura. Le vetrate consistono in lastre isolanti dal punto di vista termo-acustico avente le seguenti caratteristiche.

Stratigrafia.

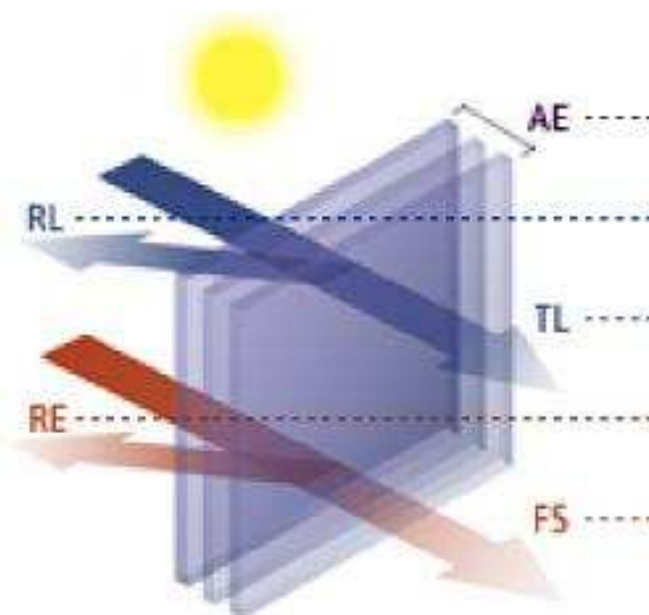
Lastra interna: Stratophone Low-e 44.2 I-TOP

Intercapedine: 15mm canalino ox argento con 90% Gas Argon

Lastra intermedia: 5 mm Planibel Clearvision

Intercapedine: 15mm canalino ox argento con 90% Gas Argon

Lastra esterna: 6mm stopray Clearvision 60 T



Proprietà termiche(EN 673)

Valore UG-W(m² . K) :1.0

Caratteristiche luminose(EN 410)

Trasmissione luminosa : 54

Riflessione luminosa:17

Indice di resa dei colori- RD65(Ra):97

Caratteristiche energetiche(EN 410)

Trasmissione energetica diretta:28

Riflessione energetica : 42

Assorbimento energetico:30

Assorbimento energetico vetro 1:22

Assorbimento energetico vetro 2:1

Assorbimento energetico vetro 3:7

Fattore solare:36

Coefficiente di shading:0,41

Altre caratteristiche

Resistenza agli attachi manuali (EN356):P1A-P2A

Resistenza agli urti(EN12600):NPD/NPD/1B1

Strutture in carpenteria metallica. La struttura della facciata prevede colonne in acciaio (S235 JR/S275JR, bullonerie in classe 8.8) in sezione circolare (diametro interno mm.205, diametro esterno mm.219) adeguatamente predisposte per il sostegno dei montanti della facciata continua. Esse sono vincolate al piede tramite piastre con tirafondi annegati sulla trave di fondazione, mentre alla sommità le colonne sono connesse alle travi lamellari tramite un gruppo di connessione che permette lo scorrimento verticale in maniera indipendente dalle sollecitazioni verticali della copertura.

Tutte le strutture in acciaio sono trattate con zincatura a caldo secondo il ciclo di lavorazione seguente:

- bagni in acido cloridrico;
- lavaggi in soluzione di soda caustica;
- risciaqui in bagni demineralizzati;
- asciugatura e preriscaldamento in forno a circolazione forzata;
- immersione in zinco fuso allo stato liquido surriscaldato a 550° C;
- successiva verniciatura con ciclo di sabbiatura a bassa pressione per la rimozione dei colattici e dei sali di zinco;
- mano di primer bicomponente detto aggrappante;
- finitura con smalto bicomponente epossidico specifico per applicazioni in ambienti molto umidi con presenza di cloruri in tonalità RAL.

Le tavole di riferimento (**Tavola 41, Tavola 42, Tavola 43, Tavola 44, Tavola 45, Tavola 46, Tavola 47, Tavola 48, Tavola 49, Tavola 50, Tavola 51, Tavola 52**) illustrano la soluzione nel dettaglio.

4.5 La copertura

La copertura riveste un ruolo particolarmente importante nell'economia complessiva dell'edificio oggetto di studio.

Il tetto è esposto, con la sua sottostruttura, a una grande quantità di sollecitazioni sia esterne (vento, neve, rumore, intemperie, radiazione solare) sia interne (umidità, sbalzi di temperatura) che influiscono sul comfort abitativo interno. Inoltre, significative variazioni di temperatura e pressione di vapore tra la parte interna ed esterna dell'edificio possono comportare flussi d'aria e di umidità che debbono essere adeguatamente governati.

Una corretta progettazione della copertura deve considerare tutti questi fattori.

I progressi degli ultimi anni in campo edile hanno portato a concepire ed utilizzare nuovi materiali in grado di meglio fare fronte ai requisiti richiesti.

In questo paragrafo vengono analizzate le scelte adottate.

4.5.1 Lo zinco-titanio. Le ragioni di una scelta

Per il manto di copertura si è optato per una soluzione che vede l'impiego di lastre laminate in zinco-titanio.

L'impiego del laminato di zinco in architettura ha una lunga tradizione, tale da renderlo a livello europeo il materiale non ferroso più diffuso.

La lega zinco-titanio rappresenta un' interessante combinazione di prestazioni tecniche ed estetiche valide sul piano funzionale ed economico, in grado di garantire:

- rispetto ambientale;
- economicità rispetto ad analoghe soluzioni applicative non ferrose;
- assenza di manutenzione;
- lunghissima durata nel tempo;
- significativo aspetto estetico.

Da un punto di vista strettamente formale, la lastra in zinco-titanio, con il suo colore grigio-ardesia, costituisce elemento armonizzante tra i diversi materiali impiegati.

In realtà il materiale è costituito da una lega Zinco-Rame-Titanio, di alto pregio qualitativo rispondente alla normativa europea EN 988 "Zinco e leghe di Zinco – Prescrizioni per prodotti laminati piani e per l'edilizia".

I componenti in lega migliorano le caratteristiche del laminato di zinco in quanto:

- il Titanio aumenta la resistenza alla deformazione permanente nel tempo;
- il Rame aumenta la resistenza a trazione del materiale;
- la combinazione di entrambi riduce il coefficiente di dilatazione della lega.

La composizione chimica e le caratteristiche meccaniche del prodotto sono riassunte nelle due tabelle che seguono (**Tabella 4-1**, **Tabella 4-2**).

Norma zintek®: UNI EN 988

a) – composizione in %

Cu	Ti	Al	Zn
min	min	min	
0,080	0,060	-	resto
max	max	max	
1,000	0,200	0,015	

Zinco di qualità Z1 (Vedi tabella UNI EN 1179 – pag. 31)

Tabella 4-1– Composizione chimica lastra zinco titanio (Fonte: Zintek s.p.a.)

Il materiale, di vari spessori, è prodotto con larghezze comprese tra 100 e 1000 mm. e con lunghezze di 1000 – 2000 – 3000 mm.

L'aspetto superficiale naturale del prodotto è di colore grigio lucido da laminazione, omogeneo e brillante. Sotto l'azione degli agenti atmosferici la superficie si ricopre di uno strato autoprotettivo che, pur partendo da una situazione non uniforme a livello cromatico, rimane stabile nel tempo e conferisce un naturale invecchiamento con un valido aspetto estetico color grigio ardesia.

Lo strato protettivo che si forma in seguito al contatto dello Zinco con l'Ossigeno e l'acqua consiste in uno strato di carbonato basico di Zinco che salvaguarda il metallo, garantendogli una lunghissima durata nel tempo (60 anni in ambiente urbano e oltre 100 anni in ambiente rurale).

Il laminato non è sensibile alle variazioni di temperatura che si registrano successivamente alla lavorazione ed alla posa. Il suo punto di fusione corrisponde a circa 419 °C, mentre il limite di ricristallizzazione è pari a 300 °C.

Il prodotto risulta inoltre incombustibile, resistente ai raggi ultravioletti e non soggetto a fenomeni di erosione dovuta al vento.

Dal punto di vista dell'ecosostenibilità, è provato che la cessione di Zinco dovuta allo scorrimento dell'acqua piovana non provoca alcun rischio per l'ambiente, mentre il materiale risulta completamente riciclabile e riutilizzabile in diversi ambiti produttivi.

4.5.2 La sottostruttura.Considerazioni generali.

Il pacchetto della sottostruttura di copertura è un ulteriore elemento importantissimo nell'ambito delle prestazioni complessive dell'edificio.

Qui di seguito vengono richiamati concetti generali che nel paragrafo successivo verranno contestualizzati al progetto in esame.

Ventilazione. La ventilazione è una misura costruttivo-strutturale che consente di eliminare l'umidità nelle coperture (e, anche se non in questo caso, nelle pareti). Il processo è semplice:

Norma zintek®: UNI EN 988

b) – caratteristiche meccaniche

Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità	0,2%	Rp 0,2	N/mm ²	min 100
Resistenza a trazione		Rm	N/mm ²	min 150
Allungamento percentuale dopo rottura		A ^{50mm}	%	min 35
Allungamento percentuale a scorrimento			%	max 0,1
Durezza minima				HV 45

Caratteristiche Fisiche e Tecnologiche

Descrizione	Unità di misura	Valore
Densità	Kg/dm ³	7,14
Punto di fusione	°C	419
Calore specifico a 20°C	kJ/Kg °C	0,401
Conduktività termica a 20°C	W/m °K	109
Conduktività elettrica a 20°C	m/ohm mm ²	17
Coefficiente di dilatazione termica in senso parallelo alla laminazione	mm/m °C	0,022
Coefficiente di dilatazione termica in senso trasversale alla laminazione	mm/m °C	0,017
Limite di ricristallizzazione	°C	>300
Modulo di elasticità	N/mm ²	>80.000
Imbutibilità Erichsen	mm	7-9
Prova di piegatura a 180° 20°C in senso longitudinale	n°	3 minimo
Prova di piegatura a 180° 20°C in senso trasversale	n°	5 minimo
Rigidità	%	40-55
Non magnetico		
Incombustibile		

Calcolo delle masse

Spessore nominale mm	Massa approssimativa Kg/m ²
0,60	4,3
0,65	4,7
0,70	5,0
0,80	5,8
1,00	7,2

Tabella 4-2 – Caratteristiche meccaniche lastra zinco-titanio (Fonte:Zintek)

l'aria esterna passa in un'intercapedine, viene riscaldata e in questo modo può assorbire ed eliminare l'umidità presente sulla superficie della struttura. I percorsi delle correnti negli elementi ventilati non debbono essere troppo lunghi e il passaggio dell'aria non deve essere né troppo forte, né troppo debole perché, da una parte, la protezione termica non deve essere ridotta e,

dall'altra, deve essere utilizzato l'effetto deumidificante della corrente d'aria (un percorso troppo lungo genererebbe la saturazione dell'aria e conseguenti fenomeni di condensa). Utilizzando, come nel nostro caso, lastre laminate in zinco-titanio è necessario ventilare la parte inferiore della lastra, al fine di prevenire l'insorgere di fenomeni di corrosione legati alla presenza di umidità. La lastra e la sua sottostruttura vengono tenuti separati dalla struttura portante e dall'isolamento termico attraverso un'intercapedine in cui si instaura una libera circolazione d'aria, così da eliminare completamente gli influssi legati alla temperatura ed all'umidità. Le aperture di ingresso e di uscita dell'aria debbono rispettivamente venire suddivise in maniera uniforme lungo tutta la lunghezza della struttura del tetto. Ovviamente un corretto sistema di ventilazione deve evitare ogni forma di ostacolo al regolare flusso dell'aria. La camera di ventilazione non deve superare i 14-15 m. di lunghezza. Nel caso in cui la tratta dovesse essere superiore, si dovrà garantire questo requisito con adeguate soluzioni tecniche ("cuffie" o gradini di pendenza ventilati). Le aperture di areazione vengono posizionate rispettivamente all'estremità inferiore (gronda) e le uscite dell'aria nell'estremità superiore dello spazio di ventilazione (colmo), in modo che si possa raggiungere un'altezza efficace dal punto di vista termico tale da creare un moto convettivo ascensionale.

Termodinamica dell'aria umida. L'aria può contenere in sospensione solo una certa quantità di quantità di vapore acqueo, che varia a seconda della temperatura: per ogni temperatura, quindi, esiste un limite massimo di umidità e l'aria che si trova a contenere questo limite massimo si dice satura (Umidità Relativa = 100%).

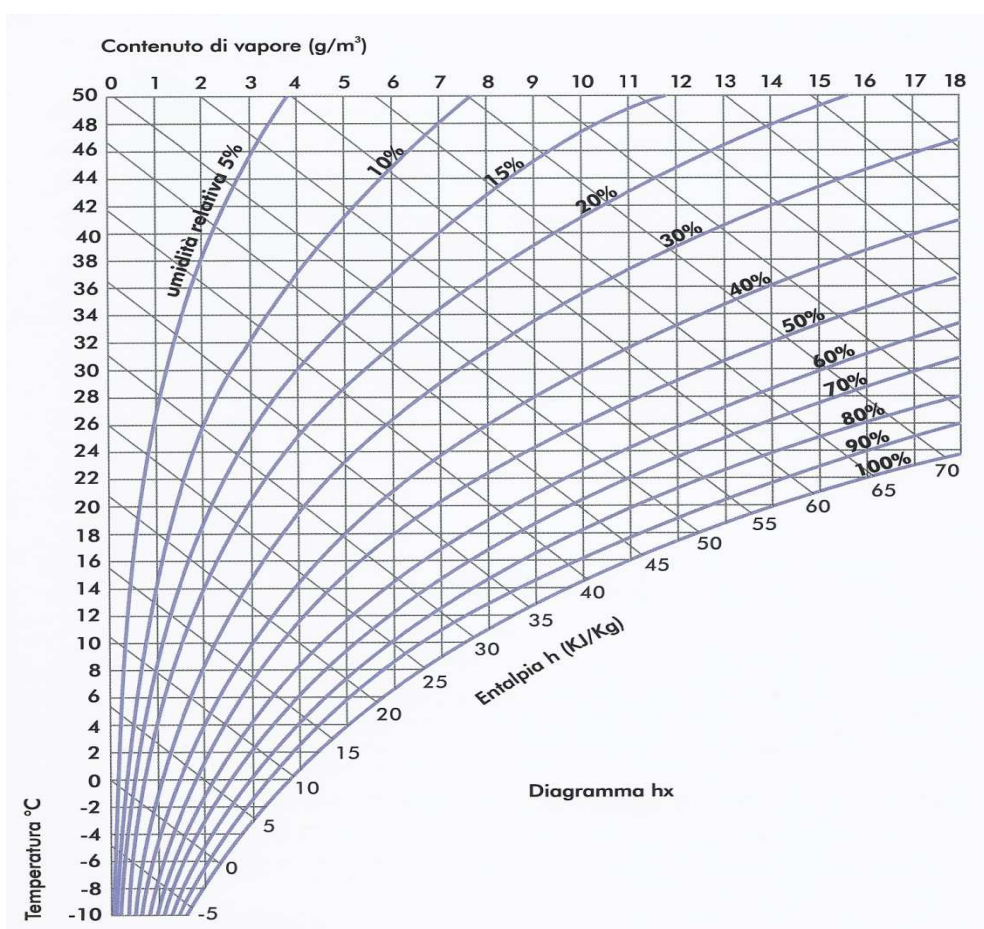


Figura 4-21 – Diagramma Umidità-Temperatura (Fonte : Zintek s.p.a.)

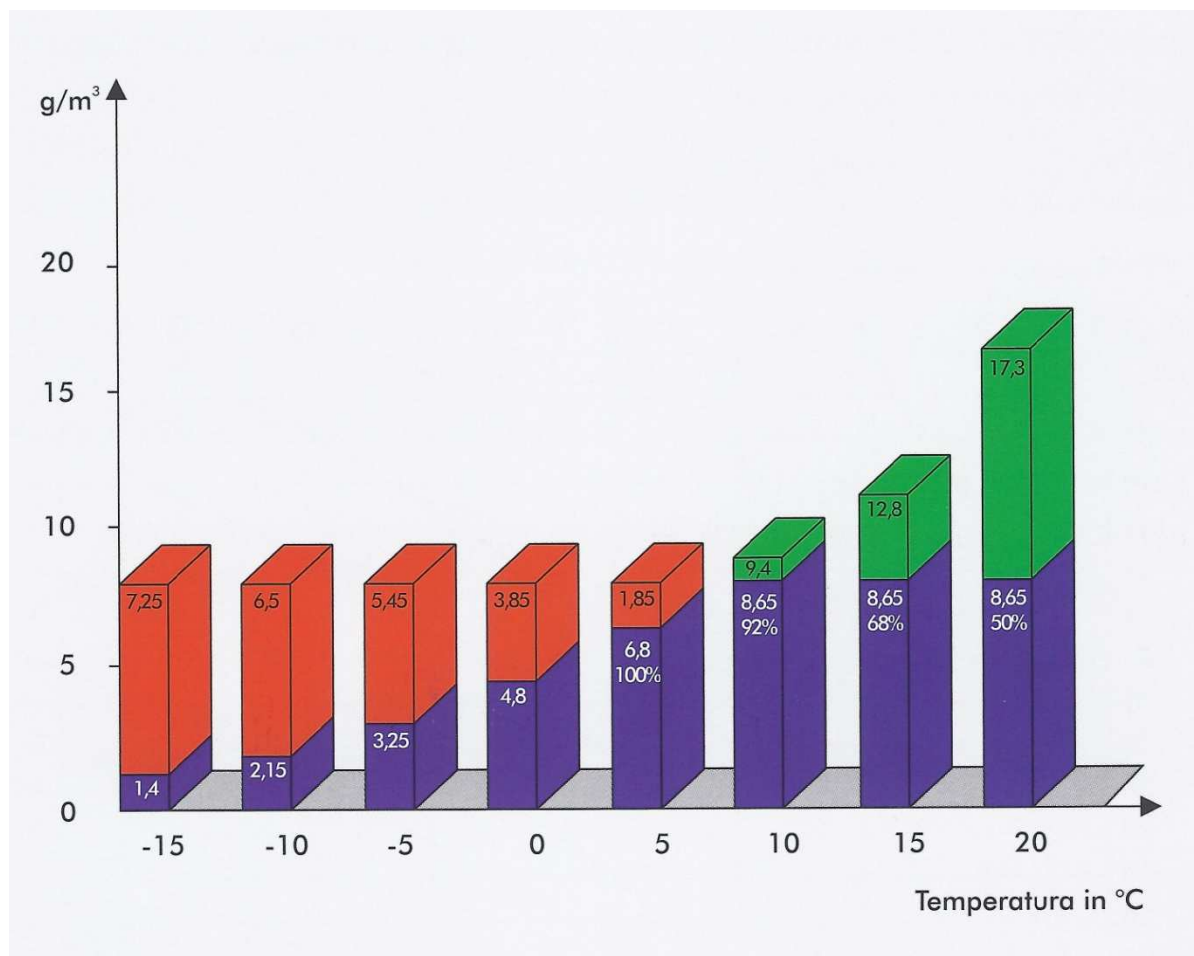


Figura 4-22 – Contenuto massimo di umidità dell'aria in funzione della temperatura (Fonte:Zintek s.p.a.)

Se si supera il punto di saturazione (o punto di rugiada), ovvero si raggiunge un'umidità relativa superiore al 100%, il vapore eccedente ricade sotto forma di condensa in quanto non può mantenere il suo stato gassoso. Pertanto in un edificio è necessario controllare i flussi d'aria calda dall'interno verso l'esterno (periodo invernale) e dall'esterno verso l'interno (periodo estivo), in modo tale che notevoli quantità d'umidità non subiscano grandi sbalzi termici in brevi periodi di tempo. Negli ambienti in cui i materiali da costruzione raggiungono, sulla loro superficie interna, temperature inferiori alla temperatura di rugiada dell'aria dell'ambiente si ha il fenomeno della condensazione superficiale : da ciò ne scaturisce il depositarsi della quantità di acqua che non può essere contenuta nell'aria sotto forma di vapore. Per questo motivo sono particolarmente pericolosi i ponti termici, cioè le zone della costruzione dotate di minor resistenza termica rispetto alle zone circostanti: in corrispondenza di essi, infatti, la temperatura superficiale può risultare piuttosto bassa e si ha dunque la possibilità di formazione di condensa. Questo fenomeno si può generare anche all'interno degli strati del sottotetto provocando, oltre ad inconvenienti di natura igienico-ambientale, anche una sensibile riduzione della resistenza termica dello strato isolante in

quanto il contenuto di umidità incrementa notevolmente la conducibilità termica dei materiali da costruzione.

Processi di scambio del vapore. I processi di scambio d'aria (e di conseguenza anche di vapore acqueo) possono essere ricondotti a due tipi di fenomeni:

- **convezione del vapore.** Se gli elementi costitutivi della copertura non garantiscono la tenuta ermetica, la differenza di pressione e di temperatura tra l'ambiente interno ed esterno l'edificio causa una fuoriuscita d'aria. Il processo di scambio è molto veloce e coinvolge il trasferimento di grandi quantità di umidità;
- **diffusione.** Il trasferimento per diffusione del vapore ha luogo attraverso qualsiasi materiale. Le molecole gassose sono sempre in movimento a causa del loro contenuto di energia e riempiono lo spazio a loro disposizione: questo stato di equilibrio produce, ad una certa temperatura, una determinata pressione del vapore. Nel caso in cui ci sia una differenza di pressione di vapore (gradiente di pressione) tra due ambienti si creerà una corrente di compensazione volta a ripristinare l'equilibrio. Il processo di scambio è generalmente lento (ore o giorni) e l'entità del flusso dipende dalla natura del materiale attraversato.

Coefficiente di resistenza al vapore. Il valore fondamentale caratteristico della diffusione del vapore acqueo viene espresso dal coefficiente adimensionale μ , che indica la resistenza al passaggio del vapore offerta dai materiali da costruzione rispetto a quello di riferimento dell'aria (dove naturalmente $\mu = 1$). Quanto minore è questo valore, tanto più facilmente il vapore riesce a penetrare il materiale. Se il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore viene moltiplicato per lo spessore "d" (in metri) di un elemento da costruzione, si ottiene l'equivalente spessore di uno strato d'aria chiamato S_d .

Barriere vapore – Freni vapore – Guaine impermeabili traspiranti. I materiali da costruzione, a seconda del loro valore S_d , sono comunemente classificati in tre categorie: barriere vapore, freni vapore, guaine impermeabili traspiranti. Anche se in linea di principio non esistono materiali assolutamente impermeabili al vapore, si può parlare di barriera per un valore di $S_d =$ circa 100 m, mentre le guaine traspiranti hanno valori di $S_d =$ circa 0,2 m. In mezzo si collocano tutti quei materiali che oppongono una certa resistenza ovvero che frenano il passaggio di vapore e che hanno il valore di S_d di qualche metro. Per evitare la formazione di condensa a livello del sottotetto vengono comunemente impiegati strati speciali che oltre ad essere impermeabili all'acqua garantiscono, secondo le esigenze, la permeabilità al vapore. In questo modo è possibile controllare il flusso di vapore acqueo proveniente dall'edificio e smaltirlo senza il rischio di formazione di condensa. Questi strati vengono posati sia al di sotto (lato caldo) sia al di sopra (lato freddo) dell'isolamento termico.

Sigillatura sottostruttura. Oltre alla corretta scelta dei tipi di telo che debbono essere applicati, nel sistema copertura occorre prestare particolare attenzione alla loro posa. Infatti, per evitare qualsiasi problema legato alla formazione di condensa, è necessario sigillare e rendere ermetica la sottostruttura escludendo ogni ponte termico. In caso di giunzioni aperte, infatti, si possono instaurare flussi incontrollati di aria che condizionano anche la riserva termica

dell'edificio. Per questa ragione tutti i punti critici (sovrapposizioni, giunzioni, raccordi) devono essere resi ermetici sia nel lato caldo che in quello freddo dell'edificio.

Coibentazione termica. Il comfort ambientale è determinato da una giusta temperatura sia d'estate che d'inverno. Per fare questo un adeguato livello di isolamento è in grado di proteggere sia dalle dispersioni invernali che dal surriscaldamento estivo.

- **Inverno : protezione dal freddo.** La condizione di benessere invernale è definita non solo dalla temperatura dell'aria ma anche dal gradiente di temperatura esistente tra ambiente e superfici dell'involucro. Tale differenza non deve superare i 2 °C per mantenere un ambiente gradevole e tutto questo è possibile grazie ad un corretto apporto dell'isolante.

Dovendo considerare le differenti caratteristiche del clima dei vari luoghi, è opportuno considerare la cosiddetta "temperatura di progetto" definita dalla normativa UNI.

- **Estate : protezione dal surriscaldamento estivo.** Per quanto riguarda la condizione di benessere termico estivo, questa è definita principalmente dall'inerzia termica della struttura che, ritardando la cessione del calore dall'esterno all'interno, protegge gli ambienti dalla calura giornaliera. Questo spostamento della cessione di calore, o sfasamento di temperatura, qualora raggiunga il valore ottimale approssimativo di 8/10 h, favorisce il mantenimento delle condizioni di benessere spostando l'ingresso del calore alle ore notturne quando la temperatura esterna diminuisce. Questa caratteristica di inerzia termica dipende oltre che dalla capacità e dalla conducibilità termica del materiale anche dalla sua densità. Per cui i materiali pesanti saranno "termicamente più lenti" di quelli leggeri. Pertanto per definire lo spessore utile di isolamento estivo per il tetto dobbiamo cercare di arrivare ad uno sfasamento minimo di 8 ore. A questo punto, considerando i parametri di valutazione sopra analizzati, possiamo mettere a confronto i comportamenti dei diversi materiali isolanti nelle condizioni invernali ed estive per arrivare a determinare con un buon grado di definizione quali sono i materiali che possono rispondere meglio alle diverse necessità.

Valore U (coefficiente di conduzione termica). Nei nuovi regolamenti europei, resisti necessari con l'applicazione del nuovo ordinamento relativo al risparmio di energia, il valore "k" utilizzato fino a qualche tempo fa è stato sostituito in tutta Europa dal valore "U".

Per il resto ci si riferisce alla letteratura corrente in materia.

Strati separatori. La posa di strati separatori ha la funzione di creare uno spazio tra la copertura metallica e la sua base d'appoggio in modo da permettere l'evaporazione dell'umidità che si può formare sul lato inferiore della copertura, tra le principali cause di corrosione. A questo scopo si adattano perfettamente delle stuoie alveolari strutturate che, oltre all'impermeabilizzazione della sottostruttura, garantiscono un'alta traspirazione del vapore acqueo. Lo strato di separazione è formato da un distanziale tridimensionale. Il rivestimento è uno strato traspirante per la diffusione del vapore acqueo proveniente dall'interno dell'abitazione e, nello stesso tempo, impermeabile all'acqua che potrebbe infiltrarsi dalla copertura. Il distanziale in poliammide crea la necessaria distanza al di sotto della copertura. L'acqua potrà

essere convogliata attraverso la rete di canali formata dalla struttura alveolare direttamente in grondaia evitando così pericoli di corrosione. Il distanziale elastico evita lo scorrimento in casi di sbalzi di temperatura ed è efficace anche per l'abbattimento del rumore provocato dalla pioggia battente o dalla grandine.

Rumori da precipitazioni. La DIN 4109 “Protezione acustica nell'edilizia, requisiti e prove” regola la protezione acustica per quanto riguarda gli edifici. Nella prassi le lastre laminate descritte soddisfano i requisiti di protezione acustica anche senza l'utilizzo di separatori. Per un'ulteriore protezione acustica può essere installato uno strato separatore.

4.5.3 La stratigrafia di progetto.

Sulla base delle considerazioni generali sviluppate al paragrafo precedente, è stata sviluppata la stratigrafia dettagliata ai particolari architettonici seguenti (**Figura 4-23, Figura 4-24, Figura 4-25**).

Partendo dall'alto, la soluzione evidenzia la seguente sequenza di componenti:

- lastra in zinco-titanio (sul mercato è stata identificata, a puro titolo esemplificativo, il prodotto Zintek);
- strato separatore;
- tavolato in abete sp. 20 mm, costituente il piano di appoggio del manto di copertura e facente parte, unitamente al sottostante listello, del sistema di ventilazione;
- listello di ventilazione sp. 80 mm;
- telo impermeabile traspirante (sul lato freddo);
- isolamento in lana di roccia 100 + 100 mm (doppio strato incrociato) e listelli di contenimento 50 x100 mm;
- barriera al vapore (sul lato caldo);
- tavolato in abete piallato a vista 25 mm.

Nel particolare è stato dettagliato anche il sistema della lattoneria.

La figura dedicata (**Figura 4-25**) dettaglia la soluzione adottata per il colmo, che garantisce il corretto completamento del percorso di ventilazione e vede l'aggiunta del paletto per la linea vita. Il pacchetto di copertura ipotizzato ha una trasmittanza complessiva (U) pari a 0,154, così come risultante dai calcoli che seguono (**Tabella 4-3**).

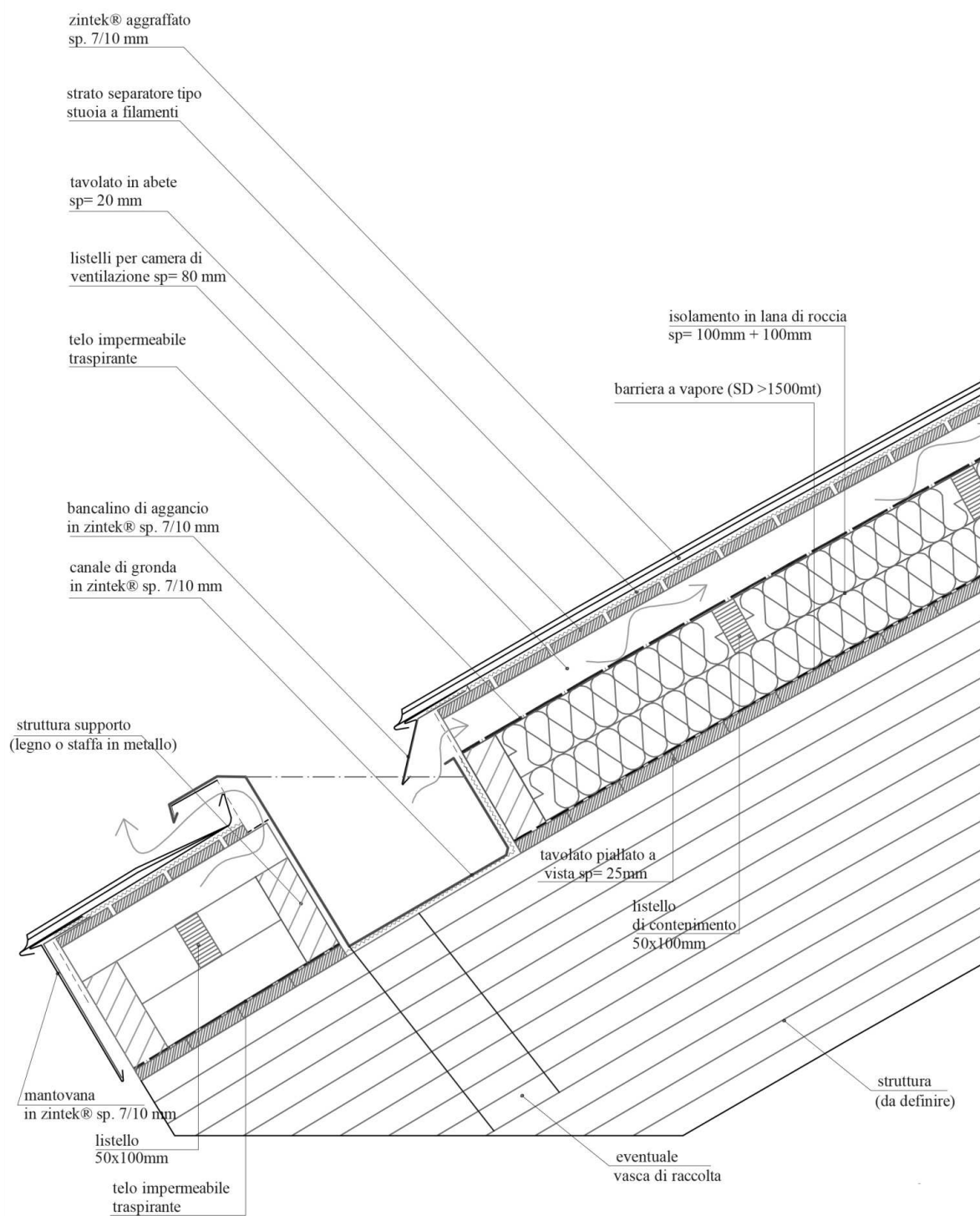


Figura 4-23 – Copertura – Dettaglio gronda

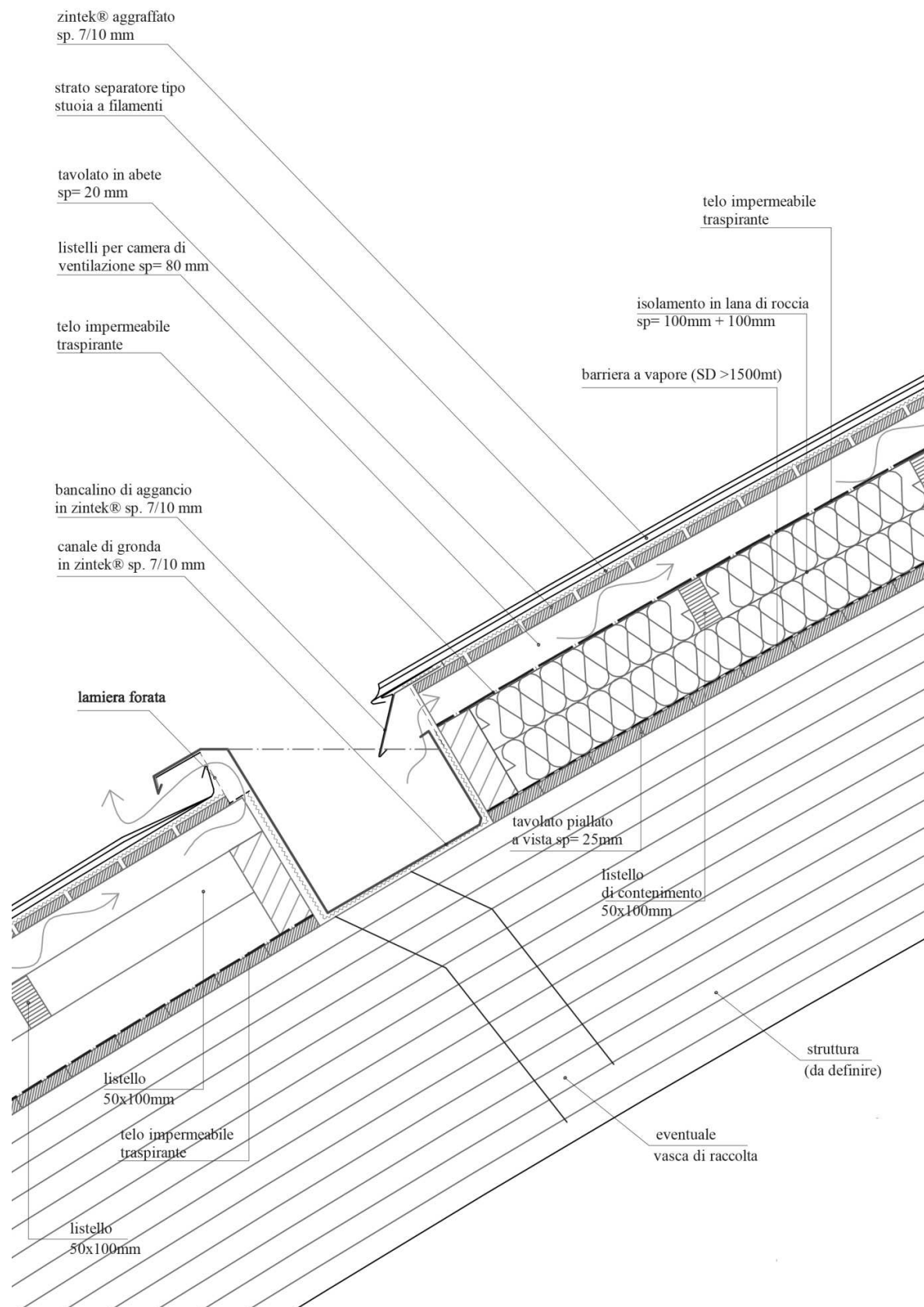


Figura 4-24 – Copertura – Canale di gronda intermedio

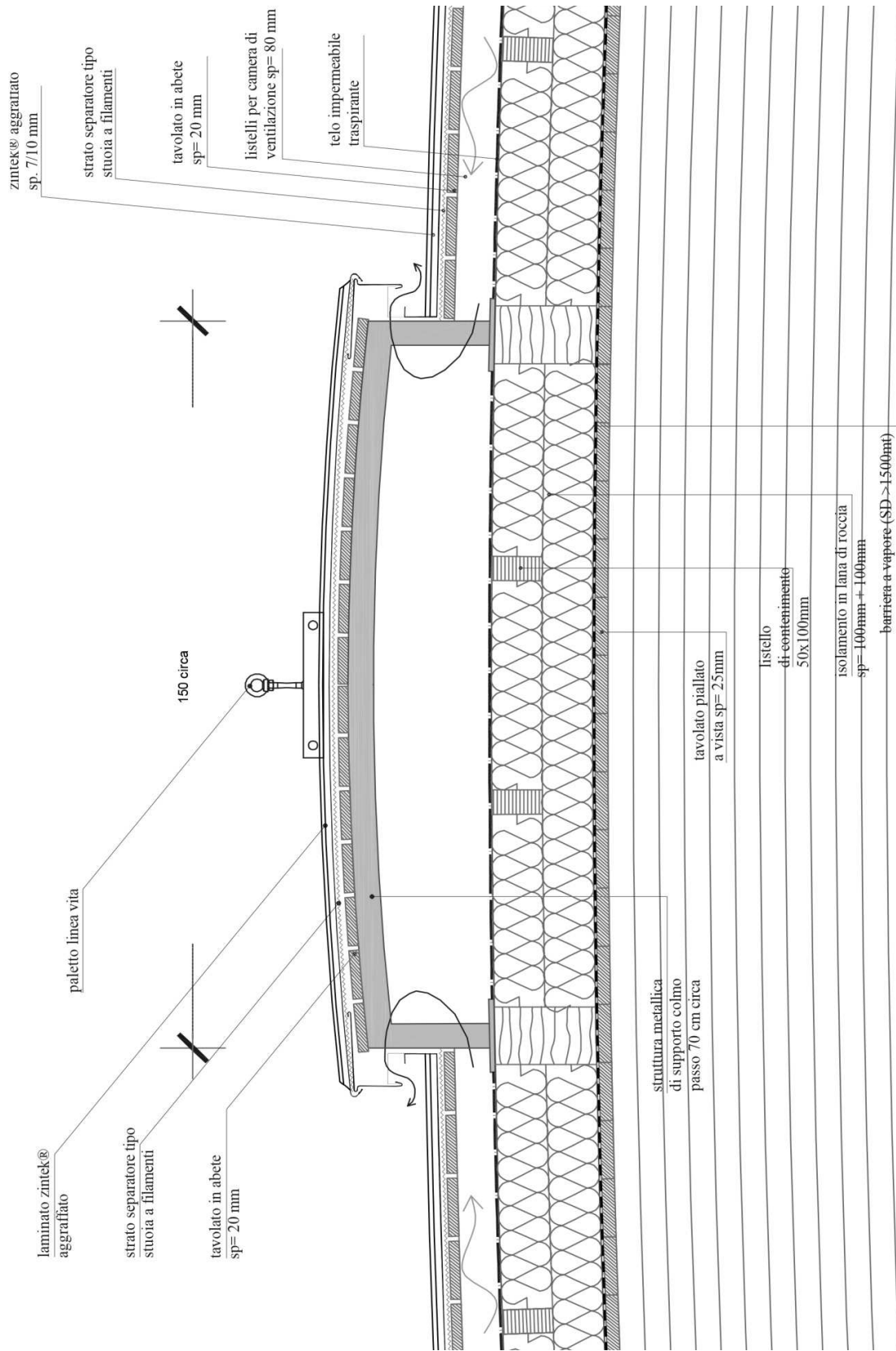


Figura 4-25 – Copertura - Colmo

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DELLA COPERTURA

ID	Materiale / Componente	s Spessore [m] (1)	R Resistenza termica [mqK/W] (2) = (1)/(3)	λ Conducibilità [W/mK] (3)	Coefficiente Liminare (4)
1	Lastra zinco titanio	0,0007	6,4E-06	110	
2	Tavolato in abete	0,025	0,21	0,12	
3	Camera d'aria	0,08	0,18		
4	Pannello in lana di roccia 10+10	0,20	5,71	0,035	
5	Tavolato in abete	0,025	0,21	0,12	
6	Aria esterna		0,04		25,00
7	Aria interna		0,13		7,70
	Resistenza termica totale		6,483		
	Trasmittanza K (U)		0,154		

Tabella 4-3 – Copertura – Calcolo della trasmittanza

4.6 Gli impianti

La componente impiantistica gioca un ruolo estremamente importante nell'economia complessiva del progetto, che vede come strategico l'apporto energetico. Nei paragrafi seguenti verranno descritte le soluzioni impiantistiche adottate. La descrizione dettagliata delle proposte ed i calcoli, al fine di non appesantire la trattazione, sono contenute nelle Appendici B e C.

4.6.1 L'impianto meccanico ed idricosanitario

La filosofia complessiva di impostazione si basa su di un sistema impiantistico con produzione centralizzata di calore mediante pompe di calore geotermiche funzionanti elettricamente e moduli termici locali (satelliti) dotati di contabilizzazione dell'energia termica. Questa soluzione è caratterizzata da una rete di distribuzione che si origina da una centrale termica e si dirama a tutte le sottocentrali presenti in ogni singolo edificio in progetto facente parte del complesso sportivo. I satelliti sono posizionati in prossimità delle utenze, preferibilmente nelle parti comuni, in modo da facilitare l'accesso al conduttore dell'impianto e non arrecare disagio all'utilizzatore. La rete di distribuzione è in grado di fornire a tutti i moduli periferici il fluido termovettore con temperatura costante e con portata definita dalle reali esigenze delle utenze (impianto a portata variabile). La soluzione con produzione centralizzata del calore risponde meglio alla filosofia progettuale generale sia in termini di comodità, autonomia e sicurezza, sia in termini di minori costi di gestione energetici e di manutenzione, la quale, infatti, verrebbe demandata per la maggior parte al potenziale gestore dell'impianto lasciando all'utente solo l'utilizzo dell'impianto stesso. Gli impianti tecnologici presenti in progetto sono, come si è detto, alimentati da un sistema impiantistico centralizzato in grado di produrre il fluido termovettore alla temperatura di 65-35°C (ciclo invernale), 7-12°C (ciclo estivo) e distribuirlo alle unità termiche (moduli satellitari) al servizio delle varie utenze. Per gli impianti a pannelli radianti (funzionanti solo nella stagione invernale) sono previste temperature del fluido caldo di 40-35°C. I moduli satellitari consistono in apparecchiature multifunzionali che svolgono il compito di interfaccia idraulica e termica tra la produzione di calore (in Centrale Termica) e la fornitura contabilizzata e termoregolata di energia termica alla singola utenza. I moduli satellitari previsti in progetto sono del tipo a due vie (ingresso ed uscita fluido di climatizzazione) ad acque separate con uno scambiatore a servizio dell'impianto di riscaldamento ed uno scambiatore per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria. Poiché scopo di questo capitolo della Tesi è approfondire l'Edificio Piscina, anche per quanto concerne la componente impiantistica si focalizzerà l'attenzione e lo studio su questo edificio

L'impianto a servizio del fabbricato risulta così articolato:

- impianto di climatizzazione invernale ed estiva;
- impianto idrico-sanitario;
- filtrazione Piscina;
- impianto di regolazione automatica;

-
- Centrale Termica (al servizio di tutti gli edifici)
 - Centrale Idrica al servizio degli edifici in oggetto
 - Impianto solare termico e sistemi di recuperi energetici
 - Sistemi di contabilizzazione

DATI TECNICI DI RIFERIMENTO

Condizioni termoigrometriche esterne

Invernali: T = - 5 °C; UR 80%

Estive: T = +32 °C; UR 60%

Condizioni termoigrometriche interne invernali

- Area Piscina T = 30 ± 1 °C; UR = 50%
- Area Spettatori T = 30 ± 1 °C; UR = 50%
- Spogliatoi e Servizi T = 24 ± 1 °C; UR = 50%
- Uffici T = 20 ± 1 °C; UR = 50%
- Sala Stampa T = 20 ± 1 °C; UR = 50%
- Atrio e zone comuni T = 20 ± 1 °C; UR = 50%

Condizioni termoigrometriche interne estive

- Uffici T = 26 °C; UR 55%
- Sala Stampa T = 26 °C; UR 55%

Risulta evidente come il controllo dell'umidità relativa sia un elemento essenziale ai fini della durabilità della struttura in lamellare.

L'edificio risulta servito da:

- un impianto di riscaldamento del tipo a pannelli radianti isolati a pavimento per tutte le zone a servizio dell'edificio in oggetto (ad esclusione dell'area piscina);
- un impianto di riscaldamento del tipo termoarredi nei servizi igienici;
- un impianto a tutt'aria per l'area piscina, con funzionamento invernale ed estivo;
- un impianto a tutt'aria per l'area spettatori, con funzionamento invernale ed estivo;
- un impianto di trattamento aria per la zona spogliatoi, sala stampa ed uffici, con funzionamento invernale ed estivo.

L'impianto radiante a pavimento garantisce un considerevole risparmio energetico in quanto:

- il sistema lavora con bassa temperatura dell'acqua;
- il funzionamento prevalentemente radiante permette di ottenere il comfort termico anche con temperature dell'aria più basse di 20°C (per es. 18°C).

Oltre al risparmio energetico e al comfort, il riscaldamento a pavimento risolve il problema estetico dei terminali a vista e offre la piena libertà di posizionamento dell'arredo.

Per le varie zone dell'edificio si sono ipotizzate le seguenti tipologie impiantistiche.

Sala Nautica. La sala nautica prevede un impianto a tutta aria del tipo monozona con doppio ventilatore, sezione di recupero del tipo termodinamico, camera di espulsione-ricircolo e presa di aria esterna in grado di assicurare all'ambiente sia la dovuta elasticità di funzionamento connessa alla variabilità delle persone presenti, sia la possibilità del funzionamento a tutt'aria esterna in base alle condizioni climatiche esterno-interno.

Il controllo delle condizioni dell'aria in ambiente è affidato ad una Centrale di Trattamento Aria situata nel piano tecnico interrato. L'aria trattata nella macchina viene addotta in ambiente per mezzo di canalizzazioni in tessuto. La diffusione è affidata a diffusori lineari del tipo a pulsione, costituiti da canalizzazioni perforate in tessuto che permettono di diffondere l'aria trattata in ambiente mediante delle particolari forature dimensionate specificatamente per ogni canale. Questa tecnologia sfrutta il principio dell'alta induzione e consente di ottenere una qualità di diffusione, in termini di temperatura e velocità dell'aria percepibili dall'utente, superiori ai sistemi tradizionali e con costi inferiori di installazione e di gestione.

L'aria immessa in ambiente viene ripresa da appositi sistemi costituiti da griglie alettate poste nel locale vasche e nei locali annessi per mezzo di canalizzazioni in acciaio con verniciatura epossidica contro la ruggine, sia all'interno che all'esterno. Essa viene ricondotta alla centrale di trattamento aria chiudendo in questo modo il circuito aeraulico.

L'unità prevista è classificabile come un deumidificatore termodinamico a doppio flusso associato ad un recuperatore di calore aria-aria del tipo a tubi di calore in grado di assicurare un elevato risparmio energetico sulla scorta del programma termico-funzionale che prevede che l'aria di ripresa, calda e umida, attraversi il recuperatore a tubi di calore dove subisce una prima fase di deumidificazione, cedendo il calore di condensazione alla miscela di aria esterna e ricircolo attraversante la parte superiore dello stesso recuperatore.

Spogliatoi. Per gli spogliatoi è previsto un impianto a tutt'aria esterna con Unità di Trattamento Aria dedicata dotata di batteria ad acqua calda alimentata da circuito ad alta temperatura (65-35°C), batteria di pre-riscaldamento aria esterna alimentata dal circuito ad alta temperatura (65-35°C in funzione antigelo) e batterie di post riscaldamento a canale alimentate dal fluido a bassa temperatura (40-35°C) per il controllo delle singole zone. Tutti i fluidi sono spillati dalla Centrale Termica al servizio dell'intero complesso. All'impianto ad aria verrà affiancato un impianto a pannelli radianti a pavimento per la zona dei corridoi. All'aria esterna trattata è affidato il compito di controllare la purezza e l'abbassamento dell'umidità relativa in ambiente, mediante l'immissione di aria a più basso contenuto di umidità (stagione invernale). Il controllo della temperatura nei vari ambienti viene effettuato dalle batterie di post riscaldamento negli spogliatoi e dai pannelli radianti a pavimento. L'aria di rinnovo viene trattata in un apposito termoventilatore situato in adeguato locale e convogliata nelle zone di pertinenza mediante canalizzazioni opportunamente coibentate termicamente. La rimanente portata di aria viene immessa come aria primaria nella zona dei corridoi. L'aria trattata nel Termoventilatore viene addotta alle singole utenze per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata. La diffusione è affidata a diffusori del tipo multi direzionale a 4 vie. L'aria immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna.

Nell'ambiente degli spogliatoi è garantita una depressione rispetto agli ambienti limitrofi di 300 m³/h.

Atrio e zone comuni. E' previsto un impianto a tutt'aria esterna con Unità di Trattamento Aria dedicata e dotata di batteria ad acqua calda alimentata da circuito ad alta temperatura (65÷35°C) e batteria di pre-riscaldamento aria esterna alimentata dal circuito ad alta temperatura (65÷35°C). Nei corridoi e nei servizi sono previsti impianti a pannelli radianti a pavimento e/o ventilconvettori con ventilatori di estrazione. Tutti i fluidi saranno spillati dalla Sottocentrale Termica, alimentata dalla Centrale Termica, al servizio dell'intero complesso. L'aria trattata nell'UTA viene addotta alle singole utenze per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata e la diffusione verrà affidata a diffusori multidirezionali a 4 vie e bocchette. L'aria immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Negli ambienti interni è garantita una sovrappressione rispetto agli ambienti esterni.

Sala Stampa ed Ufficio. Per gli ambienti Sala Stamp ed Ufficio è previsto un impianto di condizionamento a tutt'aria con unità Roof Top in pompa di calore in grado di sopperire ai fabbisogni estivi ed invernali ed integrazione con batteria di riscaldamento ad acqua calda alimentata dal circuito ad alta temperatura spillato dalla Centrale Termica.

L'aria trattata nel Roof Top viene addotta all'utenza per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata e la diffusione viene affidata a diffusori lineari del tipo a pulsione, costituiti da canalizzazioni perforate in acciaio zincato che permettono di diffondere l'aria trattata in ambiente mediante delle particolari forature dimensionate specificatamente per ogni canale e per ogni impianto. L'aria immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Nell'ambiente è prevista una sovrappressione rispetto agli ambienti limitrofi.

Impianto idrico-sanitario. Per quanto concerne l'impianto idricosanitario, l'alimentazione idrica di tutte le utenze interne all'edificio è garantita da apposita sottocentrale idrica ubicata al piano interrato alimentata dalla centrale idrica centralizzata.

L'acqua calda di consumo per uso sanitario è prodotta con un sistema di riscaldamento centralizzato per il Centro Sportivo. E' prevista la filtrazione, l'addolcimento ed il dosaggio di prodotti chimici per l'alimentazione dei sistemi di preparazione di acqua calda sanitaria, l'alimentazione delle vasche della piscina e del reintegro degli impianti tecnologici. Il riscaldamento dell'acqua di consumo comprende:

- scambiatore di calore del tipo a piastre;
- elettropompa di ricircolo dell'acqua nell'impianto, tale da assicurare la costanza della temperatura dell'acqua in ogni punto di utenza;
- gli opportuni automatismi di controllo e regolazione;
- accumulatori.

Le reti primarie con ricircolo provvedono a distribuire l'acqua calda a 40°C alle varie utenze.

A protezione contro l'eventuale sviluppo della Legionella è previsto un sistema di trattamento chimico del tipo a dosaggio di biossido di cloro di tipo centralizzato posizionato in centrale idrica.

Reti idriche. In funzione dei fluidi convogliati, le reti risultano così suddivise:

- acqua fredda potabile;
- acqua calda sanitaria, di consumo;
- acqua calda di ricircolo;
- acqua fredda non potabile per alimentazione cassette wc;
- acqua fredda trattata con biossido di cloro per l'alimentazione dei sistemi di produzione acqua calda sanitaria.

L'alimentazione degli apparecchi sanitari risulta derivata dalla rete principale. Per ciascun gruppo di bagni o utenza sono previsti appositi collettori dotati di valvole di sezionamento, entro cassetta di contenimento, alimentati dalla dorsale principale. In ciascuna cassetta, oltre ai collettori, sono presenti contatori con riporto a distanza dei consumi per la gestione della contabilizzazione delle varie utenze. In relazione all'ubicazione dei contatori è prevista eventualmente l'installazione di cavo scaldante sulla tubazione di acqua calda sanitaria per il mantenimento della temperatura a 40°C, in luogo della rete di ricircolo. Per l'alimentazione delle cassette di scarico dei vasi è prevista una rete indipendente di acqua non potabile proveniente dall'acqua piovana la quale sarà accumulata in apposita vasca. Un apposito gruppo dotato di elettropompe provvederà alla pressurizzazione e distribuzione.

Impianto di filtrazione piscine. Sono previsti impianti di filtrazione e circolazione dell'acqua distinti al servizio delle tre vasche in funzione sia delle differenti temperature di lavoro sia dei diversi tempi di ricircolo. Per eliminare tutte le sostanze fisiche che normalmente entrano in una piscina quali polvere, peli e capelli ancorché per abbattere gli inquinanti organici e colloidali quali unguenti, abbronzanti, sudore, saliva, urina, batteri e virus e con la finalità di mantenere l'acqua delle vasche in condizioni igienico-sanitarie ottimali, si è previsto un normale programma di trattamento, meglio dettagliato all'Appendice B.

Sistema di disinfezione bordo vasca e spogliatoi. Per la disinfezione ambientale (bordo vasche, vaschette lava piedi dei passaggi obbligati, spogliatoi) è stata prevista apposita apparecchiatura per l'erogazione di soluzione disinfettante in pressione con un'adeguata portata ad una concentrazione regolabile. Una rete dedicata provvederà alla distribuzione della soluzione nei vari ambienti mediante rubinetti porta gomma installati a parete ai quali collegare gli spruzzatori a lancia per la quotidiana disinfezione e degli spruzzapiedi temporizzati da installare nei passaggi obbligati.

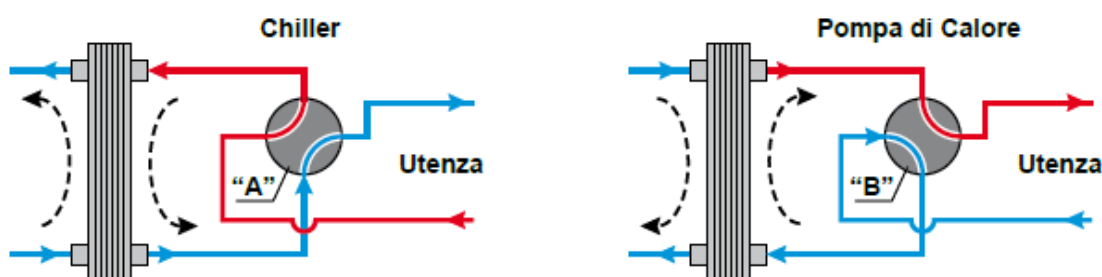
Impianto di regolazione automatica. Tutte le regolazioni relative alle unità di trattamento dell'aria e nell'ambito delle centrali tecnologiche sono realizzate con l'impiego di unità periferiche a controllo digitale diretto (DDC). Queste unità DDC, ove non presenti a bordo macchina, verranno installate all'interno dei quadri elettrici degli impianti termofluidici, in appositi comparti dedicati.

BMS. Tutte le periferiche dei sistemi HVAC e idrici si interfacciano ad un sistema BMS (Building Management System), così da consentire una gestione automatica basata su algoritmi di controllo, monitorare e modulare le prestazioni degli impianti, gestire da apposite postazioni eventuali

allarmi nonché programmare efficacemente le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Centrale Termica al servizio degli edifici del complesso sportivo. La determinazione della Potenza di Picco della Centrale Termica negli impianti di riscaldamento centralizzati, che alimentano i moduli termici che a loro volta dovranno coprire per ogni singola utenza il carico di punta dovuto al riscaldamento e quello legato alla produzione di acqua calda sanitaria, verrà eseguita tenendo in debito conto sia fattori di contemporaneità, sia del modo di funzionamento degli stessi moduli termici. I moduli saranno caratterizzati da prelievi termici continui sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua calda sanitaria (mediante scambiatori di calore istantanei) con priorità all'acqua calda nei periodi di punta. La rete di tubazioni costituente il circuito primario avrà infatti un consistente contenuto di acqua calda a livello termico mediamente più alto della ACS e costituisce di fatto una riserva di energia utilizzabile nei picchi di fabbisogno. Questa riserva dipende ovviamente dalla quantità e dal livello di temperatura del fluido primario, dal dimensionamento delle tubazioni, dal livello di portata in circolazione e, non ultimo, dalle prestazioni termiche degli scambiatori a corredo dei generatori di calore. Per sopperire al fabbisogno di cui sopra saranno installate sia pompe di calore geotermiche a recupero termico totale funzionanti elettricamente sia pompe di calore acqua-acqua funzionanti elettricamente, caratterizzate da rese (C.O.P.) nominali superiori a 4,3. Le caratteristiche principali delle pompe di calore geotermiche polivalenti sono le seguenti:

- Valvola di inversione di ciclo lato acqua. I refrigeratori acqua/acqua geotermici reversibili, nel momento della commutazione da chiller a pompa di calore e viceversa, effettueranno due inversioni di ciclo: una lato refrigerante e una lato acqua. Le valvole di inversione di ciclo verranno commutate automaticamente da azionamenti elettrici, e non cambiando il verso di percorrenza degli utilizzatori esterni, questo sistema permetterà di invertire la direzione del flusso dell'acqua negli scambiatori, mantenendolo sempre in controcorrente rispetto al fluido frigorifero in tutte le condizioni. Lo scambio termico presenterà efficienza maggiore quando avviene in contro-corrente, anziché in equi-corrente;



- Il Recupero Totale del Calore di Condensazione. Adottando un sistema di Recupero Totale del Calore di Condensazione sarà possibile riscaldare una certa quantità d'acqua, destinata ad uso sanitario. In questo modo si raggiungono livelli di efficienza straordinari.

Impianto Solare Termico. In ottemperanza al Dgr 8/8745 il fabbisogno di energia termica necessario per la produzione di acqua calda sanitaria dovrà essere coperto da fonte rinnovabile per almeno il 50%. L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) è del tipo a collettori solari e la destinazione d'uso dell'impianto segue la normativa UNI TS 11300-2. Il fabbisogno mensile d'acqua calda sanitaria viene calcolato considerando:

- il fabbisogno netto calcolato secondo la UNI 10300-2;
- il rendimento di erogazione e di distribuzione ACS;
- le dispersioni di rete di riscaldamento centralizzato;
- destinazione d'uso dell'impianto solare: acqua calda sanitaria (ACS);
- Numero di collettori impiegati: 30
- Inclinazione rispetto al piano orizzontale (tilt): 30.00°
- Orientamento rispetto al sud (azimuth): 0.00° - SUD

Dati collettore solare.

- Tipo: Collettore a tubi sottovuoto
- Superficie complessiva: 4,91 [m²]
- Superficie di apertura: 4,50 [m²]
- Superficie assorbitore: 4,50 [m²]
- Portata consigliata per m² di pannello: 178,2 [l/h]
- Pressione massima di esercizio: 10 [bar]
- Dimensioni: 2,42 x 2,03 x 0,12 (spessore)

Recuperi Energetici. L'energia termica prodotta in forma rinnovabile dall'impianto solare termico verrà normalmente scaricata sullo scambiatore per la produzione di acqua calda sanitaria a 5°C mediante scambiatore di calore e distribuita a tutte le utenze del complesso.

In situazione di emergenza, cioè quando la richiesta di calore è talmente bassa da ridurre la portata di trasporto dell'impianto alla minima gestibile dall'inverter, l'impianto solare potrà scambiare la potenza sulle seguenti utenze:

- sistema di riscaldamento per l'Edificio Piscina;
- riscaldamento vasche dell'Edificio Piscina.

La logica di gestione dei recuperi risulta essere la seguente:

- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $\leq 35^{\circ}\text{C}$, il sistema solare scambia calore sulla rete di riscaldamento;
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata) il sistema solare scarica il calore sullo scambiatore connesso con l'accumulo di ACS;
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata) e l'accumulo di ACS è tutto a 50°C , il sistema solare scarica il calore sullo scambiatore connesso con il riscaldamento della piscina grande;

-
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata), l'accumulo di ACS è tutto a 50°C e la piscina è a temperatura superiore a 30°C , il sistema solare dissipa il calore su apposito smaltitore situato all'esterno.

Per sfruttare al meglio l'apporto solare termico è prevista la seguente componentistica:

- accumulo solare per ACS costituito da:
 - scambiatore di calore
 - accumulo di acqua calda sanitaria di adeguata capacità, in grado di garantire alla temperatura di 50°C una autonomia dell'Edificio Piscina con la massima richiesta di ACS.
- scambiatore con l'acqua delle vasche dell'Edificio Piscina.

Oltre allo sfruttamento dell'energia solare è previsto il recupero dell'energia termica dall'acqua di spurgo della piscina sull'acqua di reintegro mediante scambiatore di calore pompa di calore con evaporazione sull'acqua di spurgo.

Recupero delle acque meteoriche. Secondo il "Regolamento regionale n° 2/2006, art. 6" è previsto il recupero e l'utilizzo dell'acqua piovana che sarà impiegata per l'irrigazione dei giardini e per alimentare la riserva idrica per l'antincendio, oltre che per lo scarico d'acqua dei sanitari. Il sistema di recupero e riutilizzo delle acque meteoriche è costituito da un serbatoio di raccolta delle acque meteoriche (posizionato in apposito locale interrato proveniente dai pluviali tramite opportuni filtri per l'eliminazione del materiale in sospensione (foglie, detriti, sabbia, ecc.)). Detto il serbatoio sarà dotato di "troppo pieno" per il deflusso.

Impianto antincendio. L'impianto antincendio segue le prescrizioni del DM- 18-03-1996, art.17, relativo agli impianti tecnici.

Estintori. Tutti gli Edifici in progetto saranno dotati di un adeguato numero di estintori portatili. Gli estintori dovranno essere distribuiti in modo uniforme nell'area da proteggere e sarà comunque necessario che alcuni si trovino:

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

Gli estintori dovranno essere ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile. Appositi carrelli segnalatori dovranno facilitarne l'individuazione, anche a distanza.

Impianto idrico antincendio. I naspi, correttamente corredati, dovranno 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 visibile;
- segnalati con appositi cartelli che ne agevolino l'individuazione a distanza.

Al fine di non appesantire la trattazione, la descrizione dettagliata delle proposte e dei calcoli relativi all'impianto meccanico ed idrico-sanitario sono contenute nell'Appendice B.

Gli schemi dell'impianto meccanico sono riportati alle tavole dedicate (**Tavola 56, Tavola 57, Tavola 58, Tavola 59**).

4.6.2 L'impianto elettrico

L'impianto elettrico non presenta particolari specificità rispetto a soluzioni correnti. La descrizione dettagliata, al fine di consentire un'agevole lettura, è precisata alla specifica appendice "Appendice C".

Lo schema dell'impianto elettrico è riportato elaborato grafico specifico (**Tavola 60**).

Si rimarca solo la presenza di un campo fotovoltaico capace di garantire l'autosufficienza della struttura sportiva da un punto di vista energetico.

4.7 Il benessere acustico

In questo paragrafo vengono affrontati, seppure a livello preliminare, gli aspetti legati alla valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi e la progettazione acustica. I progetti relativi a nuove costruzioni devono essere corredati da un progetto acustico redatto nel rispetto dei requisiti stabiliti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997. Con tale decreto, in attuazione dell'art. 3 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447, sono stati determinati i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore. Le prestazioni di isolamento acustico dei singoli componenti edilizi vengono in genere descritte mediante l'indice di valutazione del potere fonoisolante, l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata e l'indice di valutazione dell'isolamento dai rumori di calpestio per i solai. Il Decreto relativo alla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", fa parte del corpus dei Decreti attuativi della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447, rivolto alla protezione della popolazione esposta alle varie forme che assume questo tipo di inquinamento, tutelandone le condizioni sia in termini di sicurezza della salute, sia in termini di mantenimento della qualità della vita.

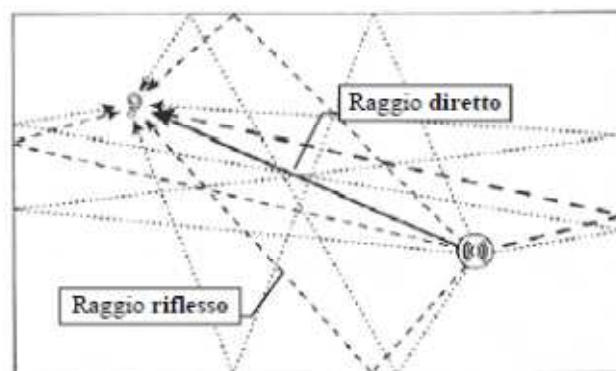
4.7.1 Concetti generali

Qui di seguito vengono richiamati alcuni concetti generali in materia di progettazione acustica, così da potere meglio inquadrare le soluzioni prospettate per il caso in esame.

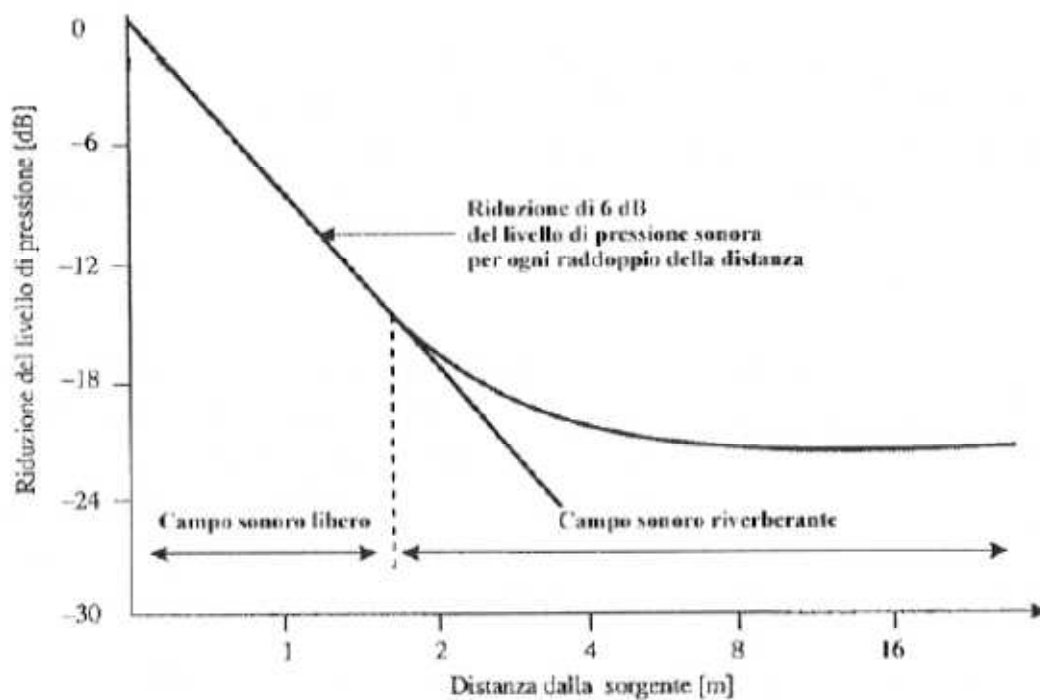
La propagazione sonora in ambienti chiusi. Sempre più spesso i nuovi canoni di vita ci portano a trascorrere gran parte del tempo all'interno di ambienti chiusi (casa, ufficio, cinema, teatro, luoghi per attività sportive, ecc.). Contemporaneamente è cresciuta l'esigenza di progettare ambienti acusticamente adeguati in relazione alla loro destinazione d'uso. Di certo sarà capitato a tutti di sperimentare la sensazione uditiva all'interno di una grande sala di teatro, la quale è assai diversa da quella percepita all'interno della propria stanza da letto. Ciò deriva dal fatto che la perturbazione dell'aria e, quindi, dell'onda sonora, interagisce con i confini dello spazio confinato in cui ci troviamo. Grazie a ciò è possibile, ad esempio, poter valutare ad occhi chiusi se il volume dell'ambiente è grande oppure piccolo. Gli aspetti fisici che regolano la propagazione del suono all'interno degli ambienti chiusi è tanto complessa che non è possibile descrivere il fenomeno con

mezzi matematici analitici. Tuttavia sono disponibili modelli di calcolo che, per mezzo di ipotesi semplificative, permettono di ottenere previsioni sufficientemente attendibili. L'impiego di tali modelli è destinato alla soluzione di problematiche complesse legate ai grandi spazi, quali auditori, teatri, palazzetti, ecc. per i quali è necessario valutare in modo puntuale i diversi accorgimenti progettuali allo scopo di garantire una diffusione sonora ottimale. Nella valutazione degli ambienti di uso comune (casa, ufficio, mense e altro) è possibile impiegare, invece, algoritmi di calcolo semplificati, comunque utili a garantire un adeguato risultato. Al tal fine, è necessario conoscere i meccanismi di propagazione del suono in uno spazio confinato, le cui dimensioni siano sufficientemente grandi. Approssimativamente, si definisce un ambiente di dimensioni grandi quell'ambiente la cui dimensione media è dieci volte più grande della lunghezza d'onda. Se si considera che le frequenze percepite da un orecchio normo udente sono comprese fra 20 Hz e 20 kHz, ossia entro una lunghezza d'onda compresa fra 17 metri e 1,7 cm circa, è chiaro che non è possibile a priori stabilire in quale condizione si è posti. Ad esempio, in una camera di abitazione in cui è collocato un impianto home-theatre, l'ambiente sarà da considerare piccolo nel caso di suoni emessi dall'altoparlante dei bassi (woofer), mentre sarà da considerare grande per quelli emessi dall'altoparlante degli acuti (tweeter). Ciò considerato, in un ambiente confinato, una sorgente sonora determina due campi sonori sovrapposti:

- un *campo sonoro diretto*, prodotto dal suono che si trasmette direttamente dalla sorgente al ricevitore;
- un *campo sonoro riverberante*, prodotto dalle riflessioni delle onde sonore sulle superfici che delimitano l'ambiente. L'onda sonora riflessa raggiungerà il ricevitore dopo l'onda diretta, il cui ritardo dipende dalla lunghezza del percorso che ha compiuto a causa delle riflessioni.



Il campo sonoro diretto dipende principalmente dalla distanza che intercorre fra sorgente e ricevitore, il cui decadimento è legato alla relazione prevista per la propagazione del suono all'aperto (campo libero), mentre il campo sonoro riverberante dipende dalla geometria e dalle caratteristiche di assorbimento del rumore delle superfici che delimitano l'ambiente. Nella figura a seguire è riportato un esempio della riduzione sonora risultante dalla sovrapposizione dei due campi (diretto e riverberante) in funzione della distanza.



Il decadimento sonoro in prossimità della sorgente è controllato esclusivamente dal suono diretto, mentre a distanze superiori prevale il suono riflesso.

Assorbimento acustico. Le proprietà assorbenti dei materiali sono quantificate attraverso il coefficiente di assorbimento acustico α , il quale è definito come rapporto tra la potenza sonora assorbita e la potenza sonora incidente. Il valore di α rappresenta quindi la frazione di energia sonora assorbita da un determinato materiale e può variare fra 0, nel caso in cui tutta l'energia incidente è riflessa, e 1, nel caso in cui tutta l'energia incidente è assorbita. Pertanto, se il valore di α è pari a 0,7 significa che il 70% dell'energia incidente sulla superficie del materiale è assorbita.

Tuttavia per un medesimo materiale il valore di α varia al variare delle frequenze e dell'angolo di incidenza dell'onda acustica, quindi i coefficienti di assorbimento acustico (sia teorici come α , sia determinati sperimentalmente come α_{sabin}) sono espressi in funzione della frequenza in banda d'ottava o 1/3 d'ottava. Nelle schede tecniche fornite dai produttori, compare spesso il coefficiente di riduzione del rumore NRC (Noise Reduction Coefficient), il quale è calcolato mediando i valori di α_{sabin} alle frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz. In alternativa è utilizzato il coefficiente di assorbimento acustico ponderato α_w ottenuto mediante confronto con una curva di riferimento secondo il metodo indicato dalla norma UNI EN ISO 11654. L'impiego di tali descrittori semplificati, seppur utili per un rapido confronto dei diversi materiali, non fornisce un adeguato supporto per la progettazione delle qualità acustiche di un ambiente confinato. La misura in laboratorio dei valori dei coefficienti di assorbimento acustico avviene, di norma, con due metodi:

- metodo delle onde stazionarie in tubo, per incidenza normale del suono, per campioni di piccole dimensioni;

- metodo per incidenza casuale, eseguito in camera riverberante per campioni di grandi dimensioni (almeno 10 m² di superficie) secondo la ISO 354.

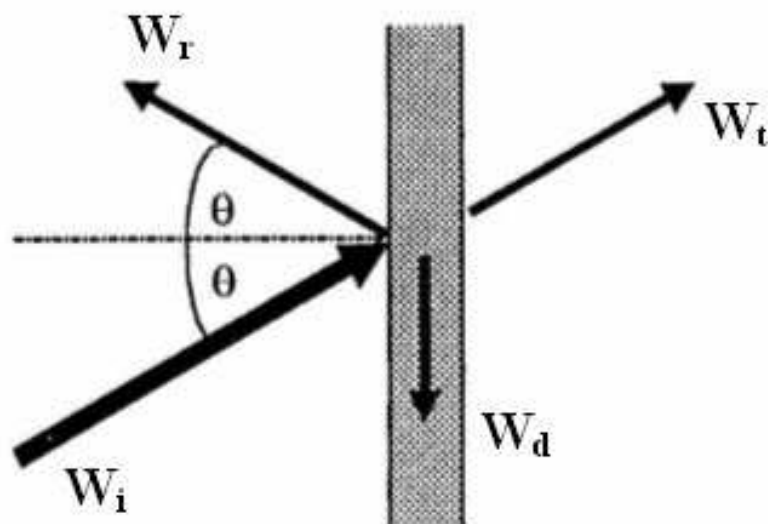


Figura 4-26 - Ripartizione della potenza sonora incidente su una partizione

Il metodo per incidenza casuale è quello che meglio approssima i casi reali, poiché le onde sonore incidono sulla superficie della partizione (pavimento, solaio, pareti) secondo diversi angoli. L'assorbimento acustico di un materiale avviene grazie alla conversione in calore di parte dell'energia incidente sul medesimo anche se, nella realtà, tale meccanismo è certamente più complesso. I principi attraverso cui un sistema assorbe energia sonora sono diversi e vengono generalmente suddivisi in tre classi:

- assorbimento per porosità;
- assorbimento per risonanza di cavità;
- assorbimento per risonanza di pannello.

Livello di pressione sonora in un ambiente chiuso. Il calcolo del livello di pressione sonora in un ambiente chiuso è basato sul principio che il campo sonoro prodotto da una determinata sorgente, in un punto di ricezione nell'ambiente, è costituito dalla somma della quota dell'onda diretta e di quella riflessa. L'onda diretta si comporta genericamente in maniera analoga alla propagazione sonora in campo libero, ossia decade per semplice divergenza geometrica, con una riduzione di 6 dB ad ogni raddoppio della distanza; mentre, nel campo riverberante, è necessario calcolare l'espressione della densità dell'energia nel campo riverberante. Infatti, la potenza emessa dalla sorgente ha una prima interazione con le superfici dell'ambiente che la rinviava parzialmente all'interno. La quota di energia rinviata è dipendente dal coefficiente di assorbimento medio (α_m) il quale può essere calcolato con la seguente formula:

$$a_m = \sum \frac{\alpha_i S_i}{S}$$

dove α_i è il coefficiente di assorbimento della i-esima superficie di estensione S_i .

Attraverso il coefficiente di assorbimento medio dell'ambiente si ricava la costante dell'ambiente (R), definita dalla seguente relazione:

$$R = \frac{S a_m}{1 - a_m} \quad (m)$$

dove S è la superficie totale dell'ambiente in m^2 .

Per mezzo dell'espressione di Hopkins e Stryker è possibile determinare il livello della pressione sonora in un punto dell'ambiente avendo noto il livello della potenza sonora della sorgente (L_w).

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4 \pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

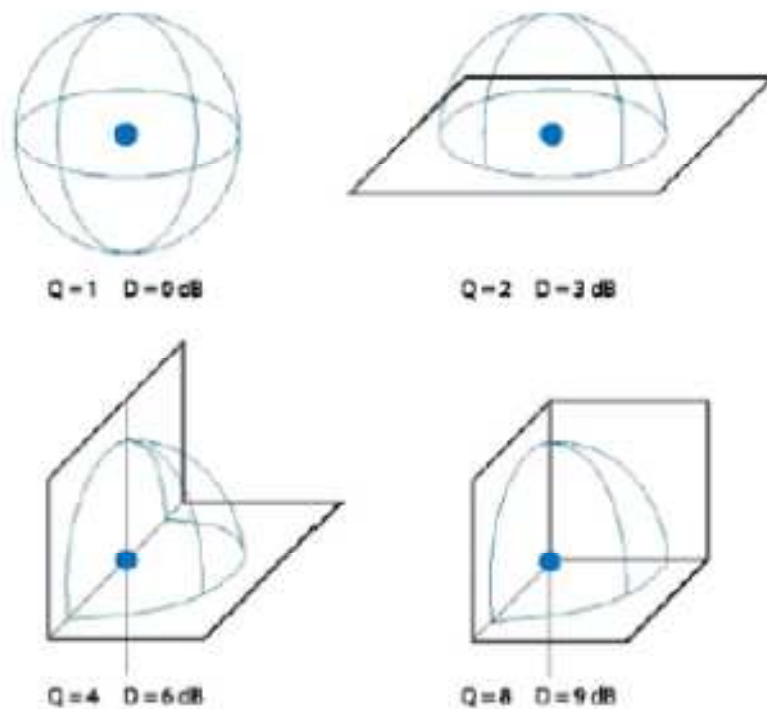
dove Q è il fattore di direttività della sorgente lungo la direzione considerata e r in metri è la distanza tra il centro acustico della sorgente e il punto di ricezione. Di seguito sono riportati alcuni valori tipici che può assumere il fattore di direttività in funzione della posizione della sorgente sonora.

Esiste tuttavia un punto in cui la densità dell'energia del campo diretto uguaglia quella del campo riverberante. Tale punto è posto ad una determinata distanza dalla sorgente, denominata distanza critica (r_{crit}), la quale è calcolata secondo la seguente:

$$R_{crit} = \left(\frac{R Q}{16 \pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Determinare il valore della distanza critica è utile per verificare se, in un determinato punto, prevale il contributo del campo diretto o quello del campo riverberante. Infatti, se il ricettore è posto ad una distanza inferiore alla distanza critica, un intervento di fono assorbimento non produrrà alcun effetto sulla riduzione del rumore prodotto dalla sorgente; diversamente, se il ricettore è posto ad una distanza superiore alla distanza critica, è possibile stabilire a priori la riduzione del livello di pressione sonora attraverso la seguente relazione:

$$\Delta L = 10 \log (R_{dopo} + R_{prima}) \quad (dB)$$



<i>Tipo di emissione</i>	<i>Q</i>	<i>Indice di direttività</i>
Sferica	1	0 dB
Emisferica	2	3 dB
Tra due superfici ortogonali	4	6 dB
Tra tre superfici ortogonali	8	9 dB

Legislazione e normativa tecnica di riferimento. La legislazione nazionale di riferimento vigente, per la valutazione del rumore negli edifici, è la seguente:

- **LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447**, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 254, 30/10/1995);

- **DPCM 5 dicembre 1997**, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 297, 22/12/1997).

Le normative tecniche di riferimento per la misura dei requisiti acustici passivi degli edifici sono le seguenti:

- **UNI EN 12354-1** Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- **UNI EN 12354-2** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- **UNI EN 12354-3** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
- **UNI/TR 11175** Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale;
- **UNI EN ISO 717-1** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea;
- **UNI EN ISO 717-2** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore da calpestio.

Tempo di riverbero. Un parametro citato nelle normative precedenti e di particolare importanza per gli ambienti adibiti ad attività sportive è il tempo di riverbero; tale parametro indica il comfort acustico di un ambiente ed è uno dei principali parametri per la definizione dell'intelligibilità del parlato, i cui valori ottimali per le frequenze tra 500 Hz e 1000 Hz sono dati dalla seguente espressione:

$$T_{ott} = 1,27 \log V + 2,49 \quad (s)$$

dove V è il volume degli ambienti espresso in metri cubi.

La formula si riferisce ad ambienti non occupati e adibiti ad attività sportive.

Invece, per i rumori provenienti dall'esterno dell'edificio, la qualità acustica dipende fortemente dal clima acustico del contesto in cui l'immobile è collocato.

La presenza di persone all'interno dell'ambiente influenza il valore del tempo di riverberazione, poiché determina un aumento dell'assorbimento acustico. È questo il caso dei cinema, auditori e teatri, ossia luoghi in cui l'affluenza di persone è numerosa. In questi casi, la situazione ottimale dovrà essere verificata con una capienza del locale pari a 3/4 di quella totale. Mentre, se l'ambiente è esistente, si potrà eseguire la verifica sperimentale con la sala vuota o, quantomeno, con la presenza di poche persone. Il calcolo dell'assorbimento acustico, in questo caso, può essere compiuto attribuendo ad ogni persona un'area di assorbimento equivalente (A), pari a:

Valori di assorbimento per persona					
Frequenza (Hz)					
125	250	500	1.000	2.000	4.000
Area di assorbimento equivalente (m ²)					
2,5	2,5	2,9	5,0	5,2	5,0

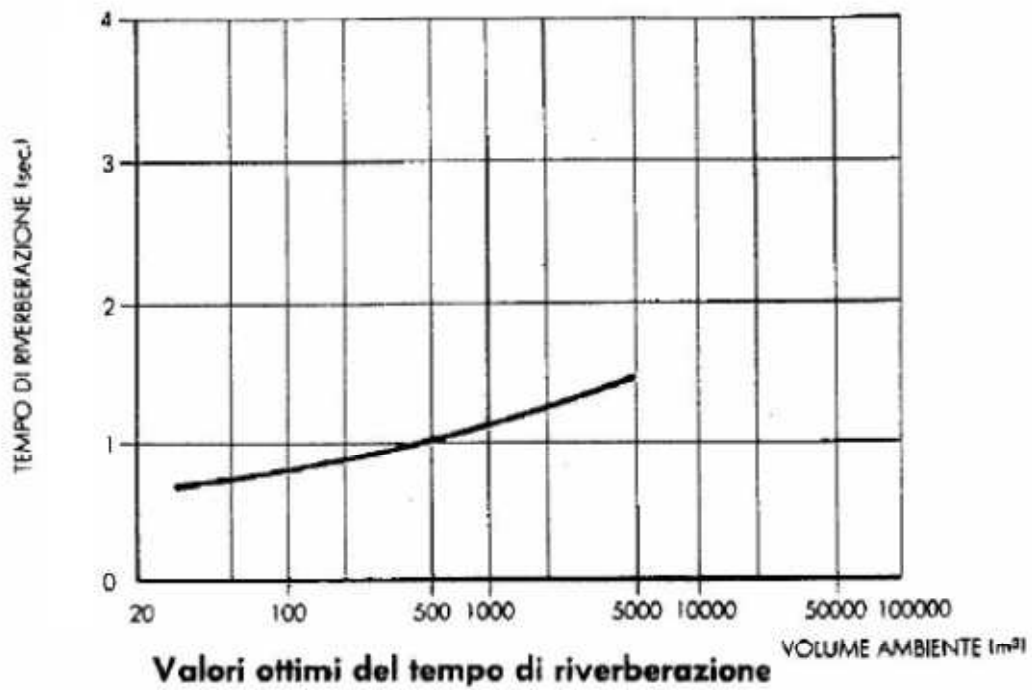


Figura 4-27 - Valori ottimi del tempo di riverberazione a 500 Hz

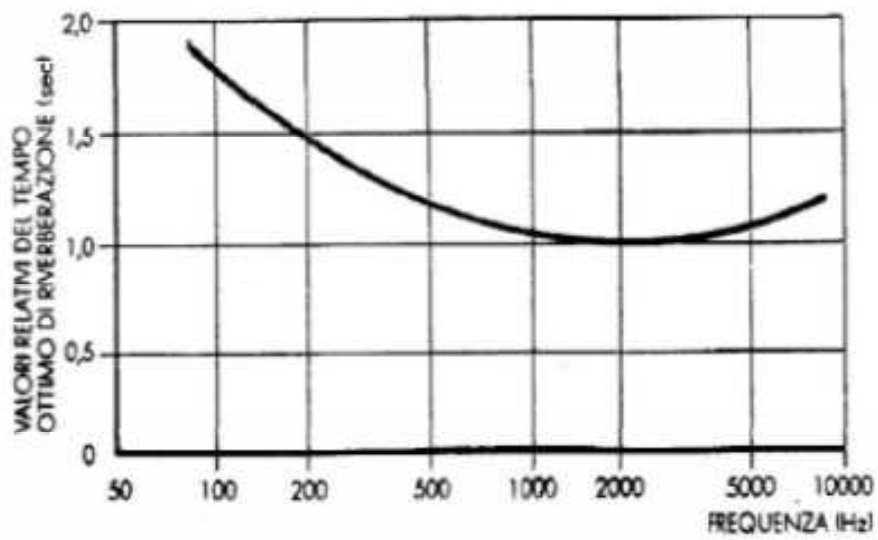


Figura 4-28 - Valori ottimi del tempo di riverbero

Nel caso, invece, l'intera superficie sia totalmente occupata dal pubblico il coefficiente di assorbimento acustico è il seguente:

Superficie totalmente occupata dal pubblico					
Frequenza (Hz)					
125	250	500	1.000	2.000	4.000
Coefficiente di assorbimento acustico (α)					
0,39	0,57	0,80	0,94	0,92	0,87

In generale si considera che per palestre e piscine con $2000 \text{ m}^3 \leq V \leq 8500 \text{ m}^3$ la formula è:

$$T_{soll} = [1,27 \cdot \log(V) - 2,49] \quad (s)$$

Per palazzetti dello sport o piscine coperte con utilizzo normale e/o attività d'insegnamento singola (una classe o un gruppo sportivo, con contenuto di comunicazione omogeneo).

$$E T_{soll} = [0,95 \cdot \log(V) - 1,74] \quad (s)$$

Per palazzetti dello sport o piscine coperte per attività d'insegnamento multiple in contemporanea (più classi o gruppi sportivi, con contenuti di comunicazione differenziati).

AMBIENTE	REQUISITI	T_{50} (s) 500-1000 Hz
Abitazioni	Buona privacy	0,3 - 0,6
Ristoranti	Buona privacy	0,3 - 0,4
Uffici open space	Buona privacy	0,3 - 0,6
Banche	Buona privacy	0,3 - 0,6
Studi radiofonici e doppiaggio	Intellegibilità della parola	0,4 - 0,6
Aule scolastiche	Intellegibilità della parola (soprattutto per i bambini)	0,5 - 0,8
Sala di lettura e conferenze	Intellegibilità della parola	0,6 - 1,2
Piccoli teatri filodrammatici	Intellegibilità della parola	1 - 1,5
Chiese	Intellegibilità della parola	1,2 - 1,8
Mense aziendali	Minimizzazione del suono riflesso	0,7 - 1,3
Locali pubblici	Minimizzazione del suono riflesso	0,7 - 1,3
Palestre	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Campi da tennis coperti	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Piscine	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Palazzetti dello sport	Controllo del suono riflesso	2 - 3
Cinematografi	Buona percezione della musica e della parola	0,8 - 1,2
Auditorium polifunzionali	Buona percezione della musica e della parola	1,2 - 1,8
Chiese con gruppi corali	Buona percezione della musica e della parola	1,2 - 2
Discoteche	Buona percezione della musica	0,7 - 1,3
Musica dal vivo amplificata	Buona percezione della musica	0,7 - 1,3
Teatri per musical e operetta	Buona percezione della musica	1 - 1,5
Teatri per orchestre e musica da camera	Buona percezione della musica	1,2 - 1,8
Teatri d'opera	Buona percezione della musica	1,3 - 2
Teatri sinfonici	Buona percezione della musica	1,6 - 2,2
Cattedrali con organo e cori liturgici	Buona percezione della musica	2 - 4

4.7.2 Esigenza acustica per ambienti sportivi: piscine

Criteri per la progettazione acustica.

Al fine di poter improntare correttamente la progettazione acustica di una sala è necessario tener conto di alcuni importanti aspetti, quali:

- la forma;
- il trattamento acustico.

La scelta della forma ha un'importanza fondamentale perché è necessario ridurre al minimo gli echi o la diffusione irregolare del suono. Sono, pertanto, da preferire le forme compatte in alternativa a quelle irregolari, specie se presentano uno sviluppo longitudinale molto allungato, poiché si creerebbero zone d'ombra acustica. Per una coretta diffusione del suono sono da evitare:

- sproporzioni fra le dimensioni della sala (la differenza tra il percorso del suono riflesso meno quello diretto deve essere maggiore di 15 metri affinché l'orecchio sia in grado di distinguere eventi sonori distanti almeno 50 ms)
- piante circolari
- soffitti concavi
- pareti parallele riflettenti
- angoli

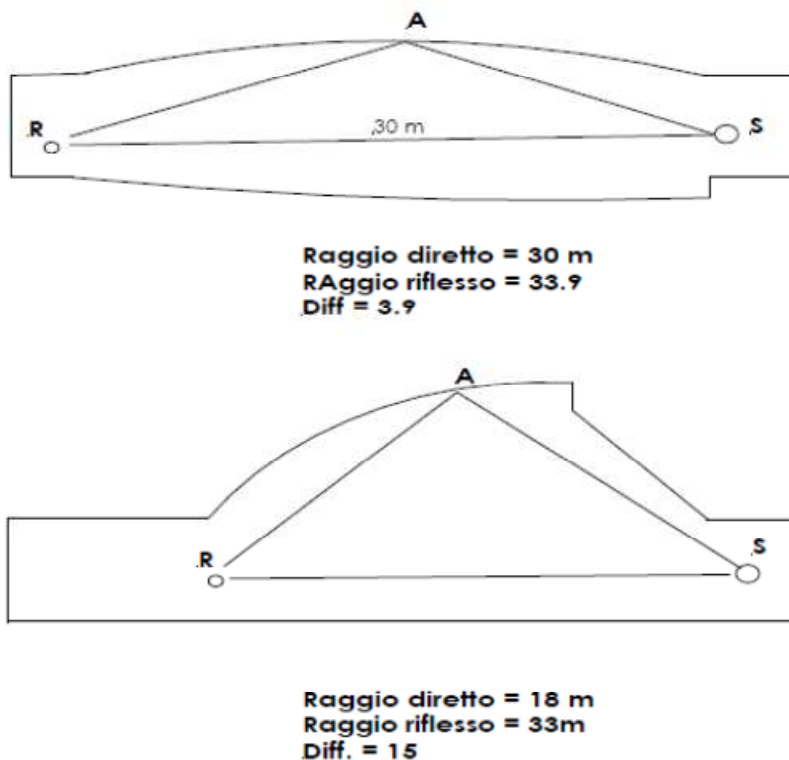


Figura 4-29 - Immagine relativa alla differenza tra percorso diretto e riflesso

Il trattamento acustico consiste nel calcolare l'assorbimento acustico globale che deve avere un ambiente per assicurare una buona diffusione del suono riverberato, scegliendo il tipo di materiale fonoassorbente da impiegare e determinando la quantità di unità fonoassorbenti da mettere in opera al fine di conferire all'assorbimento globale il valore ottimale. Per quanto riguarda il trattamento acustico dell'ambiente, il calcolo dell'assorbimento globale deve tener conto di due esigenze:

- ricondurre il valore del tempo di riverbero al valore ottimale in relazione alla destinazione d'uso dell'ambiente;
- assicurare in tutti i punti della sala un livello di pressione sonora udibile dai fruitori.

Queste due esigenze offrono, tuttavia, un elemento di contrasto determinato dal fatto che all'aumentare dell'assorbimento globale si riduce sia il valore del tempo di riverbero sia il livello di pressione sonora al ricevitore. Pertanto, se si desidera mantenere un valore accettabile del livello sonoro di ascolto, all'aumentare del volume dell'ambiente è necessario "accettare" un aumento del valore del tempo di riverbero. Ciò considerato, al fine di ottimizzare la propagazione del suono, la progettazione di un ambiente acusticamente corretto può essere affrontata attraverso un metodo sperimentale o uno analitico.

La progettazione acustica delle piscine. Nelle piscine l'uso di materiali molto riflettenti combinato all'acqua, uno degli elementi più riverberanti, può generare livelli sonori estremamente elevati. Tenere conto dei giusti tempi di riverbero è fondamentale per garantire una buona intelligibilità della parola e l'ascolto di eventuali annunci legati alla sicurezza, in modo che tutti possano divertirsi in un ambiente calmo e sicuro.

Soluzioni tecniche generali. È possibile ottenere migliori prestazioni aumentando le superfici acustiche a massimo assorbimento. I controsoffitti acustici sono preferibili ma, per ragioni architettoniche, non sempre praticabili. In tal caso, l'uso di isole, baffles e pannelli murali acustici può compensare l'assenza di un controsoffitto acustico. I materiali assorbenti sono largamente utilizzati nel trattamento acustico degli ambienti per ridurre l'energia sonora riverberata. Il loro corretto impiego permette il controllo del tempo di riverberazione, oltreché la riduzione del livello di pressione sonora presente all'interno dell'ambiente. Infatti, assorbire l'energia sonora emessa è uno dei metodi più efficaci per ridurre la propagazione del suono all'interno di spazi chiusi, quali condotte, cabine insonorizzate, ambienti di lavoro industriale, ecc.. I materiali assorbenti trovano applicazione anche in altri campi, ad esempio nelle barriere antirumore, poste lungo strade e ferrovie, allo scopo di contenere la riflessione del suono sulla loro superficie. La scelta dei criteri e dei materiali da adottare per risolvere un problema di fonoassorbimento è legata a diversi fattori, non solo di tipo acustico, quali:

- durata (i materiali devono conservare a lungo le loro caratteristiche, poiché il deterioramento dovuto all'umidità, ai fumi e alle polveri può influenzare sia l'aspetto che le caratteristiche fisiche);
- combustibilità (in quasi tutte le applicazioni è richiesta l'inflammabilità o, perlomeno, la capacità di autoestinzione);
- lavabilità (necessaria per alcuni tipi di materiali impiegati, ad esempio, nel rivestimento

delle pareti laterali);

- pittura (utile per poter rinnovare l'aspetto estetico qualora logorato dal tempo. Tale caratteristica deve essere eventualmente specificata dal costruttore);
- resistenza meccanica (le superfici che possono venire a contatto devono garantire un'adeguata robustezza superficiale. È il caso tipico delle pareti laterali delle sale mensa o degli ambienti di lavoro);
- estetica (favorire la scelta di materiali adatti all'ambiente nel quale sono installati allo scopo di conferire un aspetto gradevole);
- coefficiente di assorbimento acustico (da ricercare in dati di bibliografia, meglio se forniti direttamente dal produttore attraverso la scheda tecnica del materiale, nel qual caso è bene siano riportati i valori di assorbimento nelle bande d'ottava comprese tra 125 e 4.000 Hz).

4.7.3 Soluzioni adottate per il miglioramento del comfort acustico interno

Per la struttura natatoria oggetto della presente trattazione, si è ritenuto di tenere in considerazione l'opportunità di procedere con l'inserimento di pannelli assorbenti secondo le seguenti localizzazioni:

- sulle pareti opache;
- a soffitto;
- applicati ai serramenti secondo la soluzione più avanti dettagliata.

Da queste soluzioni ci si attende un indubbio miglioramento del comfort acustico.

Poiché le piscine sono ambienti in cui temperatura e umidità hanno valori molto variabili ed elevati al tempo stesso, tali gradienti termici sono i principali nemici del mantenimento dei materiali stessi. La scelta dei prodotti da utilizzare è stata effettuata in relazione sia alla prestazione tecnica, sia in relazione all'estetica degli ambienti ed alla durabilità del materiale stesso.

Qui di seguito si riportano esempi di installazioni simili a quelle adottate che, richiamate graficamente nella vista interna contenuta nella tavola dedicata (**Tavola 72**) soddisfano gli obiettivi fin qui elencati.

Applicazione a parete. Sulle pareti verranno applicati pannelli fonoassorbenti con un aspetto estetico compatibile con la struttura.

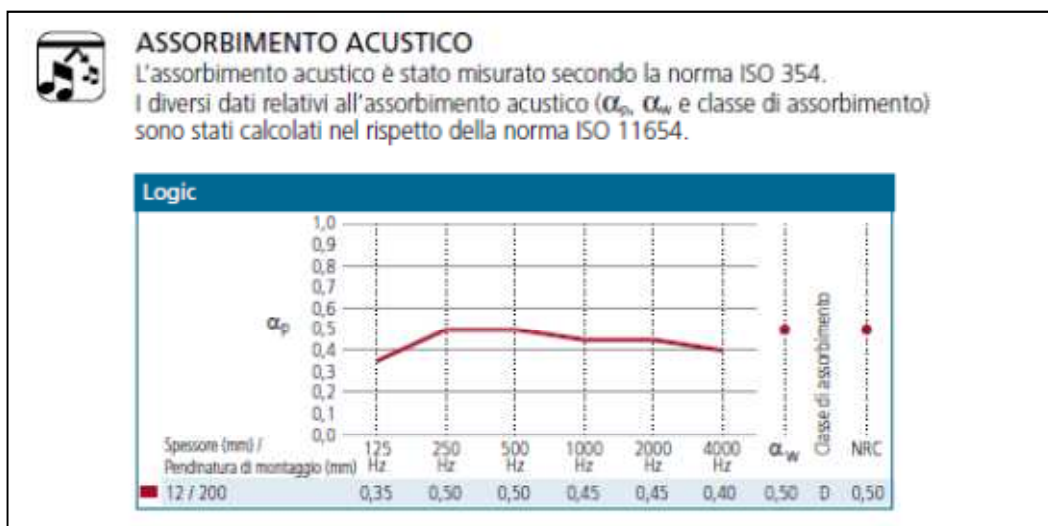


Figura 4-30 - Esempio di pannelli posizionati sulle pareti

Applicazione a soffitto

Per quanto riguarda gli ambienti posti al piano interrato (servizi, spogliatoi, infermeria) l'inserimento di un controsoffitto in pannelli assorbenti migliorerà il comfort acustico interno.

Un pannello analogo a quello dell'illustrazione a lato in lana di roccia e verniciato bianco è caratterizzato da un buon assorbimento acustico mantenendo le idonee caratteristiche fisiche anche per ambienti come la piscina dove l'umidità potrebbe deteriorare le prestazioni. Il prodotto ipotizzato segue le direttive europee per la reazione al fuoco in euroclasse A1 e, essendo un prodotto naturale, è del tutto sostenibile e riciclabile.



Nell'eventualità in cui un'ipotetica progettazione esecutiva successiva dovesse evidenziare la necessità di rafforzare l'assorbimento a soffitto, si potrà intervenire inserendo pannelli in sughero del tutto naturali tra le travature. Detti pannelli dovranno essere caratterizzati da una resa cromatica compatibile con il carattere della struttura.



Figura 4-31 - Esempio di pannelli posizionati tra le travi

Nel locale accoglienza sono previsti pannelli acustici sospesi. Nelle immagini seguenti sono riportate installazioni che presentano caratteristiche simili a quelle ipotizzate per il complesso natatorio di progetto.



Figura 4-32 - Soluzione adottata per l'ambiente accoglienza

Applicazione ai serramenti. Nell'area piscine, sui lati rivolti ad est, sud ed ovest, e sul lato nord della zona tribune si ritiene di dovere procedere con schermi posizionati a ridosso delle facciate, così come illustrato nelle immagini che seguono. Detta soluzione, oltre a contribuire al migliorando il comfort acustico, considera gli schermi in grado di fungere da schermi per l'irraggiamento solare facendo filtrare la giusta quantità di luce alternando l'effetto colore ed esterno con la sospensione alternata a vuoti dall'alto al basso della facciata stessa. Questa soluzione vedrà un suo naturale completamento nell'ipotesi di un'applicazione a soffitto, così come illustrato alle pagine precedenti.



Figura 4-33 - Soluzione adottata per la sala natatoria

4.7.4 Classificazione degli ambienti sportivi e limiti di legge

Secondo quanto previsto dal DPCM 5 dicembre 1997 vengono riportati in tabella i valori limite dell'indice di valutazione dei citati parametri, per le differenti categorie di edificio. Viene evidenziata la categoria e i relativi limiti di legge per gli ambienti adibiti ad attività scolastiche.

Categorie		Requisiti acustici passivi degli edifici				
		R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax} Impianti a funzionamento discontinuo	L_{Aeq} Impianti a funzionamento continuo
1. D	attività adibite ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
2. A, C	attività adibite a residenza, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
3. E	attività adibite ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
4. B, F, G	attività adibite ad uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali e assimilabili	50	42	55	35	35

4.7.5 Valutazione dei requisiti acustici passivi: potere fonoisolante apparente di partizioni divisorie

La progettazione acustica delle partizioni di separazione del piano interrato tra ambienti distinti e quella del pacchetto del solaio permette di migliorare il comfort acustico generale dei singoli ambienti ma anche la possibilità che non vi sia disturbo tra parti distinte. Il solaio sarà caratterizzato dal pavimento galleggiante con la presenza nella stratigrafia esecutiva di un materassino anti-calpestio al di sotto del massetto di finitura del pavimento. Per quanto riguarda le partizioni verticali dovrà porsi cura nella scelta dei materiali privilegiando pacchetti di isolamento interno evitando cartongessi esterni che potrebbero deteriorarsi con l'umidità caratteristica degli ambienti.

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Come indicato nelle premesse, con questo lavoro ci si proponeva di esemplificare come uno studio attento all'innovazione ed alla sostenibilità fosse in grado di minimizzare l'impatto ambientale di un intervento edilizio e di incidere significativamente sul cosiddetto costo globale dell'intervento.

La "qualità ambientale" di un processo costruttivo richiede una chiara visione prospettica. Costruire senza preoccuparsi di economizzare le risorse non rinnovabili o non conoscere la destinazione dei materiali dopo la loro vita non è più immaginabile. Al di là dei meri aspetti tecnici, c'è anche una rivoluzione culturale che deve essere intrapresa.

Tutti gli approfondimenti si sono concentrati sull'edificio piscina.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi, come prima scelta si è deciso di dare all'impostazione architettonica il compito di valorizzare tutta una serie di principi fondamentali della bioarchitettura quali l'ombreggiamento, la ventilazione naturale, l'isolamento termico, il raffrescamento, la deumidificazione, la protezione dalle precipitazioni, la riduzione delle dispersioni termiche, l'illuminamento naturale.

Con la scelta del lamellare per la struttura si è fatta la seconda scelta strategica. Infatti la capacità del legno di alterare, prolungandolo, il ciclo dell'anidride carbonica rappresenta oggi una notevole attrattiva in quanto il suo impiego consente una riduzione del bilancio dei gas ad effetto serra che si somma al naturale accumulo di anidride carbonica nel materiale. Va inoltre considerato il basso fabbisogno energetico dei manufatti in legno che, oltre a rappresentare un vantaggio economico sempre più sensibile, si traduce anch'esso in una riduzione della produzione di anidride carbonica. Se aggiungiamo a queste considerazioni il basso consumo di acqua nelle fasi di lavorazione, in confronto a quello richiesto per la produzione di altri materiali da costruzione, concludiamo che il legno è il materiale da costruzione che meglio risponde alle sempre più impellenti richieste di "sostenibilità" nei progetti e nelle realizzazioni, dal punto di vista tecnico-economico e ambientale.

La terza scelta importante ha riguardato la qualità dell'involucro. Tutti i materiali impiegati (zinco-titanio, vetro, acciaio) sono riciclabili, con una vita utile considerevole e caratterizzati dalla

prerogativa di non necessitare di interventi di manutenzione che vadano oltre l'ordinaria attività di conservazione.

Il quarto ed ultimo punto ha riguardato gli impianti. Tutta l'energia elettrica proviene dal sole grazie alla presenza di un campo fotovoltaico in grado non solo di sopperire a tutte le necessità della struttura sportiva, ma anche di cedere all'esterno il surplus di produzione.

Per il riscaldamento/raffrescamento si è lavorato su tre impianti tra loro complementari:

- solare termico;
- sonde geotermiche e pompe di calore;
- recupero del calore dalle acque di spurgo.

Le soluzioni impiantistiche hanno inoltre tenuto conto della corretta ed efficace distribuzione del calore (pannelli radianti, canali di distribuzione aria calda), oltre che del razionale reimpiego delle acque piovane (utilizzate per i w.c. e l'irrigazione).

Il comfort interno ha anche tenuto conto del benessere acustico mediante il governo del suono prodotto all'interno della struttura.

In termini strettamente economici, i vantaggi di questo approccio progettuale risultano evidenti: a fronte di un costo di costruzione iniziale sicuramente più alto, nel lungo periodo si va a contenere notevolmente i costi di gestione, energetici e di manutenzione, incidendo considerevolmente sul costo globale dell'intervento, immaginandolo spalmato sui 50 anni di vita utile della struttura edilizia.

La verifica delle prestazioni energetiche dell'edificio piscina è stata affidata alla certificazione energetica di cui qui di seguito vengono riportate le schermate finali attestanti la classe energetica del fabbricato.

I render (**Tavola 61, Tavola 62, Tavola 63, Tavola 64, Tavola 65, Tavola 66, Tavola 67, Tavola 68, Tavola 69, Tavola 70, Tavola 71, Tavola 72**) si prefiggono il compito di illustrare graficamente l'esito formale delle soluzioni tecnico-architettoniche che sono scaturite da tutti i ragionamenti e le analisi descritte alle pagine precedenti.

L'auspicio è che questo lavoro possa costituire la base per un'approfondita analisi estimativa che, magari mettendo a confronto la proposta sviluppata nella Tesi con quella che avrebbe potuto essere una risposta tradizionale al problema di avere spazi da destinare all'attività sportiva, sia in grado di accertare e quantificare puntualmente la "sostenibilità" economico-finanziaria di un intervento progettato secondo i canoni della bioarchitettura.

Cened+ 1.2.0 - p1scna2.xml
 File Visualizza ?

Dati generali e climatici | Energia Netta | Energia Primaria | **Indicatori**

Accesso all'area riservata
LOGIN
 Utente _____
 Password _____
 Entra

Subalfermi | **Suggerimenti**

In ogni schermata o finestra all'interno del software, allo scopo di rendere effettivo ogni inserimento o modifica dei dati di input, è sempre necessario premere il pulsante **Salva**.
Attenzione: se viene premuto il pulsante **Chiusura**, di non

Energia termica
 Il campo **Classe energetica ET_C** presenta in forma grafica la classificazione energetica dell'edificio in funzione del fabbisogno termico per la climatizzazione estiva.

Indicatori

Energia termica | **Energia primaria**

Indicatori di prestazione energetica

Riscaldamento o climatizzazione invernale **ET_H** [kWh/m²] 154.39
 Raffrescamento o climatizzazione estiva **ET_C** [kWh/m²] 2.81
 Acqua calda sanitaria **ET_{th}** [kWh/m²] 1.33

Classe energetica

Classe	Limite superiore (kWh/m ²)
A+	< 0
A	< 2
B	< 4
C	< 8
D	< 12
E	< 16
F	< 20
G	>= 24

2.81 kWh/m²

CENED | Certificazione ENergica degli EDifici

IT | 10:25 | 24/07/2013

Cened+ 1.2.0 - piscina2.xml
 File Visualizza ?

Dati generali e climatici | Energia Netta | Energia Primaria | **Indicatori**

Energia termica | Energia primaria

Indicatori

Accesso all'area riservata

LOGIN

Utente

Password

Entra

Subaltermi | **Suggerimenti**

In ogni schermata o finestra all'interno del software, allo scopo di rendere effettivo ogni inserimento o modifica dei dati di input, è sempre necessario premere il pulsante **Salva**.

Attenzione: se viene premuto il pulsante **Chiudi schermo di prova**

Energia primaria

Il campo **Classe energetica EP_H** presenta in forma grafica la classificazione energetica dell'edificio in funzione del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento o climatizzazione invernale.

Indicatori

Riscaldamento o climatizzazione invernale EP _H	4.07	[kWh/m ²]
Acqua calda sanitaria EP _W	0.01	[kWh/m ²]
Totale per usi termici	4.08	[kWh/m ²]
Illuminazione EP _L	0.00	[kWh/m ²]
Solare termico (Riscaldamento)	0.00	[kWh/m ²]
Solare termico (ACS)	25.34	[kWh/m ²]
Solare fotovoltaico	4.76	[kWh/m ²]

Indicatori

Riscaldamento $\xi_{g,h}$	37.96
Acqua calda sanitaria $\xi_{g,w}$	112.41
Riscaldamento + ACS $\xi_{g,h+w}$	38.17

Indicatori

Emissioni di CO ₂	0.81	[kg/m ²]
------------------------------	------	----------------------

Classe energetica

Basso consumo

A+ A B C D E F G

Alto consumo

Rapporto SV 0.21 GG 2410.00 Eph_{lm} 10.88

4.07 kWh/m² a

CEESTEC

10:26 24/07/2013

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] AAVV (a cura di Bianca Bottero), “Progettare e costruire nella complessità. Lezioni di Bioarchitettura”, Napoli, 1994
- [2] AAVV (a cura di Francesco Bini Verona), “Bioarchitettura e certificazione energetica”, Trento, 2008
- [3] AAVV (a cura di Francesco Faragò), “Manuale Pratico di Edilizia Sostenibile”, Napoli, 2008
- [4] AAVV (a cura di Luca Castelli), “Architettura Sostenibile”, Milano, 2008
- [5] AAVV (a cura di Luca Uzielli), “Il manuale del legno strutturale”, Roma, 2001
- [6] AAVV (a cura di Luisella Battaglia), “Filosofia ed Ecologia”, Milano, 1994
- [7] AAVV, “Barriere architettoniche”, Milano, 1990
- [8] AAVV, “Bioarchitettura, un’ipotesi di bioedilizia”, Rimini, 1993
- [9] AAVV, “Bioarchitettura-Impegno per una progettazione ecologica”, Rimini, 1992
- [10] AAVV, “Costruire sostenibile”, Firenze, 2000
- [11] AAVV, “Schermature solari”, Firenze, 2000
- [12] AAVV, “Tecnologie solari e architettura”, Monfalcone, 2002
- [13] Abram, P., “Giardini pensili, coperture a verde e gestione delle acque meteoriche”, Napoli, 2004
- [14] Agostoni, F., Marinoni, C.M., “Manuale di progettazione di spazi verdi”, Bologna, 1991
- [15] Alfano, G., “Il benessere termico igrometrico nella progettazione e realizzazione di spazi confinati”, Napoli, 1994
- [16] Amedeo, G., “Studio del Piano Generale del Traffico Urbano – Relazione”, Rovello Porro, Dicembre 2009
- [17] Autostrada Pedemontana Lombarda, digital media, <http://www.pedemontana.com/> Data

visita : aprile 2012

- [18] Baglioni A., Piardi, S., “Costruzioni e salute. Norme, criteri e tecniche contro l’inquinamento interno”, Milano, 1990
- [19] Belluzzi, O., “Scienza delle costruzioni”, Bologna, 1941
- [20] Benedetti, C., “Le costruzioni in legno”, Roma, 1984
- [21] Berta, L., Bovati, M., “Progetti di architettura bioecologica”, Rimini, 2004
- [22] Bertagnin, M., “Bioedilizia, progettare e costruire in modo ecologicamente consapevole”, Padova, 1996
- [23] Berti, S., Piazza, M., Zanuttini, R., “Strutture di legno per un’edilizia sostenibile”, Milano, 2002
- [24] Berti, S., Zanuttini, R., Piazza, M., “Strutture di legno per un’edilizia sostenibile. Guida pratica per l’edilizia e gli interni: progettazione e costruzione, materiale e tecniche di lavorazione”, Napoli, 2002
- [25] Berti, S., Zanuttini, R., Piazza, M., “Strutture di legno per un’edilizia sostenibile. Materie prime e prodotti, progettazione e realizzazione”, Milano, 2002
- [26] Bevitori, P. (a cura di), “Guida alla casa ecologica”, Rimini, 2003
- [27] Bruno, S., “Progettazione bioclimatica e bioedilizia”, Milano, 2001
- [28] Burgalassi, D., “Il paradosso di Jevons e la questione energetica”, Pisa, 2007
- [29] Caironi, M., Bonera L., “Il legno lamellare:il calcolo 1”, Edolo, 1989
- [30] Caironi, M., Bonera L., “Il legno lamellare:il calcolo 2”, Edolo, 2002
- [31] Cannaviello, M., Violano, A., “La certificazione energetica degli edifici”, Milano, 2005
- [32] Cassola, P., “Turismo sostenibile e aree naturali protette”, Pisa, 2007
- [33] Ceccherini Nelli, L., “Economia della sostenibilità”, Firenze, 2004
- [34] Ceccherini Nelli, L., “Tecnologie bioclimatiche in europa”, Firenze, 1994
- [35] Cenci G., “Strutture in legno. Calcolo e costruzione con riferimento alla DIN 1052”, Varese, 1987
- [36] Cenci, G., “Strutture in legno”, Milano, 1980
- [37] Censis Servizi S.P.A., CONI, “Primo rapporto Sport & Società – Sintesi”, Roma, 2008
- [38] Cicchiello, P., “Il progetto architettonico antisismico. Dalla valutazione del sito all’ottimizzazione del progetto”, Rimini, 2011
- [39] Cicchiello, P., “Progettazione strutturale antisismica degli edifici. Principi generali e criteri specifici”, Rimini, 2010
- [40] Cirillo, A., “Cemento armato. Calcoli strutturali agli stati limite. Progettazione e prassi del costruire”, Napoli, 2010
- [41] Cocchi, A. (a cura di), “Inquinamento da rumore”, Rimini, 1989

-
- [42] Codazza, D., Costa, E., Facchini, U., "Bioarchitettura", Rimini, 1992
- [43] Comune di Rovello Porro, digital media, <http://www.comune.rovelloporro.co.it>, Data visita: aprile 2012
- [44] Corrado, M., "Architettura bioecologica", Milano, 2004
- [45] Corrado, M., Martelli, M., (a cura di) "Il progetto naturale, la casa ecologica", Monfalcone, 2001
- [46] Cosulich, P., Ornati, A., "Progettare senza barriere", Milano, 1996
- [47] Cremonini, L., "La luce: luce naturale e luce artificiale", Firenze, 1992
- [48] Dall'O, G., (a cura di), "Gli impianti nell'architettura", Torino, 2002
- [49] Deubner, H.J., Eble, J., "Bioarchitettura. Un'ipotesi di bioedilizia", Rimini, 1993
- [50] Di Giovanni, D., "Impianti elettrici a rischio", Perugia, 1996
- [51] De Angelis, A., "Progettazione e calcolo delle strutture in legno lamellare", Roma, 1993
- [52] ENEA, "Metodologie di risparmio energetico", Milano, 1984
- [53] ENEA, "Sviluppo sostenibile. Interventi di risparmio energetico nella casa", Roma, 2000
- [54] Faconti, D., Piardi, S., "La qualità ambientale degli edifici", Rimini, 1998
- [55] Fassi, A., Maina, L., "L'isolamento ecoefficiente. Guida all'uso dei materiali naturali", Milano, 2006
- [56] Francese, D., "Architettura bioclimatica: risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni", Torino, 1996
- [57] Fera, G., "Urbanistica. Teorie e Storie", Roma, 2002
- [58] Ferrante, P., "Comune di Rovello Porro – Piano di Governo del Territorio – Piano dei servizi – Relazione", Rovello Porro, 2011
- [59] Ferrante, P., "Comune di Rovello Porro – Piano di Governo del Territorio – Documento di Piano", Rovello Porro, 2011
- [60] Funes Nova, A., "Il legno così com'è", Milano, 2002
- [61] Gallo, C., "Architettura bioclimatica", Roma, 1995
- [62] Garofalo, I. (a cura di), "Sostenibilità nella costruzioni", Monfalcone, 2002
- [63] Garofalo, I. (a cura di), "Per una progettazione consapevole", Monfalcone, 2004
- [64] Georgescu Roegen, N., "Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile", Torino, 2003
- [65] Giordano, G., "Tecnologia del legno", Milano, 1988
- [66] Goldsmith, E., "The Way: An Ecological World View", London, 1994; trad.it. "Il Tao dell'Ecologia", Padova, 1997

-
- [67] Grassi, W., Statizzi, G., “Moderne soluzioni impiantistiche per il risparmio energetico”, Rimini, 2001
- [68] Grosso, M., “ Il raffrescamento passivo negli edifici”, Rimini, 2008
- [69] Imperatori, M., “La Meccanica dell’architettura. La progettazione con tecnologia stratificata a secco”, Milano, 2010
- [70] Imperatori, M., “Le procedure Struttura/Rivestimento per l’edilizia sostenibile”, Rimini, 1999
- [71] Imperadori, M., Senatore, A., “Schematic design”, Milano, 2008
- [72] Istat, “Indicatori demografici per tipo indicatore e Anno – Lombardia”, digital media, <http://www.istat.it/it/lombardia/dati>. Data visita: marzo 2012.
- [73] Istat, “La pratica sportiva in Italia - Anno 2006”, Roma, 2007
- [74] Istituto Nazionale di Bioarchitettura, <http://www.bioarchitettura.it/istituto>. Data visita : novembre 2012
- [75] Ittelson, W.H., “La psicologia dell’ambiente”, Milano, 1978
- [76] Jonas, H., “Das Prinzip Verantwortung, Frakfurt am Main, 1979, trad.it. “Il principio Responsabilità”, Torino, 1990
- [77] Jones, L., “Atlante di Bioarchitettura”, Torino, 1998
- [78] Kant, I. in Bartolommei, S., “Etica e Natura”, Bari, 1995
- [79] Kant, I., “Fondazione della metafisica dei costumi” e “Critica della ragion pratica”, trad.it., Milano, 1982
- [80] Lanza, A., “Lo sviluppo sostenibile”
- [81] Leopold, A., “A Sand County Almanac”, New York, 1949, trad.it. “Almanacco di un mondo semplice”, Milano, 1997
- [82] Liotta, G., “Gli insetti e i danni del legno”, Firenze, 1991
- [83] Longhi, G., “Linee guida per una progettazione sostenibile”, Roma, 2003
- [84] Lovins, A.B., “L’alternativa energetica”, Roma, 1978
- [85] Maggi, P.N., “Il processo edilizio”, Milano, 1994
- [86] Maserà, G., “Residenze e risparmio energetico”, Milano, 2004
- [87] Masi, M., (a cura di), “Capitolato Speciale di Appalto per Opere di Bioedilizia”, Roma, 1999
- [88] Mortari L., “Abitare con saggezza la Terra”, Milano, 1994
- [89] Naess A., “Okology, samfunn og livsstill”, 1976, trad.it. “Ecosofia”, Modena, 1994
- [90] Natterer, J., Herzog, T., Volz, M., “Atlante del legno”, Torino, 1998
- [91] Norberg-Schulz, C., “Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura”, Milano, 1979

-
- [92] Nutsch, W., “Manuale tecnico del legno”, Napoli, 2006
- [93] Passmore, J., “Man’s Responsibility for Nature”, London, 1974, trad.it. “La nostra responsabilità per la Natura”, Milano, 1986
- [94] Pellegrini L., “Economia della distribuzione commerciale”, EGEA, Milano, 1990
- [95] Piazza, M., “Strutture in legno. Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee”, Milano, 2005
- [96] Piazza, M., Tommasi, R., Modena, R., “Strutture in legno. Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee”, Milano, 2010
- [97] Piazza, M., Zanuttini, R., “Il legno lamellare incollato. Tecnologia produttiva, normative di riferimento, considerazioni sul calcolo”, Trento, 1966
- [98] Quaroni, L., “Progettare un edificio”, Milano, 1977
- [99] Rigamonti, G., “La gestione dei processi di intervento edilizio”, Torino, 2001
- [100] Rigarli, P. (a cura di), “Norme Tecniche per le Costruzioni integrate con la Circolare applicativa”, Roma, 2011
- [101] Rogora, P., “Architettura Bioclimatica”, Napoli, 2006
- [102] Rossi, N., “Manuale del termotecnico”, Milano, 2003
- [103] Rusconi Clerici, C., “Gli impianti negli edifici”, Milano, 1984
- [104] Shiva, V., “Le guerre dell’acqua”, Milano, 2003
- [105] Silvestrini, V., “Uso dell’energia solare”, Roma, 1980
- [106] Todd, N. e J., “Bioshelters, Ocean Arks, City Farming- Ecology as the Basis of Design”, 1984, trad.it. “Progettare secondo natura”, Milano, 1984
- [107] Toniolo, G., Di Prisco, M., “Cemento armato. Calcolo agli stati limite”, Bologna, 2000
- [108] Torricelli, M., “I materiali da costruzione. Identificazione, qualificazione, accettazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 10/01/2008”, Santarcangelo di Romagna, 2012
- [109] Torricelli, M., “Il controllo dei processi nei cantieri edili”, Santarcangelo di Romagna, 2013
- [110] Vitruvio Pollione, M., “De Architectura”, Edizione moderna, Pordenone, 1990
- [111] Wienke, U., “Dizionario dell’edilizia bioecologica”, Tipografia del Genio Civile, 2001
- [112] Wikipedia, “Lombardia”, digital media, <http://it.wikipedia.org/wiki/Lombardia>. Data visita : marzo 2012
- [113] Wikipedia, “Demografia d’Italia”, digital media, [http://it.wikipedia.org/wiki/Demografia_d’Italia](http://it.wikipedia.org/wiki/Demografia_d'Italia). Data visita: marzo 2012
- [114] Zambelli, E., Vanoncini, P., Imperadori, M., “Costruzioni stratificate a secco”, Rimini, 1998

-
- [115] Zemansky, M.W., Abbott, M.M., Van Ness, H.C., “Fondamenti di termodinamica per ingegneri”, trad.it., Bologna, 1979

APPENDICE A

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL SISTEMA STRUTTURALE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1. Descrizione del fabbricato

Il fabbricato è sito nel comune di Rovello Porro (CO), coordinate geografiche 45.6510N, 9.0370E e viene destinato ad uso attività sportive (piscine). Si tratta di un'opera ordinaria soggetta a normali affollamenti per cui, in accordo con la Normativa vigente, è contraddistinto da vita nominale VN=50anni e classe d'uso II. La morfologia del fabbricato e le dimensioni di ingombro sono state dettagliatamente descritte al capitolo 4 della presente Tesi di Laurea e dalle tavole illustrative di riferimento.

2. Descrizione della struttura

La struttura è costituita da travi secondarie sezione 20x60cm passo 3m, travi principali sezione 22x109cm passo 8 m e archi sezione 40x180cm larghezza 55m altezza 12m passo 9m (9,25 nelle campate di testa) . Le travi secondarie risultano essere in semplice appoggio sulle travi principali, le quali si appoggiano agli archi mediante bielle trasversali in acciaio disposte a forma di V. Gli archi sono incernierati alle estremità. La stabilità delle travi (secondarie e principali) di copertura è garantita dalla presenza di controventi di falda in acciaio disposti a croce. Una porzione di estremità della copertura risulta altresì essere vincolata direttamente alle strutture di fondazione su entrambi i lati lunghi del fabbricato.

La stabilità degli archi è garantita dalla particolare forma delle bielle trasversali in acciaio che collegano le travi principali agli archi e che impediscono lo sbandamento fuori dal piano degli stessi richiamando la rigidità flessionale delle travi principali. Le fondazioni sono costituite da plinti in c.a.o. dimensioni 570x260x320(H)cm e sottoplinti in c.a.o. dimensioni 770x460x50(H)cm.

3. Normativa di riferimento

Per quanto riguarda la Normativa utilizzata il riferimento è all'elenco riportato in seguito.

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”
- Circolare Ministeriale n°617 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.

Quando la Normativa di cui all'elenco precedente rimanda ad altre Norme di comprovata affidabilità, il riferimento è all'elenco riportato in seguito.

- EN 1990 (Eurocodice 0), Principi di progettazione strutturale
- EN 1991 (Eurocodice 1), Azioni sulle strutture
- EN 1992 (Eurocodice 2), Progetto di strutture in calcestruzzo
- EN 1993 (Eurocodice 3), Progetto di strutture in acciaio
- EN 1995 (Eurocodice 5), Progetto di strutture in legno
- EN 1997 (Eurocodice 7), Geotecnica
- EN 1998 (Eurocodice 8), Progetto di strutture resistenti al sisma

4. Materiali previsti

La dicitura dei materiali impiegati è contenuta nell'elenco che segue.

Legno lamellare	GL 24h
Calcestruzzo	C25/30
Acciaio per getti	B450C
Acciaio per carpenterie	S275JR
Bulloni	Cl 4.6
Terreno di fondazione	$\gamma=19\text{kN/m}^3$, $\Phi=34^\circ$, $c=0\text{kPa}$, cat. C

RELAZIONE DI CALCOLO

5. Modalità di calcolo

5.1 - Schematizzazione della struttura

Gli elementi strutturali del fabbricato sono stati modellati come elementi tipo asta.

La presenza del manto di copertura efficacemente vincolato alle travi che lo sostengono impedisce che queste ultime siano soggette a fenomeni di instabilità flessionale e la luce libera di inflessione delle stesse viene assunta pari a 1cm (valore numerico piccolo che in pratica rende soddisfatte le verifiche di instabilità). Le travi secondarie costituiscono vincolo di ritegno torsionale per le travi principali e la luce libera di inflessione di queste ultime viene assunta pari all'interasse delle travi secondarie incrementato del 10% per tener conto del contributo all'instabilità dovuto alla posizione dei carichi agenti (estradosso delle travi).

Le travi principali costituiscono vincolo di ritegno torsionale per gli archi e la luce libera di inflessione di questi ultimi viene assunta pari all'interasse delle travi principali incrementato del

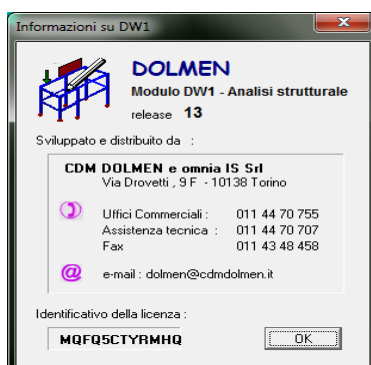
10% per tener conto del contributo all'instabilità dovuto alla posizione dei carichi agenti (estradosso delle travi). I controventi di falda disposti a croce sono progettati per resistere a sforzi di sola trazione, essendo contraddistinti da snellezza elevata, e vengono conseguentemente modellati in ragione di n°1 elemento per croce; altresì la luce libera di inflessione degli stessi viene assunta pari a 1cm (valore numerico piccolo che in pratica rende soddisfatte le verifiche di instabilità). Per semplicità di modellazione i vincoli di cerniera sferica vengono modellati in luogo delle effettive fondazioni anche in ragione del fatto che, trattandosi di struttura isostatica, i cedimenti vincolari non influenzano le sollecitazioni agenti sugli elementi delle strutture in elevazione. Tenuto conto del basso grado di sismicità del sito su cui sorge l'opera in esame e dell'incapacità delle strutture isostatiche ovvero soggette a sforzi di prevalente compressione (archi) di formare meccanismi dissipativi si è scelto di progettare la struttura in esame conferendo alla stessa, in caso di sisma, comportamento non dissipativo assumendo pertanto un valore di fattore di struttura $q=1.00$. Di conseguenza gli elementi strutturali vengono progettati per rimanere in campo elastico anche in caso di evento sismico e dettagli e verifiche atti a garantire il soddisfacimento dei criteri di gerarchia delle resistenze non risultano necessari.

5.2 – Software di calcolo

Si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il programma di calcolo DOLMEN WIN (R) versione 2013, prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl di Torino. Il codice, sviluppato in ambiente Windows, è scritto utilizzando i linguaggi C e Fortran e permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi implementati sono la trave con eventuali svincoli interni, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra.

I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia alle travi ed ai gusci, come forze distribuite trapezoidali, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche.

I vincoli sono forniti tramite le sei costanti di rigidità elastica. L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. La presenza di un modulo CAD per l'introduzione dei dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione. Nel seguito gli estremi della licenza di utilizzo del codice di calcolo descritto.



6. Dati di calcolo

I carichi agenti sulla struttura sono stati inseriti in una serie di condizioni di carico elementari che sono state successivamente combinate a formare i casi di carico con cui sono state condotte le verifiche.

6.1 – Condizioni di carico inserite

Qui di seguito si riporta l'elenco delle condizioni di carico inserite.

CONDIZIONI DI CARICO

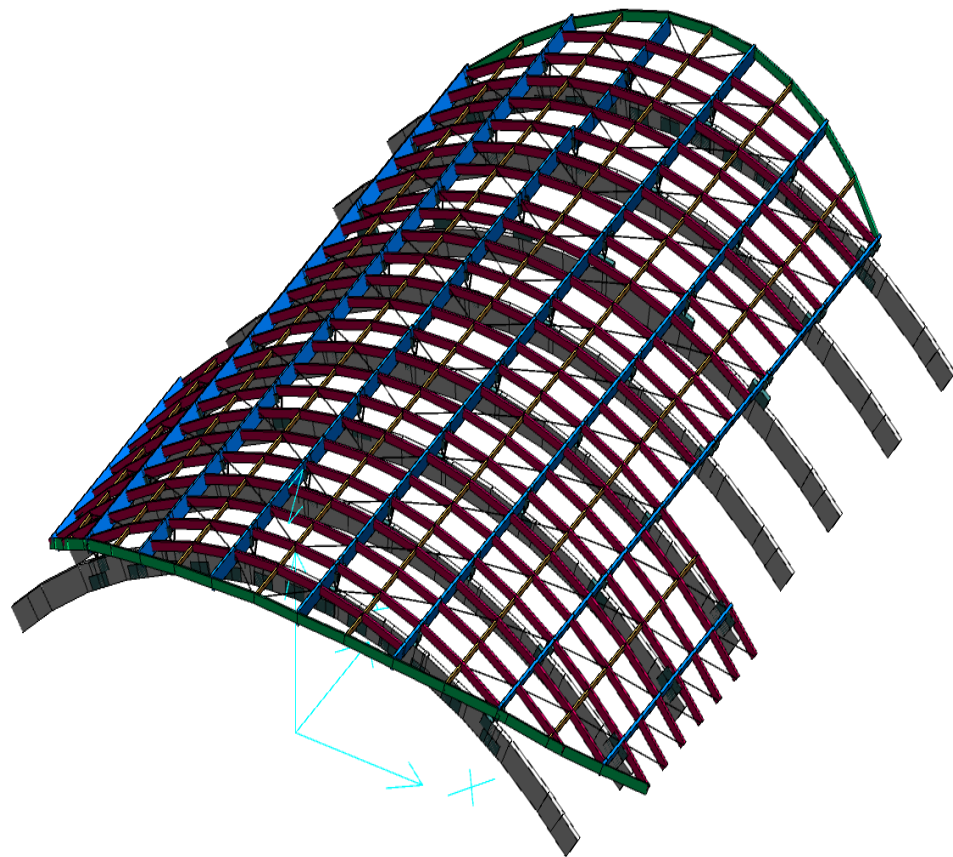
Nome	
1	Peso_proprio
2	Permanente
3	Neve_(<1000m_slm)
4	Vento_X
5	Vento_Y
6	Autovett_001_(X)
7	Autovett_001_(Y)
8	Autovett_003_(X)
9	Autovett_003_(Y)
10	Autovett_005_(X)
11	Autovett_005_(Y)
12	Autovett_006_(X)
13	Autovett_006_(Y)
14	Autovett_007_(X)
15	Autovett_007_(Y)
16	Autovett_008_(X)
17	Autovett_008_(Y)
18	Autovett_009_(X)
19	Autovett_009_(Y)
20	Autovett_015_(X)
21	Autovett_015_(Y)
22	Autovett_020_(X)
23	Autovett_020_(Y)
24	Autovett_023_(X)
25	Autovett_023_(Y)
26	Autovett_029_(X)
27	Autovett_029_(Y)
28	Autovett_031_(X)
29	Autovett_031_(Y)
30	Autovett_037_(X)
31	Autovett_037_(Y)
32	Autovett_039_(X)
33	Autovett_039_(Y)
34	Autovett_042_(X)
35	Autovett_042_(Y)
36	Autovett_043_(X)
37	Autovett_043_(Y)
38	Sisma_X
39	Sisma_Y
40	Torcente_add._X
41	Torcente_add._Y

Le condizioni dalla n°1 alla n°5 vengono inserite dall'utente.

Le condizioni dalla n°6 alla n°41 vengono generate dal codice di calcolo, le condizioni n°38 e 39 non vengono successivamente utilizzate per la generazione dei casi di carico.

6.2 – Vista generale del modello elaborato

Di seguito si riporta un'immagine contenente la vista generale del modello strutturale elaborato estrapolata direttamente dall'ambiente di modellazione del programma.



6.3 – Carichi inseriti

Nella condizione di carico n°1 sono state inserite le azioni di carico di peso proprio.

Nella condizione di carico n°2 sono state inserite le azioni di carico permanente.

Nella condizione di carico n°3 sono state inserite le azioni di carico variabile neve.

Nelle condizioni i carico n°4 e 5 sono state inserite le azioni del vento nelle due direzioni principali.

Le condizioni di carico dalla n°6 alla n°37 contengono gli autovettori ottenuti dall'analisi dinamica lineare.

Le condizioni di carico n°40 e 41 contengono i momenti torcenti aggiuntivi ottenuti dall'analisi statica lineare.

I carichi di progetto sono i seguenti.

Aste e solai

Peso proprio aste 4.50 kN/m^3
 Permanente copertura 0.85 kN/m^2

Neve

Neve - CDM DOLMEN e omnia IS 13 - c:\dolmen13\lavori\1330_7

Carico neve al suolo

Regione: Lombardia
 Provincia: Como (Zona I Alpina)
 Comune: RovelloPorro
 Altitudine di riferimento [m]: 240
 Periodo di ritorno: 50 anni
 Carico neve al suolo q_{sk} [kN/m²]: 1.5411

Coeff. di esposizione: 1.0
 Coeff. termico: 1.0

Casi particolari

Crea relazione
 kN . m

Chiudi Calcola

Cop ad una falda | Cop a due falde | Cop a più falde | Cop cilindrica

Carico neve sulla copertura [kN/m²]

senza vento $\mu_1 q_{sk}$ 1.2329
 $0.5\mu_3 q_{sk}$ 1.5411 $\mu_3 q_{sk}$ 3.0821
 con vento

$L_2 = 16.24$ [m]

12 [m]
 $\beta = 60^\circ$
 64.97 [m]
 55 [m]

μ	μ_1	$0.5\mu_3$	μ_3
q_e [kN/m]	.625	1.22	9.246

Vento

Edifici a pianta rettangolare

Pressione [N/m^2]

Area	Esterno	Interno
parete 1	$p(A) = 533.6$, $p(B) = 668$	$p(A) = 0$, $p(B) = 0$
parete 2	$p(E) = 266.8$, $p(D) = 334$	$p(E) = 0$, $p(D) = 0$
falda 1	$p(B) = 41.8$, $p(C) = 47$	$p(B) = 0$, $p(C) = 0$
falda 2	$p(D) = 334$, $p(C) = 376.1$	$p(D) = 0$, $p(C) = 0$

Azione tangente [N/m^2]

$pf(A-E) = 26.7$	$pf(B-D) = 33.4$	$pf(C) = 37.6$
------------------	------------------	----------------

OK

6.4 – Analisi sismica

Si riporta il tabulato contenente i dati relativi all'analisi sismica effettuata; l'analisi statica viene utilizzata al solo scopo di definire i momenti torcenti addizionali, il periodo fondamentale viene definito mediante media pesata dei modi di vibrare principali (percentuali di massa attivata elevata) della struttura.

Per quanto riguarda l'analisi dinamica lineare il riferimento è al tabulato che segue.

ANALISI DINAMICA

PARAMETRI DI CALCOLO:

Calcolo secondo NTC 2008

Modello generale

Assi di vibrazione: X Y

Combinazione quadratica completa (CQC)

DATI PROGETTO

Edificio sito in località ROVELLO PORRO (long. 9.037 lat. 45.6510)

Categoria del suolo di fondazione = C

Coeff. di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.500$

Coeff. di amplificazione topografica $S_T = 1.000$

$S = 1.500$

Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni

Coefficiente d'uso $C_U = 1.0$

Periodo di riferimento $V_R = 50.0$

PVR : probabilità di superamento in $V_R = 10 \%$

Tempo di ritorno $T = 475$

Coeff. di smorzamento viscoso $\gamma = 5.0$

Valori risultanti per : $\alpha_g = 0.411$ [g/10], $F_0 = 2.655$, $T_C^* = 0.288$

Fattore di struttura $q = 1.000$

Rapporto spettro di esercizio / spettro di progetto = 0.467

CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	COEFFICIENTE	PESO RISULTANTE
---------------------------	--------------	-----------------

1.	1.000	3855.595
2.	1.000	4892.628

TABELLA AUTOVETTORI

n	PERIODO [sec]	MASSA ATTIVATA			COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE			
		%X	%Y	%Z	n+2	n+4	n+6	n+8
1	0.469766	43.267	0.005	0.000	0.181	0.105		0.025
2	0.404850	0.152	0.049	0.000				
3	0.380188	6.176	0.304	0.000	0.625		0.059	
4	0.360217	0.213	0.038	0.000				
5	0.351879	0.003	88.685	0.000		0.089		
6	0.339247	0.783	0.219	0.000				
7	0.316965	0.854	0.081	0.000				
8	0.267112	1.446	0.001	0.000				
9	0.256286	22.695	0.000	0.000				
10	0.228816	0.002	0.735	0.000				
11	0.212507	0.011	0.004	0.000				
12	0.210682	0.508	0.149	0.000				
13	0.207200	0.000	0.006	0.000				
14	0.202012	0.112	0.462	0.000				
15	0.197756	1.872	0.140	0.000				
16	0.193888	0.002	0.057	0.000				
17	0.190047	0.001	0.024	0.000				
18	0.188149	0.209	0.001	0.000				
19	0.185354	0.144	0.032	0.000				
20	0.184757	0.050	0.790	0.000				
21	0.179625	0.181	0.088	0.000				

22		0.176988		0.747	0.171	0.000	
23		0.171956		0.005	0.929	0.000	
24		0.163762		0.003	0.002	0.000	
25		0.156597		0.286	0.009	0.000	
26		0.150957		0.703	0.002	0.000	
27		0.148130		0.073	0.021	0.000	
28		0.144938		0.195	0.001	0.000	
29		0.142833		1.192	0.009	0.000	
30		0.142110		0.002	0.076	0.000	
31		0.140430		1.248	0.015	0.000	
32		0.139674		0.031	0.043	0.000	
33		0.137972		0.058	0.068	0.000	
34		0.135705		0.332	0.119	0.000	
35		0.132595		0.091	0.000	0.000	
36		0.130833		0.067	0.010	0.000	
37		0.130089		1.448	0.000	0.000	
38		0.127995		0.012	0.000	0.000	
39		0.125287		1.474	0.023	0.000	
40		0.124265		0.082	0.000	0.000	
41		0.121121		0.020	0.006	0.000	
42		0.119767		0.816	0.005	0.000	
43		0.117491		1.931	0.011	0.000	
44		0.117182		0.005	0.003	0.000	
45		0.115504		0.073	0.138	0.000	
46		0.114602		0.379	0.023	0.000	
47		0.113495		0.140	0.019	0.000	

MASSA TOTALE 90.094 93.572 0.000

Per semplicità sono stati riportati i coefficienti di correlazione relativi ai modi di vibrare principali (percentuali di massa attivata elevata) della struttura. Nella definizione delle condizioni di carico non sono stati considerati gli autovettori per i quali la percentuale di massa attivata risulta inferiore a 0.75 al fine di rendere più agevoli le successive procedure di calcolo senza influire significativamente sulla precisione (effetti dei modi esclusi trascurabili) e raggiungendo comunque, in entrambe le direzioni, una massa attivata complessiva superiore all'85%. Per quanto riguarda la definizione del periodo fondamentale della struttura da utilizzare nell'analisi statica lineare il riferimento è al tabulato che segue.

n	T (s)	%X	%Y
1	0.470	43.27	
3	0.380	6.18	
5	0.352		88.69
9	0.256	22.7	
		72.15	88.69

dir	T (s)	%X,Y
X	0.395	72.15
Y	0.352	88.69

T = 0.371 s

Per quanto riguarda l'analisi statica lineare il riferimento è al tabulato che segue.

ANALISI STATICA

DATI PROGETTO

Edificio sito in località ROVELLO PORRO (long. 9.037 lat. 45.651000)

Categoria del suolo di fondazione = C

Coeff. di amplificazione stratigrafica $S_s = 1.500$

Coeff. di amplificazione topografica $S_T = 1.000$

$S = 1.500$

Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni

Coefficiente d'uso $C_U = 1.0$

Periodo di riferimento $V_R = 50.0$

PVR : probabilità di superamento in $V_R = 10 \%$

Tempo di ritorno = 475

Coeff. di smorzamento viscoso = 5.0

Valori risultanti per :TC* 0.288, $F_0 = 2.655$, $a_g = 0.411$ [g/10]

Fattore di struttura $q = 1.000$

Rapporto spettro di esercizio / spettro di progetto = 0.467

Coeff. $\lambda = 1.0000$

$S_d = 0.164$ per $T_1 = 0.37$

Numero condizioni generanti carichi sismici : 2

Cond. 001 : Peso_proprio_____ con coeff. 1.000

Cond. 002 : Permanente_____ con coeff. 1.000

Condizioni di carico sismico generate:

Cond. 038 : Sisma X

Cond. 039 : Sisma Y

Cond. 040 : Torcente add. X

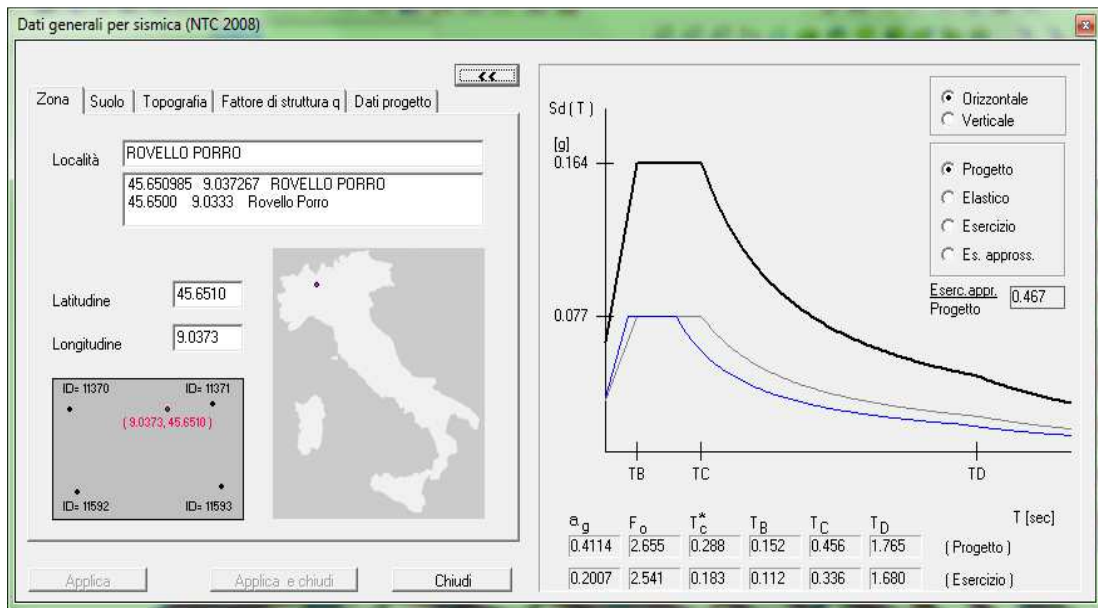
Cond. 041 : Torcente add. Y

Carichi sismici :

Piani	Pesi	C. distr.	Forze di piano	Torc. di piano X	Torc. di piano Y	Baric. X	Baric. Y
cm	kN		kN	kNm	kNm	cm	cm
300.0	398.12	0.0434	17.30	54.5	50.0	1277.1	2888.6
423.9	125.69	0.0614	7.72	24.3	19.6	0.0	3150.0
528.9	442.50	0.0766	33.89	106.8	89.6	3.7	2324.6
728.4	270.79	0.1055	28.57	90.0	69.0	-20.4	3081.7
805.6	380.55	0.1167	44.40	139.9	103.1	9.4	2140.0
922.8	66.70	0.1336	8.91	28.1	17.1	0.0	3150.0
982.3	249.83	0.1423	35.54	113.2	72.6	0.0	3054.6
1033.8	1273.04	0.1497	190.60	609.9	376.4	-164.0	3000.3
1109.8	259.64	0.1607	41.73	131.5	52.7	0.0	3150.0
1169.2	220.17	0.1693	37.28	117.4	42.8	0.0	3150.0
1219.9	1008.25	0.1767	178.13	613.7	286.2	0.0	3150.0
1287.6	462.64	0.1865	86.27	276.3	103.8	0.0	3150.0
1366.7	832.55	0.1979	164.79	598.2	201.1	0.0	3150.0
1473.7	691.12	0.2134	147.51	553.1	121.1	0.0	3150.0
1538.4	1224.09	0.2228	272.73	1047.3	112.6	0.0	3150.0

Si riporta un'immagine contenente i dati relativi agli spettri di risposta utilizzati.

Lo spettro in accelerazione utilizzato per le verifiche in esercizio (stato limite di danno) non è quello effettivamente indicato dalla normativa ma è ottenuto scalando lo spettro proposto per le verifiche ultime (stato limite di vita) secondo un opportuno coefficiente numerico di seguito indicato e a tal proposito si sottolinea che tale procedura semplifica notevolmente i calcoli in quanto è sufficiente eseguire un'unica analisi sismica della struttura; lo spettro di esercizio approssimato risulta pressoché identico a quello effettivo e l'errore di approssimazione che si commette risulta essere a favore di sicurezza.



6.5 Casi di carico generati

Si riporta il tabulato contenente la definizione dei casi di carico elaborati dal codice di calcolo ed utilizzati per le verifiche.

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
2	SLU VENTOX	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
				4	1.500	±		
3	SLU VENTOY	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
				5	1.500	±		
4	SISMAX SLU	nessuna	somma	6	1.000	quadr.		
				8	1.000	quadr.		
				10	1.000	quadr.		
				12	1.000	quadr.		
				14	1.000	quadr.		
				16	1.000	quadr.		
				18	1.000	quadr.		
				20	1.000	quadr.		
				22	1.000	quadr.		
				24	1.000	quadr.		
26	1.000	quadr.						
28	1.000	quadr.						

				30	1.000	quadr.		
				32	1.000	quadr.		
				34	1.000	quadr.		
				36	1.000	quadr.		
				40	1.000	±		

5	SISMAY SLU	nessuna	somma	7	1.000	quadr.		
				9	1.000	quadr.		
				11	1.000	quadr.		
				13	1.000	quadr.		
				15	1.000	quadr.		
				17	1.000	quadr.		
				19	1.000	quadr.		
				21	1.000	quadr.		
				23	1.000	quadr.		
				25	1.000	quadr.		
				27	1.000	quadr.		
				29	1.000	quadr.		
				31	1.000	quadr.		
				33	1.000	quadr.		
				35	1.000	quadr.		
				37	1.000	quadr.		
				41	1.000	±		

6	SLU con SISMAX PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	4	1.000
				2	1.000	+	5	0.300

7	SLU con SISMAY PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	5	1.000
				2	1.000	+	4	0.300

8	SLD con SISMAX PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	4	0.467
				2	1.000	+	5	0.140

9	SLD con SISMAY PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	5	0.467
				2	1.000	+	4	0.140

10	Rara	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		

11	Rara VentoX	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		
				4	1.000	±		

12	Rara VentoY	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		
				5	1.000	±		

13	Frequente	Freq.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.200	+		

14	Frequente VentoX	Freq.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.200	+		
				4	0.200	±		

15	Frequente VentoY	Freq.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

				3	0.200	+		
				5	0.200	±		

16	Quasi Perm	QuasiPerm.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

Il caso di carico n°1 si riferisce alle verifiche SLU in assenza di vento.

I casi di carico n°2 e 3 si riferiscono alle verifiche SLU in presenza di vento.

I casi di carico n°4 e 5 contengono l'azione sismica.

I casi di carico n°6 e 7 si riferiscono alle verifiche SLU in caso sismico.

I casi di carico n°8 e 9 si riferiscono alle verifiche SLD.

I restanti casi di carico si riferiscono alle verifiche SLE.

6.6 Materiali utilizzati

Si riportano le schede contenenti le caratteristiche meccaniche dei materiali con cui gli elementi strutturali sono stati modellati.

The image shows a software dialog box titled "Materiale" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains several input fields and dropdown menus for defining material properties:

- Nome:** LEGNO
- Descr. aggiuntiva:** Lamellare incollato
- Modulo di Young:** 94000 daN/cm²
- Modulo di Poisson:** 0.25
- Modulo di elast. tang. G:** 5834.48 daN/cm²
- Coeff. di dilat. termica:** 0 1 / °C
- Peso specifico:** 4.5 kN/m³

At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Ok" and "Annulla".

Materiale

Nome: ACCIAIO

Descr. aggiuntiva:

Modulo di Young: 2.1e+06 daN/cm2

Modulo di Poisson: 0.3

Modulo di elast. tang. G: 850000 daN/cm2

Coeff. di dilat. termica: 1e-05 1 / °C

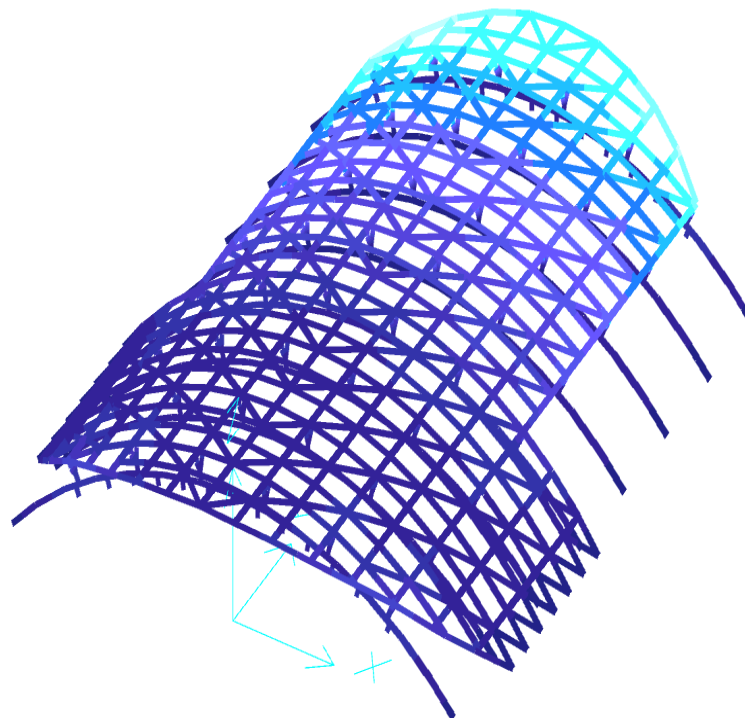
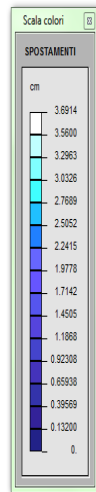
Peso specifico: 78.5 kN/m3

Ok Annulla

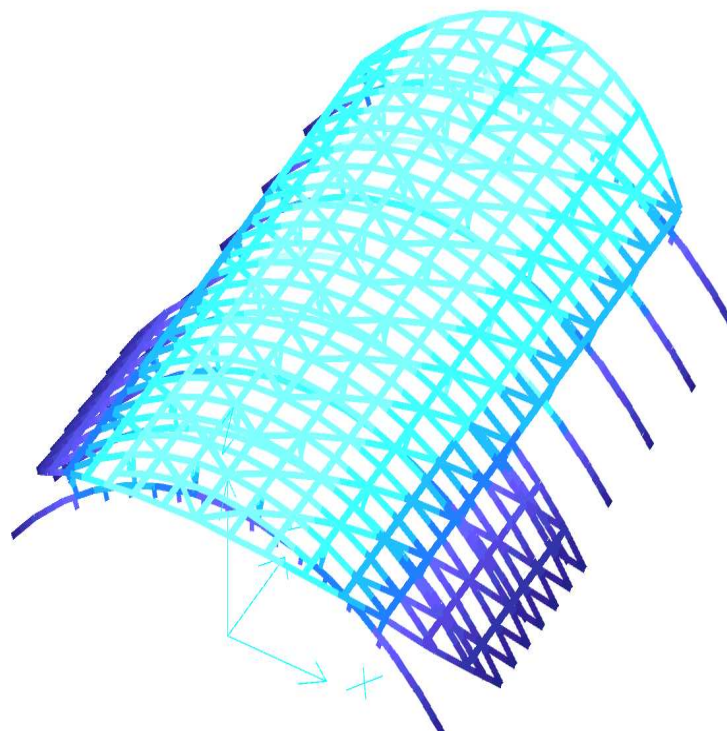
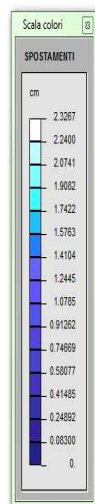
7. RISULTATI DEL CALCOLO

7.1 Verifica degli spostamenti

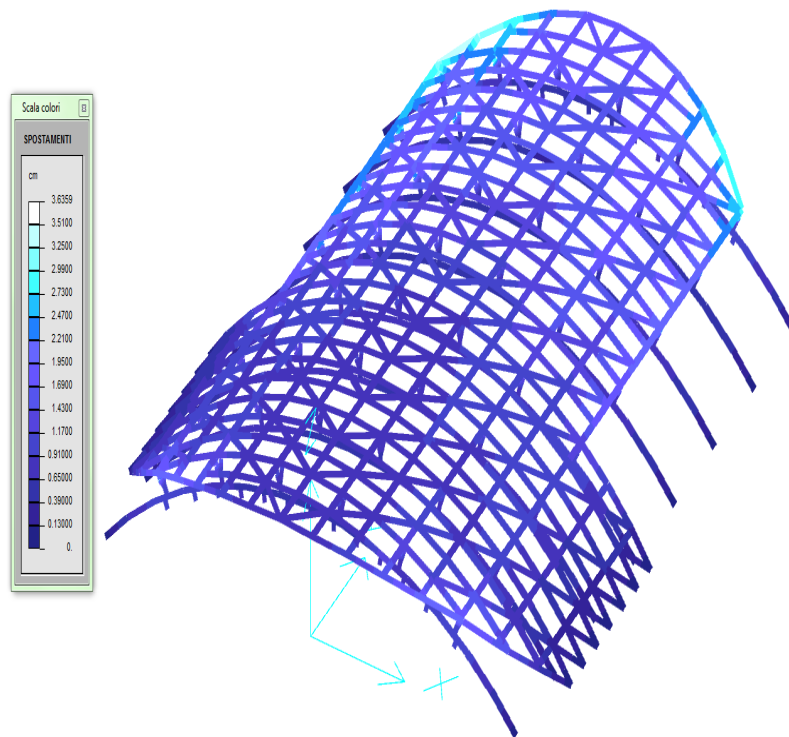
Si riportano le immagini contenenti i massimi spostamenti in direzione X ed Y per l'involuppo dei casi di carico n°8 e 9 (SLD) e n°11 e 12 (SLE rara con vento principale), così come estratti dal sistema di calcolo.



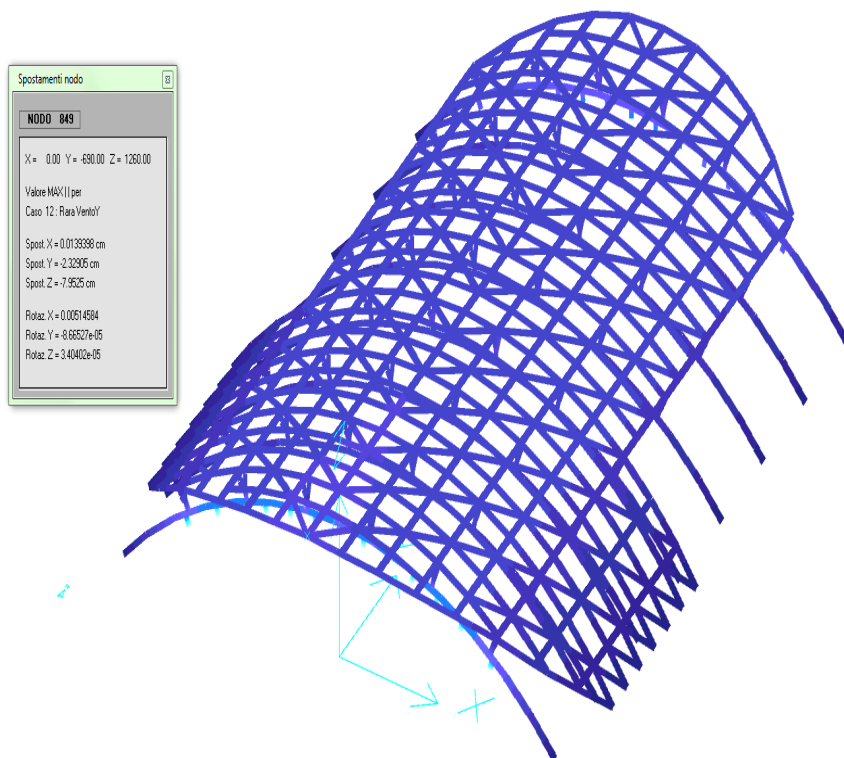
Spostamento massimo in direzione X per involucro casi 8 e 9 pari a 3.69cm



Spostamento massimo in direzione Y per involucro casi 8 e 9 pari a 2.33cm



Spostamento massimo in direzione X per involucro casi 11 e 12 pari a 3.64cm.



Spostamento massimo in direzione Y per involucro casi 11 e 12 pari a 2.33cm.

Non viene riportata la scala complessiva in quanto i valori massimi di spostamento che si ottengono si riferiscono ad elementi ausiliari introdotti al solo scopo di inserire i carichi agenti sulla struttura.

8. VERIFICA DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Si riportano i tabulati contenenti le verifiche delle travi secondarie, delle travi principali e dell'arco maggiormente sollecitati. In particolare si riportano i diagrammi delle sollecitazioni agenti, gli esiti sintetici (testuali e grafici) delle verifiche condotte in automatico dal codice di calcolo utilizzato, l'estratto del tabulato completo delle verifiche condotte contenente i dati relativi all'asta maggiormente sollecitata, un estratto di foglio elettronico di confronto (le differenze numeriche che si riscontrano in termini di fattori di sicurezza finali sono dovuti a diverse scelte di approccio ed interpretazione della normativa effettuate dalla società che ha sviluppato il codice di calcolo e dal progettista che ha sviluppato il foglio di calcolo; le differenze risultano comunque piccole e non pregiudicano l'esito delle verifiche stesse), il tabulato contenente le tutte le verifiche condotte.

VERIFICA ASTE IN LEGNO - CDM DOLMEN e omnia IS 13 - c:\dolmen13\lavori\1330_7

ASTE DA VERIFICARE

Nomi aste :

Materiale :

Descrizione :

Colore :

NOME FILE DI OUTPUT

VerAstLegno.txt

VerAstLegno_sint.txt

DATI MATERIALE

Descrizione

Norma Classe

fm,k	240	E0,m	116000	ρ_k	0.00037
ft,0,k	165	E0,05	94000	ρ_m	0.00045
ft,90,k	4	E90,m	3900		
fc,0,k	240	Gm	7200		
fc,90,k	27	G0,05	5834.48		
fv,k	27				

Salva in custom per i nuovi lavori

Classe di servizio : Tipo legno : Riferimento :

	Kmod	Casi	ft,0,d (*)	fc,0,d	fm,d (*)	fv,d	γ_m
Permanente	0.5		56.9	82.76	82.76	9.31	1.45
Lunga	0.55		62.59	91.03	91.03	10.24	Kdef 2
Media	0.65		73.97	107.59	107.59	12.1	β_c 0.1
Breve	0.7	1	79.66	115.86	115.86	13.03	
Istantanea	0.9	2, 3, 6, 7	102.41	148.97	148.97	16.76	

(*) valori per Kh=1

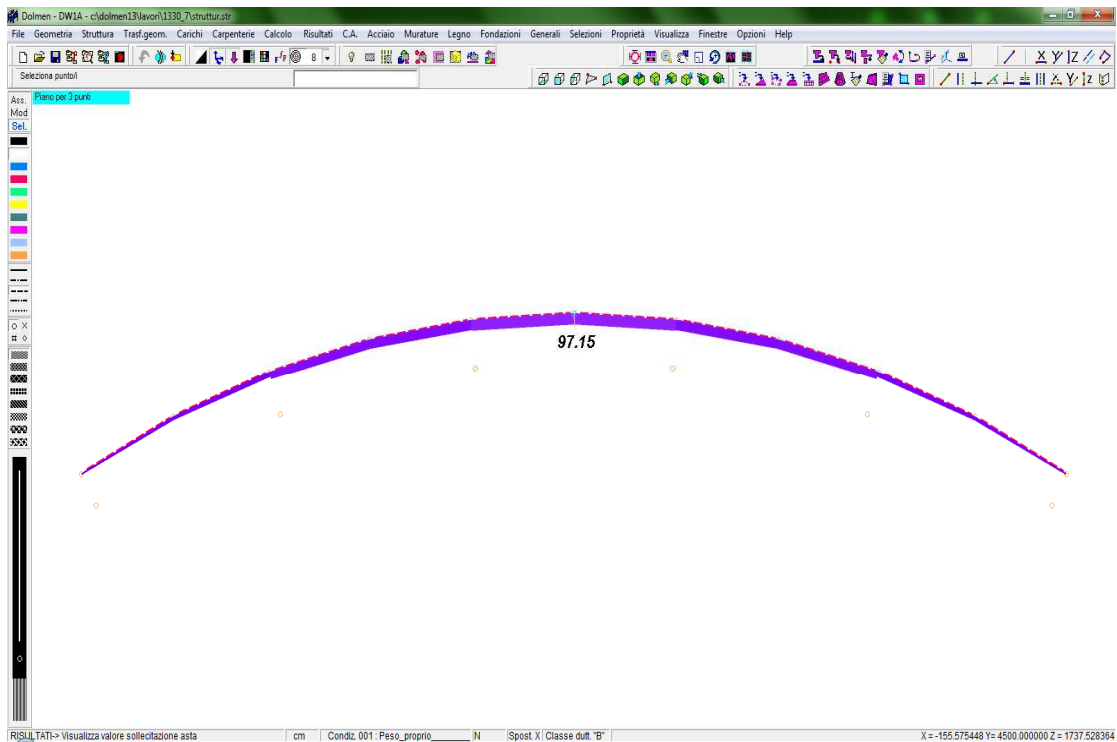
Stampa estesa

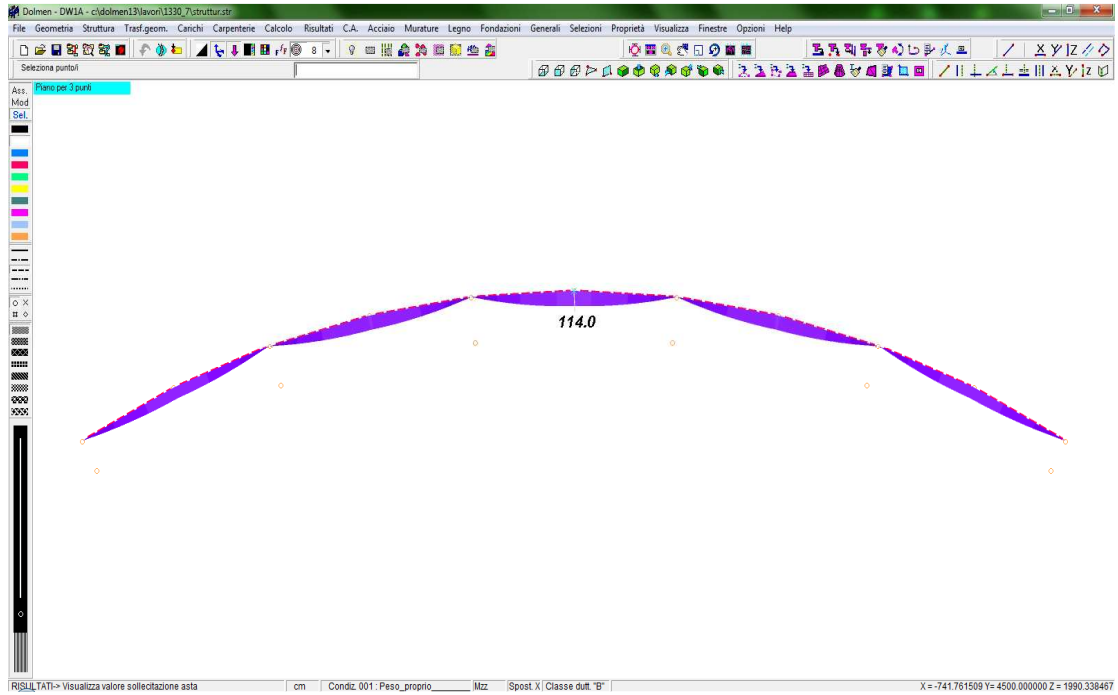
Ordina per sezione

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche del materiale impiegato (GL24h), la classe di servizio (classe 3 per elementi direttamente esposti alle intemperie o posti in ambiente fortemente umido) e le classi di durata del carico (breve durata per il caso di carico 1 dove l'azione di minor durata è rappresentata dal carico neve e durata istantanea per i casi di carico 2, 3, 6 e 7 dove l'azione di minor durata è rappresentata rispettivamente dai carichi vento e sisma) il riferimento è all'immagine precedente.

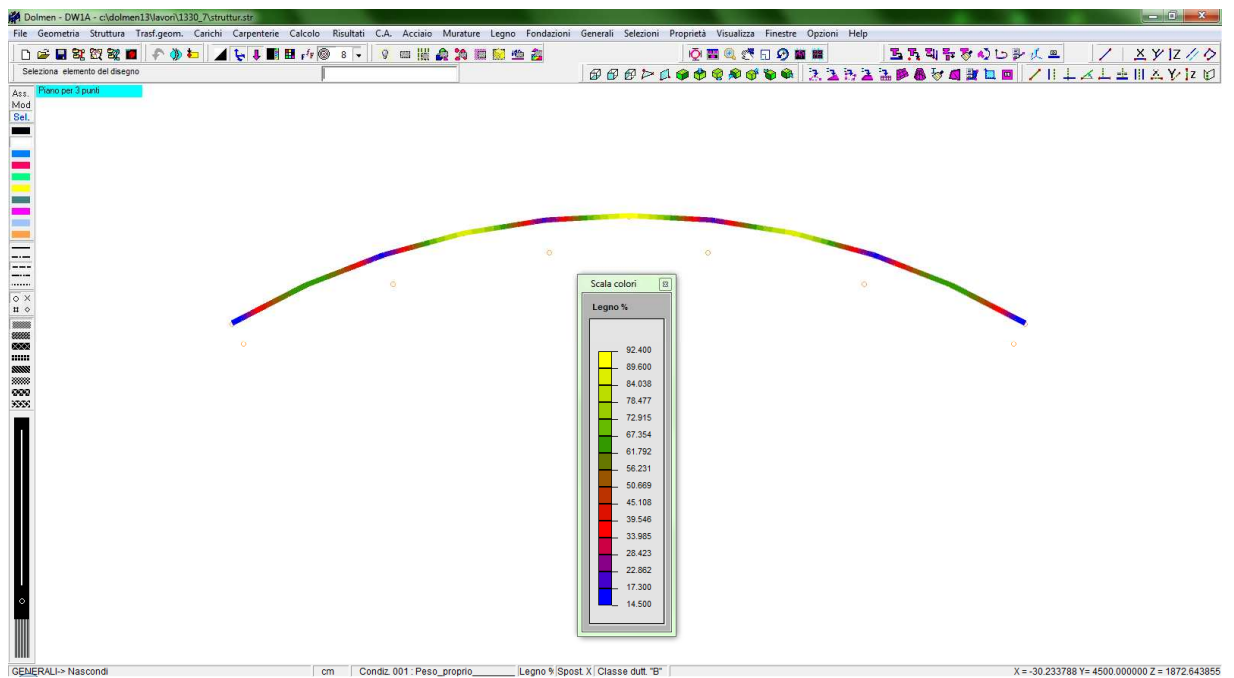
8.1 Verifica delle travi secondarie

Per quanto riguarda le sollecitazioni di sforzo normale (kN) e momento flettente (kNm) il riferimento è alle immagini che seguono.





Per quanto riguarda gli esiti sintetici delle verifiche condotte il riferimento è alla immagine ed al tabulato che seguono.



VERIFICA ASTE IN LEGNO - RELAZIONE SINTETICA

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
 Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daN/cm²; daN/cm³.
 Numero aste : 10

RESISTENZE LIMITE RAGGIUNTE (%) :

asta	sez	b	h	fsPfd	fsIf1	fsIto	fsTau	%	VE
521	4	20	60	.671	0.000	.404	.145	67	si
522	4	20	60	.672	0.000	.405	.145	67	si
773	4	20	60	.671	0.000	.404	.156	67	si
774	4	20	60	.673	0.000	.405	.156	67	si
991	4	20	60	.861	0.000	.599	.202	86	si
992	4	20	60	.862	0.000	.600	.203	86	si
1147	4	20	60	.861	0.000	.599	.210	86	si
1148	4	20	60	.862	0.000	.600	.210	86	si
1339	4	20	60	.924	0.000	.672	.226	92	si
1340	4	20	60	.924	0.000	.672	.226	92	si

Per quanto riguarda l'estratto degli esiti completi delle verifiche condotte, riguardanti l'asta maggiormente sollecitata, il riferimento è al tabulato che segue.

Rettangolare (sezione n. 4; **b=20**; **h=60**) ----- **ASTA (866-822) 1340**
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilità flessionale						Instabilità torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	k crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1139999.0	-1693.6	-98.8	9714.9	-4.1	-568.2
6- 1	387209.2	519.1	-1704.2	2884.4	1.3	-261.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	8.1	0.0	95.0	.4	.924	0.000	.672	0.0	0.0	0.0	.7	.004	si
6- 1	2.4	0.0	32.3	.1	.241	0.000	.047	.3	0.0	.3	.3	.016	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	-98.8	9485.8	-4.1	-4946.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	7.9	0.0	0.0	0.0	.099	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	6.2	.226	si

Per quanto riguarda gli esiti delle verifiche condotte a mezzo di foglio elettronico di confronto il riferimento è al tabulato che segue.

C4.4.8.1.7 Tensoflessione

$$\begin{aligned} b &= \boxed{20} \text{ cm} && \text{larghezza sezione} \\ h &= \boxed{60} \text{ cm} && \text{altezza sezione} \\ A &= 1200 \text{ cm}^2 && b h \\ W_y &= 12000 \text{ cm}^3 && 1/6 b h^2 \\ W_z &= 4000 \text{ cm}^3 && 1/6 b^2 h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= \boxed{97.2} \text{ kN} && \text{sforzo normale agente} \\ M_{y,Ed} &= \boxed{114.0} \text{ kNm} && \text{momento flettente agente} \\ M_{z,Ed} &= \boxed{0.0} \text{ kNm} && \text{momento flettente agente} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_{mod} &= 0.70 \quad \text{---} \\ \gamma_M &= 1.45 \quad \text{---} \\ f_{c,0,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,d} &= 11.6 \text{ N/mm}^2 \quad (4.4.1) \\ f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{m,d} &= 11.6 \text{ N/mm}^2 \quad (4.4.1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d} &= 0.8 \text{ N/mm}^2 && N_{Ed} / A \\ \sigma_{m,y,d} &= 9.5 \text{ N/mm}^2 && M_{y,Ed} / W_y \\ \sigma_{m,z,d} &= 0.0 \text{ N/mm}^2 && M_{z,Ed} / W_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_m &= \boxed{0.7} \quad \text{---} && \text{coefficiente di redistribuzione} \\ ver &= \mathbf{0.89} \quad \text{---} && (4.4.6a) \\ ver &= 0.64 \quad \text{---} && (4.4.6b) \end{aligned}$$

Verifica soddisfatta

Per quanto riguarda gli esiti completi delle verifiche condotte dal codice di calcolo il riferimento è al tabulato che segue.

VERIFICA ASTE IN LEGNO

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daNcm; daN/cm2; daN/cm3.
Numero aste : 10

MATERIALE

Descrizione: Legno lamellare
Norma : UNI EN 1194 Classe : GL24h
fmk = 240. ft0k= 165. ft90k=4. fc0k= 240. fc90k=27. fvk = 27.
E0m = 116000 E005= 94000. E90m =3900. Gm = 7200. G005= 5834.5
Rok = .00037 Rom = .00045

DATI [NTC08 4.4.6]

Tipo legno : Legno lamellare incollato Riferimento : EN 14080
Classe di servizio: 3 ; gM= 1.45 ; kdef= 2 ; betaC= 0.1

Classi di durata	kmod	ft0d *	fc0d	fmd *	fvd	Casi di carico
Permanente	.500	56.90	82.76	82.76	9.31	non prevista
Lunga durata	.550	62.59	91.03	91.03	10.24	non prevista
Media durata	.650	73.97	107.59	107.59	12.10	non prevista
Breve durata	.700	79.66	115.86	115.86	13.03	1
Istantaneo	.900	102.41	148.97	148.97	16.76	2, 3, 6, 7

(*) valori per kh=1

CASI DI CARICO

N	Descrizione	Soll.
1	SLU	1
2	SLU VENTOX	2
3	SLU VENTOY	2
6	SLU con SISMAX PRINC	16
7	SLU con SISMAX PRINC	16

SEZIONI RETTANGOLARI

N	b	h	A	Jz	Jy	Jtor	Km	Ksh
4	20.	60.	1200.	360000.	40000.	133333.3	.7	1.

VERIFICHE

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (337-451) 521
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

AS	L0	Lam	LamRel	k	kc
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031

Instabilita' torsionale

L0	Scrit	LamRel	K crit
1.00	447747	.023	1.000
1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	0.0	1480.9	-.3	3974.0
6- 2	0.0	0.0	0.0	5228.0	30.3	1662.6
6-15	0.0	0.0	0.0	-3988.4	-30.6	991.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.2	0.0	0.0	0.0	.015	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.0	.145	si
6- 2	4.4	0.0	0.0	0.0	.043	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	2.1	.015	si
6-15	0.0	3.3	0.0	0.0	0.000	0.000	.022	0.0	0.0	0.0	1.2	.005	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	883517.3	140.1	0.0	3352.9	-.3	299.8
6- 2	438367.6	-12537.2	0.0	5841.7	30.3	457.9

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	2.8	0.0	73.6	0.0	.671	0.000	.404	0.0	0.0	0.0	.4	.001	si
6- 2	4.9	0.0	36.5	3.1	.306	0.000	.060	0.0	0.0	0.0	.6	.001	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (452-338) 522
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

AS	L0	Lam	LamRel	k	kc
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031

Instabilita' torsionale

L0	Scrit	LamRel	K crit
1.00	447747	.023	1.000
1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	884756.8	204.5	0.0	3410.1	.5	-302.8
3- 1	922083.7	-349.3	0.0	5134.1	-.8	-393.1

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	2.8	0.0	73.7	.1	.672	0.000	.405	0.0	0.0	0.0	.4	.001	si
3- 1	4.3	0.0	76.8	.1	.558	0.000	.266	0.0	0.0	0.0	.5	.001	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	0.0	1538.1	.5	-3977.0
7- 4	0.0	0.0	0.0	4778.2	-6.6	-1545.9
7-13	0.0	0.0	0.0	-3499.5	7.1	-1109.9

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.3	0.0	0.0	0.0	.016	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.0	.145	si
7- 4	4.0	0.0	0.0	0.0	.039	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	1.9	.013	si
7-13	0.0	2.9	0.0	0.0	0.000	0.000	.019	0.0	0.0	0.0	1.4	.007	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (451-637) 773
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	883517.3	139.3	14.6	3408.8	.3	-163.9
6- 1	434974.2	-12919.2	-1356.8	5273.0	-31.2	-420.9

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	2.8	0.0	73.6	0.0	.671	0.000	.404	0.0	0.0	0.0	.2	0.000	si
6- 1	4.4	0.0	36.2	3.2	.300	0.000	.059	.2	0.0	.2	.5	.013	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	14.6	4923.7	.3	-4109.8
3- 1	0.0	0.0	-26.7	6643.9	-.6	-4199.8
7-12	0.0	0.0	518.9	-2443.3	12.0	-1100.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	4.1	0.0	0.0	0.0	.052	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.1	.156	si
3- 1	5.5	0.0	0.0	0.0	.054	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.2	.098	si
7-12	0.0	2.0	0.0	0.0	0.000	0.000	.013	.1	0.0	.1	1.4	.011	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (638-452) 774
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000

| Y| 1.00| .17| .003| .485| 1.031| | 1.00|.403E7| .008| 1.000|
 ----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	-21.4	4981.0	-.5	4112.8
3- 1	0.0	0.0	36.5	6705.0	.8	4203.0
7-13	0.0	0.0	-305.1	-2355.6	-7.0	1138.6

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	4.2	0.0	0.0	0.0	.052	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.1	.156	si
3- 1	5.6	0.0	0.0	0.0	.055	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.3	.099	si
7-13	0.0	2.0	0.0	0.0	0.000	0.000	.013	0.0	0.0	0.0	1.4	.010	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	884756.8	203.3	-21.4	3466.0	-.5	166.9
6-16	348756.2	-13784.3	1447.6	3443.4	33.3	212.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	2.9	0.0	73.7	.1	.673	0.000	.405	0.0	0.0	0.0	.2	.001	si
6-16	2.9	0.0	29.1	3.4	.238	0.000	.038	.2	0.0	.2	.3	.013	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (637-715) 991
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	k crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	69.2	7052.7	-2.4	4681.7
6-15	0.0	0.0	1099.1	-141.7	-26.6	1367.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.9	0.0	0.0	0.0	.074	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.9	.202	si
6-15	0.0	.1	0.0	0.0	0.000	0.000	.001	.2	0.0	.2	1.7	.020	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1076071.4	998.2	69.2	8166.7	-2.4	524.4
6- 1	414036.3	-10958.1	-1100.9	5593.1	26.5	348.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	6.8	0.0	89.7	.2	.861	0.000	.599	0.0	0.0	0.0	.7	.003	si
6- 1	4.7	0.0	34.5	2.7	.289	0.000	.054	.2	0.0	.2	.4	.011	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (716-638) 992
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	k crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000

| Y| 1.00| .17| .003| .485| 1.031| | 1.00|.403E7| .008| 1.000|

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1076740.3	1167.9	-74.6	8197.6	2.8	-526.0
6- 1	328469.3	13731.3	-1024.7	1735.6	33.2	-141.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	6.8	0.0	89.7	.3	.862	0.000	.600	0.0	0.0	0.0	.7	.003	si
6- 1	1.4	0.0	27.4	3.4	.213	0.000	.034	.2	0.0	.2	.2	.009	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	-74.6	7083.5	2.8	-4683.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.9	0.0	0.0	0.0	.074	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.9	.203	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (715-821) 1147
Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1076071.4	985.5	173.1	8195.5	2.4	-450.3
6-16	296569.7	11483.7	2358.7	313.3	27.8	-49.5

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	6.8	0.0	89.7	.2	.861	0.000	.599	0.0	0.0	0.0	.6	.004	si
6-16	.3	0.0	24.7	2.9	.181	0.000	.028	.4	0.0	.4	.1	.021	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	173.1	8877.4	2.4	-4754.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	7.4	0.0	0.0	0.0	.093	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.9	.210	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (822-716) 1148
Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	-196.3	8908.3	-2.8	4756.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	7.4	0.0	0.0	0.0	.093	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	5.9	.210	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1076740.3	1153.7	-196.3	8226.4	-2.8	452.0
6- 1	328469.3	13549.6	-2451.2	1785.8	-32.8	126.6

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	6.9	0.0	89.7	.3	.862	0.000	.600	0.0	0.0	0.0	.6	.004	si
6- 1	1.5	0.0	27.4	3.4	.213	0.000	.034	.4	0.0	.4	.2	.022	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- ASTA (821-866) 1339
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe	k	kc	L0	Scrit	LamRe	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	78.5	9485.8	4.1	4946.2

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	7.9	0.0	0.0	0.0	.099	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	6.2	.226	si

----- PROGR.(9) 413.45

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1139999.0	-1694.6	78.5	9714.9	4.1	568.2
6-16	359538.9	1417.8	1717.1	2567.3	-3.4	194.5

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	8.1	0.0	95.0	.4	.924	0.000	.672	0.0	0.0	0.0	.7	.004	si
6-16	2.1	0.0	30.0	.4	.224	0.000	.040	.3	0.0	.3	.2	.016	si

Rettangolare (sezione n. 4; b=20; h=60) ----- **ASTA (866-822) 1340**
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe	k	kc	L0	Scrit	LamRe	K crit
Z	1.00	.06	.001	.485	1.031	1.00	447747	.023	1.000
Y	1.00	.17	.003	.485	1.031	1.00	.403E7	.008	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1139999.0	-1693.6	-98.8	9714.9	-4.1	-568.2
6- 1	387209.2	519.1	-1704.2	2884.4	1.3	-261.4

```

TENSIONI          :
| Caso | St0d | Sc0d | Smzd | Smyd | fsPfd | fsIf1 | fsIto | Ttozd | Tzd | Ttoyd | Tyd | fsTau | VE |
| 1- 1 | 8.1 | 0.0 | 95.0 | .4 | .924 | 0.000 | .672 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | .7 | .004 | si |

```

```

| 6- 1 | 2.4 | 0.0 | 32.3 | .1 | .241 | 0.000 | .047 | .3 | 0.0 | .3 | .3 | .016 | si |

```

----- PROGR.(9) 413.45

```

SOLLECITAZIONI   :
| Caso |      MZ |      MY |      MT |      N |      TZ |      TY |
| 1- 1 |      0.0 |      0.0 | -98.8 | 9485.8 | -4.1 | -4946.2 |

```

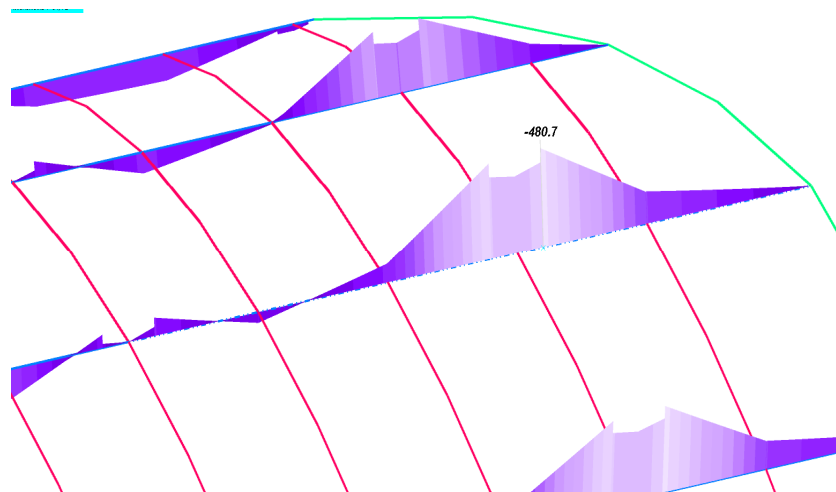
```

TENSIONI          :
| Caso | St0d | Sc0d | Smzd | Smyd | fsPfd | fsIf1 | fsIto | Ttozd | Tzd | Ttoyd | Tyd | fsTau | VE |
| 1- 1 | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | .099 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.2 | .226 | si |

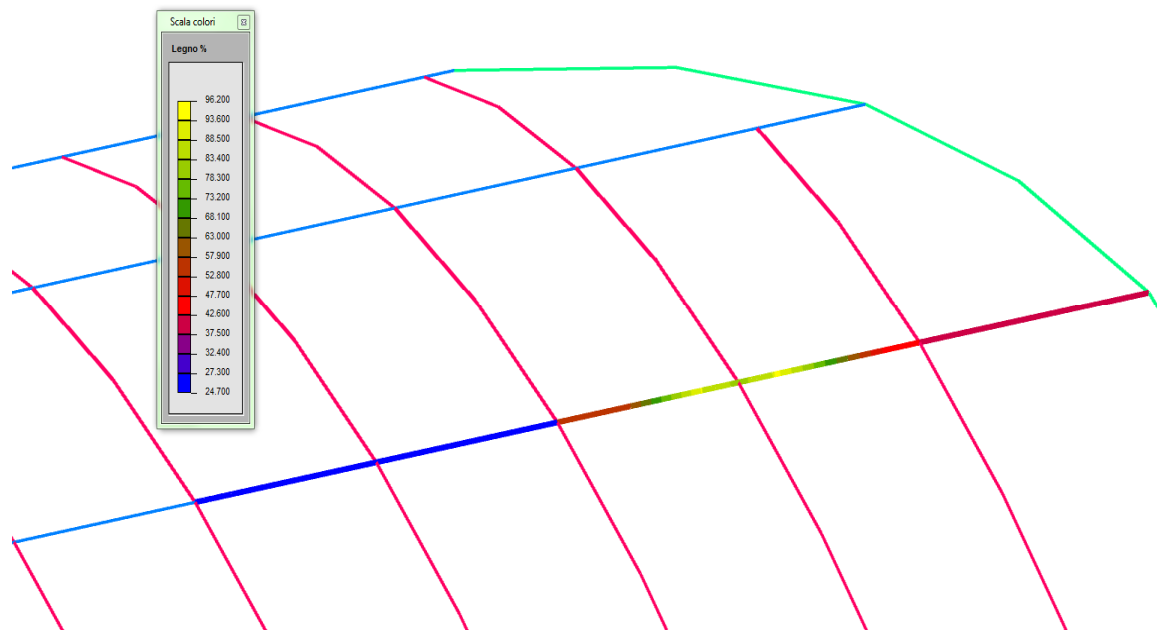
```

8.2 Verifica delle travi principali

Per quanto riguarda le sollecitazioni di momento flettente (kNm) il riferimento è alla immagine che segue.



Per quanto riguarda gli esiti sintetici delle verifiche condotte il riferimento è alla immagine ed al tabulato che seguono.



VERIFICA ASTE IN LEGNO - RELAZIONE SINTETICA

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
 Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daNcm; daN/cm2; daN/cm3.
 Numero aste : 8

RESISTENZE LIMITE RAGGIUNTE (%) :

asta	sez	b	h	fsPfd	fsIf1	fsIto	fsTau	%	VE
1271	3	22	109	.152	0.000	.007	.256	26	si
1273	3	22	109	.200	.064	.031	.252	25	si
1275	3	22	109	.207	.081	.033	.249	25	si
1277	3	22	109	.943	.257	.844	.591	94	si
1279	3	22	109	.872	0.000	.619	.382	87	si
1281	3	22	109	.890	0.000	.668	.386	89	si
1283	3	22	109	.962	.323	.907	.473	96	si
1285	3	22	109	.316	.128	.095	.384	38	si

Per quanto riguarda l'estratto degli esiti completi delle verifiche condotte, riguardanti l'asta maggiormente sollecitata, il riferimento è al tabulato che segue.

Rettangolare (sezione n. 3; **b=22; h=109**) ----- **ASTA (843-845) 1283**
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilità flessionale					Instabilità torsionale					
AS	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit	
z	408.00	12.97	.209	.517	1.010		408.00	756.23	.563	1.000
y	408.00	64.24	1.033	1.071	.741		408.00	18563.	.114	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-4807227.0	5706.9	-6026.9	1202.4	37.5	13849.9
7- 8	-2027125.9	20835.7	23879.9	-326.9	142.3	5444.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	.5	0.0	110.3	.6	.962	0.000	.907	.4	0.0	.4	8.7	.473	si
7- 8	0.0	.1	46.5	2.4	.322	.323	.099	1.6	.1	1.6	3.4	.136	si

----- PROGR.(9) 240.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-1536819.8	2327.4	-6026.9	1202.4	-9.4	13403.5
7- 8	-777883.9	-10996.9	23879.9	-326.9	106.2	5100.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	.5	0.0	35.3	.3	.312	0.000	.093	.4	0.0	.4	8.4	.444	si
7- 8	0.0	.1	17.9	1.3	.125	.126	.016	1.6	.1	1.6	3.2	.131	si

Per quanto riguarda gli esiti delle verifiche condotte a mezzo di foglio elettronico di confronto il riferimento è al tabulato che segue.

4.4.8.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)

$b =$	22	cm	larghezza sezione
$h =$	109	cm	altezza sezione
$W_y =$	43564	cm ³	$1/6 b h^2$
$I_z =$	96719	cm ⁴	$1/12 b^3 h$
$a =$	109	cm	max (b,h)
$b =$	22	cm	min (b,h)
$a/b =$	4.95	___	
$\beta =$	0.290	___	coefficiente di rigidità torsionale
$I_t =$	337005	cm ⁴	$\beta a b^3$
$M_{y_{eq,Ed}} =$	480.7	kNm	momento flettente (equivalente) agente
$\sigma_{m,y,d} =$	11.0	N/mm ²	$M_{y_{eq,Ed}} / W_y$
$L =$	408	cm	luce di calcolo
$\beta =$	1.00	___	coefficiente per luce libera di inflessione
$\Delta L_{ef} =$	0	cm	2h; 0; -0.5h
$L_{ef} =$	408	cm	$\beta L + \Delta L_{ef}$
$k_{mod} =$	0.70	___	
$\gamma_M =$	1.45	___	
$f_{m,k} =$	24.0	N/mm ²	
$f_{m,d} =$	11.6	N/mm ²	(4.4.1)
$E_{0.05} =$	9400	N/mm ²	

$$G_{0.05} = 576 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,crit} = 3234.7 \text{ kNm} \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\sigma_{m,y,crit} = 74.3 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.57 \quad \text{---} \quad (4.4.12)$$

$$k_{crit,m} = 1.00 \quad \text{---} \quad (4.4.12)$$

$$ver = 0.95 \quad \text{---} \quad (4.4.11)$$

Verifica soddisfatta

Per quanto riguarda gli esiti completi delle verifiche condotte il riferimento è al tabulato che segue.

VERIFICA ASTE IN LEGNO

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
 Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daN/cm²; daN/cm³.
 Numero aste : 8

MATERIALE

Descrizione: Legno lamellare
 Norma : UNI EN 1194 Classe : GL24h
 fmk = 240. ft0k= 165. ft90k=4. fc0k= 240. fc90k=27. fvk = 27.
 E0m = 116000 E005= 94000. E90m =3900. Gm = 7200. G005= 5834.5
 Rok = .00037 Rom = .00045

DATI [NTC08 4.4.6]

Tipo legno : Legno lamellare incollato Riferimento : EN 14080
 Classe di servizio: 3 ; gm= 1.45 ; kdef= 2 ; betaC= 0.1

Classi di durata	kmod	ft0d	* fc0d	fmd	* fvd	Casi di carico
Permanente	.500	56.90	82.76	82.76	9.31	non prevista
Lunga durata	.550	62.59	91.03	91.03	10.24	non prevista
Media durata	.650	73.97	107.59	107.59	12.10	non prevista
Breve durata	.700	79.66	115.86	115.86	13.03	1
Istantaneo	.900	102.41	148.97	148.97	16.76	2, 3, 6, 7

(*) valori per Kh=1

CASI DI CARICO

N	Descrizione	solli
1	SLU	1
2	SLU VENTOX	2
3	SLU VENTOY	2
6	SLU con SISMAX PRINC	16
7	SLU con SISMAY PRINC	16

SEZIONI RETTANGOLARI

N	b	h	A	Jz	Jy	Jtor	Km	Ksh	
3	22.	109.	2398.	23742	19.8	96719.3	345087.	.7	1.

VERIFICHE

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (831-833) 1271
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	360.00	11.44	.184	.511	1.012	360.00	857.06	.529	1.000
Y	360.00	56.69	.912	.946	.834	360.00	21039.	.107	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	-3681.2	12309.6	19.4	-7228.2
6- 5	0.0	0.0	-62081.4	5389.1	133.7	-2606.7

TENSIONI :

Caso	st0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.1	0.0	0.0	0.0	.064	0.000	0.000	.3	0.0	.3	4.5	.139	si
6- 5	2.2	0.0	0.0	0.0	.022	0.000	0.000	4.3	.1	4.3	1.6	.256	si

----- PROGR.(9) 60.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-437037.9	-814.3	-3681.2	12309.6	7.7	-7339.8
6- 5	-158978.9	-7753.8	-62081.4	5389.1	124.7	-2692.6

TENSIONI :

Caso	st0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.1	0.0	10.0	.1	.152	0.000	.007	.3	0.0	.3	4.6	.143	si
6- 5	2.2	0.0	3.6	.9	.050	0.000	.001	4.3	.1	4.3	1.7	.256	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (833-835) 1273
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	360.00	11.44	.184	.511	1.012	360.00	857.06	.529	1.000
Y	360.00	56.69	.912	.946	.834	360.00	21039.	.107	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-886479.7	-967.2	-4106.5	4454.4	10.6	6089.1
6- 5	-315625.6	-7805.0	-62180.5	2659.7	116.3	1976.3
6-16	-260558.6	9519.6	57938.2	-100.8	-172.5	2231.0

TENSIONI :

Caso	st0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.9	0.0	20.3	.1	.200	0.000	.031	.3	0.0	.3	3.8	.106	si
6- 5	1.1	0.0	7.2	.9	.063	0.000	.002	4.3	.1	4.3	1.2	.252	si
6-16	0.0	0.0	6.0	1.1	.045	.045	.002	4.0	.1	4.0	1.4	.237	si

----- PROGR.(9) 240.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	521340.2	2126.2	-4106.5	4454.4	-36.4	5642.7
6- 5	118532.5	-31376.4	-62180.5	2659.7	80.2	1632.9
6-16	232616.4	55248.4	57938.2	-100.8	-208.6	1887.5

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.9	0.0	12.0	.2	.128	0.000	.011	.3	0.0	.3	3.5	.094	si
6- 5	1.1	0.0	2.7	3.6	.045	0.000	0.000	4.3	.1	4.3	1.0	.250	si
6-16	0.0	0.0	5.3	6.3	.063	.064	.002	4.0	.1	4.0	1.2	.235	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (835-837) 1275
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
AS	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	360.00	11.44	.184	.511	1.012	360.00	857.06	.529	1.000
Y	360.00	56.69	.912	.946	.834	360.00	21039.	.107	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	518045.0	1984.6	-4521.5	3696.2	2.7	-4493.2
6- 5	116667.5	-31404.0	-61550.2	2767.7	-212.0	-1424.5
6-16	232311.6	55121.9	57013.5	-775.4	399.1	-1466.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.5	0.0	11.9	.2	.123	0.000	.011	.3	0.0	.3	2.8	.070	si
6- 5	1.2	0.0	2.7	3.6	.046	0.000	0.000	4.2	.1	4.2	.9	.247	si
6-16	0.0	.3	5.3	6.3	.063	.066	.004	3.9	.2	3.9	.9	.229	si

----- PROGR.(9) 300.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-913619.0	9967.4	-4521.5	3696.2	-55.9	-5051.2
6- 5	-402538.2	39036.9	-61550.2	2767.7	-257.1	-1853.8
6-14	-344433.4	-56444.4	55802.7	-292.5	344.9	-2025.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.5	0.0	21.0	1.1	.207	0.000	.033	.3	0.0	.3	3.2	.082	si
6- 5	1.2	0.0	9.2	4.4	.092	0.000	.004	4.2	.2	4.2	1.2	.249	si
6-14	0.0	.1	7.9	6.4	.080	.081	.004	3.8	.2	3.8	1.3	.227	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (837-839) 1277
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
AS	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	360.00	11.44	.184	.511	1.012	360.00	857.06	.529	1.000
Y	360.00	56.69	.912	.946	.834	360.00	21039.	.107	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-920968.5	9630.2	-4521.5	3698.5	31.5	-15261.1
6-14	-346785.2	-56697.9	55802.7	-288.1	-263.5	-5070.9

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.5	0.0	21.1	1.1	.208	0.000	.033	.3	0.0	.3	9.5	.559	si
6-14	0.0	.1	8.0	6.4	.081	.082	.004	3.8	.2	3.8	3.2	.257	si

----- PROGR.(9) 240.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-4637198.3	7706.0	-4521.5	3698.5	-15.4	-15707.5
6-14	-1605281.1	18886.1	55802.7	-288.1	-299.5	-5414.3

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	1.5	0.0	106.4	.9	.943	0.000	.844	.3	0.0	.3	9.8	.591	si
6-14	0.0	.1	36.8	2.1	.257	.257	.062	3.8	.2	3.8	3.4	.262	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (839-841) 1279
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	360.00	11.44	.184	.511	1.012	360.00	857.06	.529	1.000
Y	360.00	56.69	.912	.946	.834	360.00	21039.1	.107	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3971254.0	7932.5	-5184.6	15337.7	-10.6	4195.7
6- 5	-1483479.6	-4925.1	-95812.0	6629.5	714.1	1260.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	6.4	0.0	91.2	.9	.872	0.000	.619	.4	0.0	.4	2.6	.067	si
6- 5	2.8	0.0	34.1	.6	.258	0.000	.052	6.6	.4	6.6	.8	.382	si

----- PROGR.(9) 60.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3722857.6	8921.9	-5184.6	15337.7	-22.4	4084.1
6- 5	-1411561.3	-35364.8	-95812.0	6629.5	705.1	1174.3

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	6.4	0.0	85.5	1.0	.823	0.000	.544	.4	0.0	.4	2.6	.065	si
6- 5	2.8	0.0	32.4	4.0	.262	0.000	.047	6.6	.4	6.6	.7	.382	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (841-843) 1281
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	408.00	12.97	.209	.517	1.010	408.00	756.23	.563	1.000
Y	408.00	64.24	1.033	1.071	.741	408.00	18563.1	.114	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3737273.4	8245.6	-5346.5	13117.9	44.3	-6414.3
6- 5	-1416610.7	-35427.6	-95381.3	5205.7	-171.5	-2215.5

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.5	0.0	85.8	.9	.814	0.000	.548	.4	0.0	.4	4.0	.122	si
6- 5	2.2	0.0	32.5	4.0	.257	0.000	.048	6.5	.1	6.5	1.4	.385	si

----- PROGR.(9) 60.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-4125479.7	5938.8	-5346.5	13117.9	32.6	-6525.9
6- 5	-1551420.8	-23719.1	-95381.3	5205.7	-180.5	-2301.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	5.5	0.0	94.7	.7	.890	0.000	.668	.4	0.0	.4	4.1	.125	si
6- 5	2.2	0.0	35.6	2.7	.272	0.000	.057	6.5	.1	6.5	1.4	.386	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (843-845) 1283
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale					
As	L0	Lam	LamRe	k	kc	L0	Scrit	LamRe	K	crit	
Z	408.00	12.97	.209	.517	1.010	408.00	756.23	.563	1.000		
Y	408.00	64.24	1.033	1.071	.741	408.00	18563.	.114	1.000		

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-4807227.0	5706.9	-6026.9	1202.4	37.5	13849.9
7- 8	-2027125.9	20835.7	23879.9	-326.9	142.3	5444.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	.5	0.0	110.3	.6	.962	0.000	.907	.4	0.0	.4	8.7	.473	si
7- 8	0.0	.1	46.5	2.4	.322	.323	.099	1.6	.1	1.6	3.4	.136	si

----- PROGR.(9) 240.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-1536819.8	2327.4	-6026.9	1202.4	-9.4	13403.5
7- 8	-777883.9	-10996.9	23879.9	-326.9	106.2	5100.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	.5	0.0	35.3	.3	.312	0.000	.093	.4	0.0	.4	8.4	.444	si
7- 8	0.0	.1	17.9	1.3	.125	.126	.016	1.6	.1	1.6	3.2	.131	si

Rettangolare (sezione n. 3; b=22; h=109) ----- ASTA (845-847) 1285
 Khz= 1 ; Khy= 1.1 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale					
As	L0	Lam	LamRe	k	kc	L0	Scrit	LamRe	K	crit	
Z	408.00	12.97	.209	.517	1.010	408.00	756.23	.563	1.000		
Y	408.00	64.24	1.033	1.071	.741	408.00	18563.	.114	1.000		

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-1558253.7	1292.1	-6026.9	1248.0	40.5	4454.1
6- 5	-576088.4	25814.6	-95568.9	961.3	96.5	1787.9
7- 8	-786049.4	-11491.4	23879.9	-362.9	-1.7	2340.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	.5	0.0	35.8	.1	.316	0.000	.095	.4	0.0	.4	2.8	.076	si
6- 5	.4	0.0	13.2	2.9	.105	0.000	.008	6.5	.1	6.5	1.1	.384	si
7- 8	0.0	.2	18.0	1.3	.127	.128	.016	1.6	0.0	1.6	1.5	.102	si

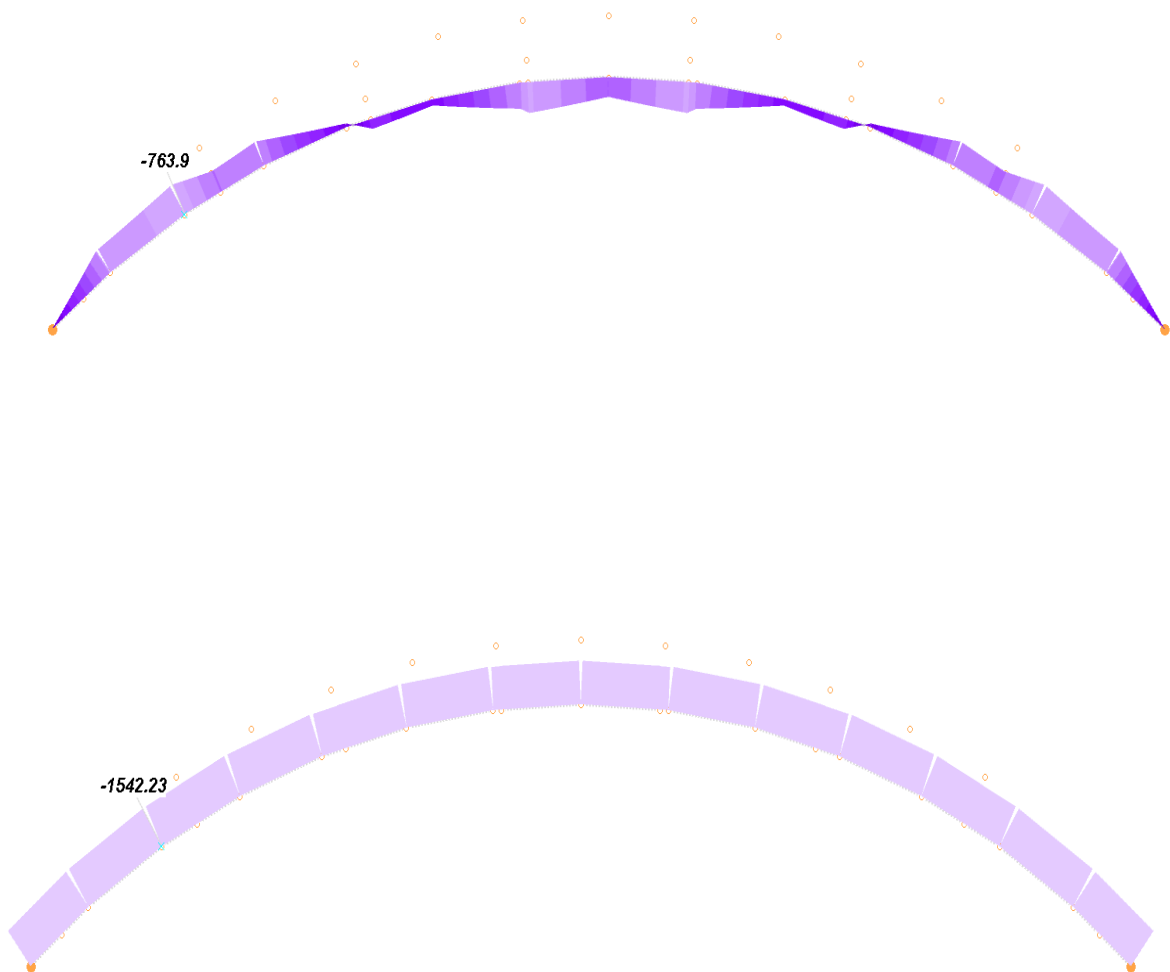
----- PROGR.(9) 380.00

SOLLECITAZIONI							
Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY	
2- 1	0.0	0.0	-5755.5	1713.9	-.5	3629.6	
6- 5	0.0	0.0	-95568.9	961.3	39.4	1244.1	
6-14	0.0	0.0	88988.3	-412.9	-122.2	1424.3	

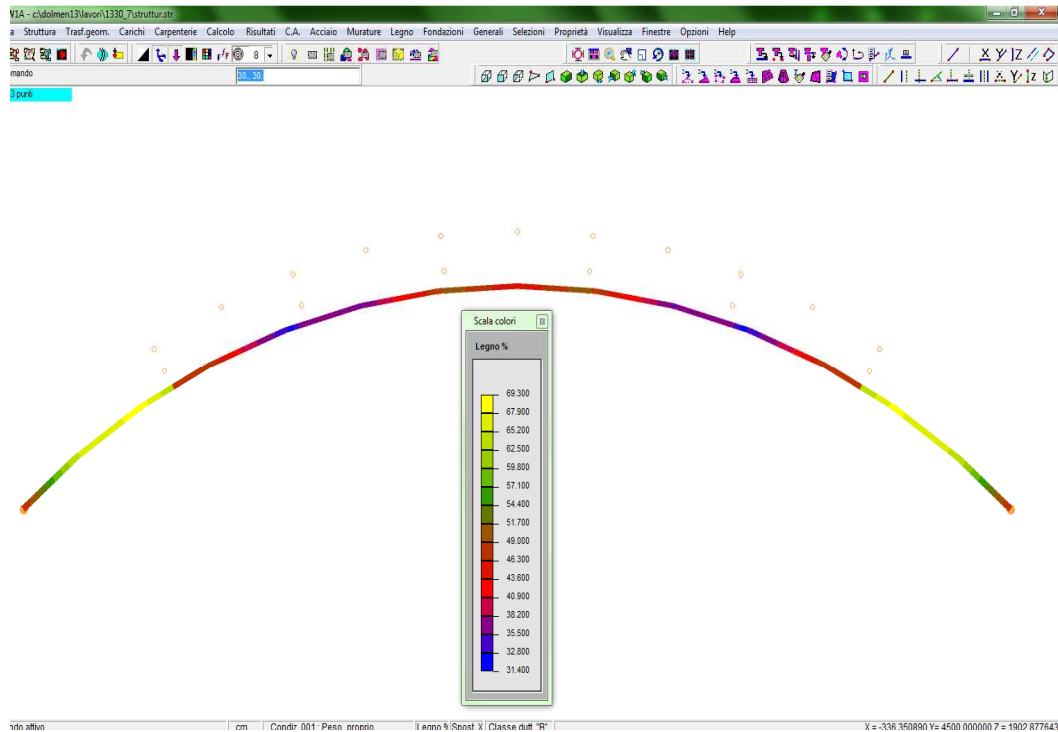
TENSIONI												
Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau VE
2- 1	.7	0.0	0.0	0.0	.007	0.000	0.000	.4	0.0	.4	2.3	.041
6- 5	.4	0.0	0.0	0.0	.004	0.000	0.000	6.5	0.0	6.5	.8	.381
6-14	0.0	.2	0.0	0.0	0.000	.002	.002	6.1	.1	6.1	.9	.356

8.3 Verifica degli archi

Per quanto riguarda le sollecitazioni di sforzo normale (kN) e momento flettente (kNm) il riferimento è alle immagini che seguono.



Per quanto riguarda gli esiti sintetici delle verifiche condotte il riferimento è alla immagine ed al tabulato che seguono.



VERIFICA ASTE IN LEGNO - RELAZIONE SINTETICA

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
 Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daNcm; daN/cm²; daN/cm³.
 Numero aste : 22

RESISTENZE LIMITE RAGGIUNTE (%) :

asta	sez	b	h	fsPfd	fsIf1	fsIto	fsTau	%	VE
11	1	40.	180.	.172	.562	.481	.079	56	si
12	1	40.	180.	.171	.560	.481	.078	56	si
63	1	40.	180.	.294	.647	.525	.085	65	si
64	1	40.	180.	.292	.645	.525	.084	64	si
141	1	40.	180.	.355	.693	.553	.013	69	 si
142	1	40.	180.	.347	.687	.552	.010	69	si
229	1	40.	180.	.354	.691	.552	.053	69	si
230	1	40.	180.	.347	.685	.551	.050	68	si
265	1	40.	180.	.311	.482	.362	.076	48	si
266	1	40.	180.	.275	.478	.361	.065	48	si
457	1	40.	180.	.310	.480	.361	.101	48	si
458	1	40.	180.	.274	.476	.360	.090	48	si
551	1	40.	180.	.178	.382	.307	.230	38	si
552	1	40.	180.	.195	.381	.307	.218	38	si
575	1	40.	180.	.178	.382	.306	.050	38	si
576	1	40.	180.	.195	.381	.306	.047	38	si
665	1	40.	180.	.287	.481	.356	.052	48	si
666	1	40.	180.	.288	.481	.356	.045	48	si

717	1	40.	180.	.328	.506	.374	.170	51	si
718	1	40.	180.	.328	.506	.374	.169	51	si
803	1	40.	180.	.328	.508	.376	.028	51	si
804	1	40.	180.	.329	.509	.376	.027	51	si

Per quanto riguarda l'estratto degli esiti completi delle verifiche condotte, riguardanti l'asta maggiormente sollecitata, il riferimento è al tabulato che segue.

Rettangolare (sezione n. 1; **b=40; h=180**) ----- **ASTA (123-163) 141**
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilità flessionale					Instabilità torsionale				
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-6350367.0	49182.1	5170.1	-155531.6	-136.0	-2002.6
2- 2	-7698095.6	72180.5	7587.8	-164177.6	-199.5	-4819.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.6	29.4	1.0	.294	.650	.529	.1	0.0	.1	.4	.006	si
2- 2	0.0	22.8	35.6	1.5	.269	.558	.438	.1	0.0	.1	1.0	.009	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-7639039.2	107375.3	5170.1	-154222.5	-136.0	-4018.7
2- 2	-10192389.4	157585.9	7587.8	-162868.5	-199.5	-6835.3

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	35.4	2.2	.352	.693	.553	.1	0.0	.1	.8	.009	si
2- 2	0.0	22.6	47.2	3.3	.355	.621	.478	.1	0.0	.1	1.4	.013	si

Per quanto riguarda gli esiti delle verifiche condotte a mezzo di foglio elettronico di confronto il riferimento è al tabulato che segue.

C4.2.4.1.3.3 Membrane inflesse e compresse (Mutuato)

b =	40	cm	larghezza sezione
h =	180	cm	altezza sezione
A =	7200	cm ²	b h
I _y =	19440000	cm ⁴	1/12 b h ³
i _y =	52.0	cm	(I _y / A) ^{0.5}
I _z =	960000	cm ⁴	1/12 h b ³
i _z =	11.5	cm	(I _z / A) ^{0.5}

$$\begin{aligned}
 W_y &= 216000 \text{ cm}^3 && 1/6 b h^2 \\
 W_z &= 48000 \text{ cm}^3 && 1/6 b^2 h \\
 a &= 180 \text{ cm} && \max(b, h) \\
 b &= 40 \text{ cm} && \min(b, h) \\
 a/b &= 4.50 \text{ ---} \\
 \beta &= 0.284 \text{ ---} && \text{coefficiente di rigidità torsionale} \\
 I_t &= 3271680 \text{ cm}^4 && \beta a b^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} &= \boxed{1542.2} \text{ kN} && \text{sforzo normale agente} \\
 M_{y_{eq}, Ed} &= \boxed{763.9} \text{ kNm} && \text{momento flettente (equivalente) agente} \\
 M_{z_{eq}, Ed} &= \boxed{10.7} \text{ kNm} && \text{momento flettente (equivalente) agente}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \boxed{1085} \text{ cm} && \text{luce di calcolo (} N_{Ed} \text{)} \\
 \beta &= 1.00 \text{ ---} && \text{coefficiente per luce libera di inflessione} \\
 L_0 &= 1085 \text{ cm} && \beta L \\
 i &= 11.5 \text{ cm} && \min(i_y, i_z) \\
 \lambda &= 94.0 \text{ ---} && L_0 / i
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \boxed{1085} \text{ cm} && \text{luce di calcolo (} M_{y_{eq}, Ed} \text{)} \\
 \beta &= 1.00 \text{ ---} && \text{coefficiente per luce libera di inflessione} \\
 \Delta L_{ef} &= 0 \text{ cm} && 2h; 0; -0.5h \\
 L_{ef} &= 1085 \text{ cm} && \beta L + \Delta L_{ef}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \boxed{1085} \text{ cm} && \text{luce di calcolo (} M_{z_{eq}, Ed} \text{)} \\
 \beta &= 1.00 \text{ ---} && \text{coefficiente per luce libera di inflessione} \\
 \Delta L_{ef} &= 0 \text{ cm} && 2b; 0; -0.5b \\
 L_{ef} &= 1085 \text{ cm} && \beta L + \Delta L_{ef}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_{mod} &= 0.70 \text{ ---} \\
 \gamma_M &= 1.45 \text{ ---} \\
 f_{c,0,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{c,0,d} &= 11.6 \text{ N/mm}^2 \text{ (4.4.1)} \\
 f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{m,d} &= 11.6 \text{ N/mm}^2 \text{ (4.4.1)} \\
 E_{0.05} &= 9400 \text{ N/mm}^2 \\
 G_{0.05} &= 576 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\lambda_{rel,c} = 1.51 \text{ ---} \text{ (4.4.14)}$$

$$\beta_c = \boxed{0.1} \quad \text{coefficiente di imperfezione}$$

$$k = 1.70 \quad (4.4.16)$$

$$k_{crit,c} = 0.40 \quad (4.4.15)$$

$$M_{ycrit} = 11940.3 \text{ kNm} \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\sigma_{m,y,crit} = 55.3 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.66 \quad (4.4.12)$$

$$k_{crit,m} = 1.00 \quad (4.4.12)$$

$$\lambda_y = 20.9 \quad L_0 / i_y$$

$$\sigma_{c,y,crit} = 212.8 \text{ N/mm}^2 \quad \pi^2 E_{0.05} / \lambda_y^2$$

$$N_{y,cr} = 153202.0 \text{ kN} \quad A \sigma_{c,y,crit}$$

$$M_{zcrit} = 53731.5 \text{ kNm} \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\sigma_{m,z,crit} = 1119.4 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.15 \quad (4.4.12)$$

$$k_{crit,m} = 1.00 \quad (4.4.12)$$

$$\lambda_z = 94.0 \quad L_0 / i_z$$

$$\sigma_{c,z,crit} = 10.5 \quad \pi^2 E_{0.05} / \lambda_z^2$$

$$N_{z,cr} = 7565.5 \text{ kN} \quad A \sigma_{c,z,crit}$$

$$k_m = \boxed{0.7} \quad \text{coefficiente di redistribuzione}$$

$$ver = 0.70 \quad (C4.2.36)$$

$$ver = \mathbf{0.78} \quad (C4.2.36)$$

Verifica soddisfatta

Per quanto riguarda gli esiti completi delle verifiche condotte il riferimento è al tabulato che segue.

VERIFICA ASTE IN LEGNO

Normativa : NTC08 - EC5 (UNI EN 1995-1-1)
 Unità di misura : cm; daN; daN/cm; daNcm; daN/cm²; daN/cm³.
 Numero aste : 22

MATERIALE

Descrizione: Legno lamellare
 Norma : UNI EN 1194 Classe : GL24h
 fmk = 240. ft0k= 165. ft90k=4. fc0k= 240. fc90k=27. fvk = 27.
 E0m = 116000 E005= 94000. E90m =3900. Gm = 7200. G005= 5834.5
 Rok = .00037 Rom = .00045

DATI [NTC08 4.4.6]

Tipo legno : Legno lamellare incollato Riferimento : EN 14080
 Classe di servizio: 3 ; gM= 1.45 ; kdef= 2 ; betaC= 0.1

Classi di durata	kmod	ft0d *	fc0d	fmd *	fvd	Casi di carico
Permanente	.500	56.90	82.76	82.76	9.31	non prevista
Lunga durata	.550	62.59	91.03	91.03	10.24	non prevista
Media durata	.650	73.97	107.59	107.59	12.10	non prevista
Breve durata	.700	79.66	115.86	115.86	13.03	1
Istantaneo	.900	102.41	148.97	148.97	16.76	2, 3, 6, 7

(*) valori per Kh=1

CASI DI CARICO

N	Descrizione	Soll.
1	SLU	1
2	SLU VENTOX	2
3	SLU VENTOY	2
6	SLU con SISMAX PRINC	16
7	SLU con SISMAY PRINC	16

SEZIONI RETTANGOLARI

N	b	h	A	Jz	Jy	Jtor	Km	Ksh
1	40.	180.	7200.	19440000.	960000.	3388235.3	.7	1.

VERIFICHE

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (85-107) 11
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale					Instabilita' torsionale				
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	0.0	-155754.3	-136.0	-16674.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.6	0.0	0.0	.035	.465	.465	0.0	0.0	0.0	3.5	.071	si

----- PROGR.(9) 196.90

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3367430.1	26766.0	0.0	-155058.5	-136.0	-17533.9

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	15.6	.6	.172	.562	.481	0.0	0.0	0.0	3.7	.079	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (108-87) 12
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale					Instabilita' torsionale				
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3351714.2	21023.6	0.0	-155050.3	106.8	17454.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	15.5	.4	.171	.560	.481	0.0	0.0	0.0	3.6	.078	si

----- PROGR.(9) 196.90

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	0.0	0.0	0.0	-155746.1	106.8	16594.9

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.6	0.0	0.0	.035	.465	.465	0.0	0.0	0.0	3.5	.070	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (107-123) 63
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.1	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3367430.1	26766.0	3.9	-155061.1	-136.0	-17511.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	15.6	.6	.172	.562	.481	0.0	0.0	0.0	3.6	.078	si

----- PROGR.(9) 166.79

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-6350367.0	49453.1	3.9	-154471.4	-136.0	-18239.5

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	29.4	1.0	.294	.647	.525	0.0	0.0	0.0	3.8	.085	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (124-108) 64
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRel	k	kc	L0	Scrit	LamRel	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.1	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-6321330.5	38843.4	-3.1	-154463.2	106.8	18159.7

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	29.3	.8	.292	.645	.525	0.0	0.0	0.0	3.8	.084	si

----- PROGR.(9) 166.79

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-3351714.2	21023.6	-3.1	-155052.8	106.8	17431.3

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.5	15.5	.4	.171	.560	.481	0.0	0.0	0.0	3.6	.078	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (123-163) 141
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-6350367.0	49182.1	5170.1	-155531.6	-136.0	-2002.6
2- 2	-7698095.6	72180.5	7587.8	-164177.6	-199.5	-4819.2

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.6	29.4	1.0	.294	.650	.529	.1	0.0	.1	.4	.006	si
2- 2	0.0	22.8	35.6	1.5	.269	.558	.438	.1	0.0	.1	1.0	.009	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-7639039.2	107375.3	5170.1	-154222.5	-136.0	-4018.7
2- 2	-10192389.4	157585.9	7587.8	-162868.5	-199.5	-6835.3

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	35.4	2.2	.352	.693	.553	.1	0.0	.1	.8	.009	si
2- 2	0.0	22.6	47.2	3.3	.355	.621	.478	.1	0.0	.1	1.4	.013	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (164-124) 142
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996	1085.78	565.77	.651	1.000
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402	1085.78	11457.	.145	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-7576390.9	84339.0	-4060.9	-154206.0	106.8	3940.2
2- 1	-8959318.2	117067.3	-5636.8	-146603.3	148.2	6057.3

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fspfd	fsifl	fsito	ttozd	tzd	ttoyd	tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	35.1	1.8	.347	.687	.552	.1	0.0	.1	.8	.008	si
2- 1	0.0	20.4	41.5	2.4	.308	.551	.418	.1	0.0	.1	1.3	.010	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-6321330.5	38630.6	-4060.9	-155515.1	106.8	1924.1

| 7-13| -2324480.8| 112090.5| -11783.3| -64137.5| 297.5| 283.8|

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf		fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.6	29.3	.8	.292	.648	.528	.1	0.0	.1	.4	.005	si	
7-13	0.0	8.9	10.8	2.3	.086	.215	.154	.1	.1	.1	.1	.009	si	

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (163-203) 229
Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe		k	kc		L0	Scrit	LamRe		K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996		1085.78	565.77	.651	1.000		
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402		1085.78	11457.	.145	1.000		

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-7639039.2	106251.0	16337.2	-153801.0	-136.0	12082.8
2- 2	-10192389.4	155935.9	23976.7	-162693.5	-199.5	10183.0

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf		fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	35.4	2.2	.352	.691	.552	.2	0.0	.2	2.5	.053	si	
2- 2	0.0	22.6	47.2	3.2	.354	.620	.478	.3	0.0	.3	2.1	.034	si	

----- PROGR.(9) 195.27

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5374638.7	132803.3	16337.2	-153302.9	-136.0	11105.6
2- 2	-8299031.4	194904.4	23976.7	-162195.4	-199.5	9205.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf		fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.3	24.9	2.8	.265	.631	.504	.2	0.0	.2	2.3	.047	si	
2- 2	0.0	22.5	38.4	4.1	.299	.583	.443	.3	0.0	.3	1.9	.031	si	

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (204-164) 230
Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe		k	kc		L0	Scrit	LamRe		K crit
Z	1085.78	20.90	.336	.558	.996		1085.78	565.77	.651	1.000		
Y	1085.78	94.03	1.512	1.704	.402		1085.78	11457.	.145	1.000		

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

| Caso | MZ | MY | MT | N | TZ | TY |
| 1- 1| -5297074.7| 104311.7| -12832.2| -153278.2| 106.8| -11182.0|

TENSIONI :

| Caso |St0d |Sc0d |Smzd |Smyd |fsPfd |fsIf| |fsIto|Ttozd |Tzd |Ttoyd |Tyd |fsTau|VE|
| 1- 1| 0.0| 21.3| 24.5| 2.2| .258| .624| .502| .2| 0.0| .2| 2.3| .044|si|

----- PROGR.(9) 195.27

SOLLECITAZIONI :

| Caso | MZ | MY | MT | N | TZ | TY |
| 1- 1| -7576390.9| 83456.0| -12832.2| -153776.4| 106.8| -12159.2|

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	35.1	1.7	.347	.685	.551	.2	0.0	.2	2.5	.050	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (203-239) 265
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004	859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602	859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5376765.9	130725.7	55551.4	-153968.2	299.7	-1910.9
2- 2	-8300979.5	192051.4	77824.8	-162781.1	398.7	-2264.6
6-15	-2335205.7	287710.1	102324.6	-63247.1	446.5	-889.6

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	24.9	2.7	.265	.479	.353	.7	.1	.7	.4	.053	si
2- 2	0.0	22.6	38.4	4.0	.299	.458	.318	1.0	.1	1.0	.5	.058	si
6-15	0.0	8.8	10.8	6.0	.103	.187	.103	1.3	.1	1.3	.2	.075	si

----- PROGR.(9) 232.84

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5957166.5	60952.2	55551.4	-153374.6	299.7	-3075.7
2- 2	-8963712.4	99232.1	77824.8	-162187.5	398.7	-3429.4
6-15	-2642632.8	183788.4	102324.6	-62790.5	446.5	-1785.5

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.3	27.6	1.3	.279	.482	.362	.7	.1	.7	.6	.055	si
2- 2	0.0	22.5	41.5	2.1	.311	.459	.329	1.0	.1	1.0	.7	.059	si
6-15	0.0	8.7	12.2	3.8	.103	.179	.104	1.3	.1	1.3	.4	.076	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (240-204) 266
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004	859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602	859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5894145.3	43283.7	-45372.6	-153357.1	-254.8	3138.1
6- 4	-2628103.3	166187.1	-87754.3	-62618.9	-406.8	1849.5

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf1	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.3	27.3	.9	.275	.478	.361	.6	.1	.6	.7	.045	si
6- 4	0.0	8.7	12.2	3.5	.101	.176	.104	1.1	.1	1.1	.4	.065	si

----- PROGR.(9) 232.84

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5299217.9	102587.7	-45372.6	-153950.8	-254.8	1973.4

| 6- 4| -2332079.9| 260882.0| -87754.3| -63075.5| -406.8| 953.6|

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.4	24.5	2.1	.258	.472	.351	.6	.1	.6	.4	.044	si
6- 4	0.0	8.8	10.8	5.4	.100	.183	.103	1.1	.1	1.1	.2	.064	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (239-377) 457
Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe	k	kc		L0	Scrit	LamRe	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004		859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602		859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5957166.5	54801.7	61627.1	-152853.8	299.7	12997.6
2- 2	-8963712.4	90539.6	87785.6	-161655.3	398.7	13568.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.2	27.6	1.1	.278	.480	.361	.8	.1	.8	2.7	.101	si
2- 2	0.0	22.5	41.5	1.9	.310	.457	.328	1.1	.1	1.1	2.8	.093	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-873071.2	-73524.0	61627.1	-151992.4	299.7	10752.9
2- 2	-3635221.0	-80171.2	87785.6	-160793.8	398.7	11323.7
6-15	-951462.4	-22686.7	121002.4	-61945.7	454.0	3065.4

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.1	4.0	1.5	.077	.340	.304	.8	.1	.8	2.2	.088	si
2- 2	0.0	22.3	16.8	1.7	.143	.339	.262	1.1	.1	1.1	2.4	.084	si
6-15	0.0	8.6	4.4	.5	.035	.120	.097	1.5	.1	1.5	.6	.090	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (378-240) 458
Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale

Instabilita' torsionale

As	L0	Lam	LamRe	k	kc		L0	Scrit	LamRe	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004		859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602		859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-837404.2	-70774.4	-49654.6	-151981.5	-254.8	-10689.0
2- 1	-3515001.7	-63300.1	-65572.9	-144626.1	-301.8	-9312.2
6- 4	-943404.8	-20192.0	-104668.5	-61766.8	-414.4	-2978.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIf	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.1	3.9	1.5	.075	.338	.304	.6	.1	.6	2.2	.076	si
2- 1	0.0	20.1	16.3	1.3	.133	.309	.236	.8	.1	.8	1.9	.061	si
6- 4	0.0	8.6	4.4	.4	.035	.119	.096	1.3	.1	1.3	.6	.078	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-5894145.3	38296.0	-49654.6	-152843.0	-254.8	-12933.7

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.2	27.3	.8	.274	.476	.360	.6	.1	.6	2.7	.090	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (377-401) 551
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004	859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602	859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-873071.2	-79534.9	53645.8	-150049.6	299.7	26503.0
2- 2	-3635221.0	-88866.8	78971.0	-158744.0	398.7	27986.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	4.0	1.7	.077	.337	.300	.7	.1	.7	5.5	.230	si
2- 2	0.0	22.0	16.8	1.9	.143	.337	.258	1.0	.1	1.0	5.8	.179	si

----- PROGR.(9) 120.68

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	2287050.6	-115721.7	53645.8	-149873.9	299.7	25848.1
2- 1	4870139.3	-94437.6	28320.6	-141179.5	200.7	24365.0

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	10.6	2.4	.138	.382	.307	.7	.1	.7	5.4	.221	si
2- 1	0.0	19.6	22.5	2.0	.178	.337	.241	.4	0.0	.4	5.1	.113	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (402-378) 552
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	859.79	16.55	.266	.534	1.004	859.79	714.48	.580	1.000
Y	859.79	74.46	1.198	1.262	.602	859.79	14468.	.129	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	2314909.4	-106312.0	-42024.2	-149869.7	-254.8	-25783.5
2- 2	5250178.2	-106414.9	-25414.8	-157042.0	-207.8	-27917.8

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	10.7	2.2	.138	.381	.307	.5	.1	.5	5.4	.209	si
2- 2	0.0	21.8	24.3	2.2	.195	.372	.270	.3	0.0	.3	5.8	.139	si

----- PROGR.(9) 120.68

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	-837404.2	-75555.0	-42024.2	-150045.5	-254.8	-26438.3
2- 1	-3515001.7	-69776.9	-58633.6	-142873.2	-301.8	-24304.0

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	3.9	1.6	.075	.335	.300	.5	.1	.5	5.5	.218	si
2- 1	0.0	19.8	16.3	1.5	.134	.307	.233	.7	.1	.7	5.1	.134	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (401-479) 575
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	2285630.3	-114084.0	22129.6	-151323.2	-49.6	-1926.7
2- 1	4868714.7	-93270.4	5968.7	-142637.3	-47.0	-3558.3
6-14	258991.7	-78396.4	67693.4	-61536.3	10.9	-77.2

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.0	10.6	2.4	.138	.382	.306	.3	0.0	.3	.4	.022	si
2- 1	0.0	19.8	22.5	1.9	.178	.337	.241	.1	0.0	.1	.7	.006	si
6-14	0.0	8.5	1.2	1.6	.019	.110	.094	.9	0.0	.9	0.0	.050	si

----- PROGR.(9) 307.43

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1437182.9	-98828.1	22129.6	-150876.7	-49.6	-3594.1
2- 1	3518808.2	-78836.9	5968.7	-142190.8	-47.0	-5225.6
6-14	33327.3	-81208.9	67693.4	-61192.9	10.9	-1359.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.0	6.7	2.1	.102	.354	.300	.3	0.0	.3	.7	.024	si
2- 1	0.0	19.7	16.3	1.6	.134	.305	.230	.1	0.0	.1	1.1	.009	si
6-14	0.0	8.5	.2	1.7	.015	.105	.094	.9	0.0	.9	.3	.050	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (480-402) 576
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1455846.9	-94662.7	-16013.9	-150870.7	33.5	3624.1
2- 2	3803469.3	-92577.5	-2942.3	-158255.6	41.2	5535.6
6- 3	29515.8	-81308.0	-64321.8	-61070.6	-7.0	1101.0

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.0	6.7	2.0	.102	.354	.300	.2	0.0	.2	.8	.018	si
2- 2	0.0	22.0	17.6	1.9	.149	.338	.256	0.0	0.0	0.0	1.2	.007	si
6- 3	0.0	8.5	.1	1.7	.015	.105	.094	.8	0.0	.8	.2	.047	si

----- PROGR.(9) 307.43

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	2313490.2	-104959.3	-16013.9	-151317.2	33.5	1956.7
2- 2	5248633.6	-105239.9	-2942.3	-158702.1	41.2	3868.2
6- 3	174106.3	-79372.8	-64321.8	-61414.0	-7.0	-181.6

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	21.0	10.7	2.2	.138	.381	.306	.2	0.0	.2	.4	.016	si
2- 2	0.0	22.0	24.3	2.2	.195	.371	.270	0.0	0.0	0.0	.8	.004	si
6- 3	0.0	8.5	.8	1.7	.018	.108	.094	.8	0.0	.8	0.0	.047	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (479-515) 665
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1437182.9	-100597.4	11699.6	-150428.5	-49.6	12164.2
2- 1	3518808.2	-79029.4	-2287.8	-141960.2	-47.0	9635.5
2- 2	-644442.4	-122165.3	25686.9	-158896.8	-52.3	14692.9

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.9	6.7	2.1	.102	.354	.299	.1	0.0	.1	2.5	.049	si
2- 1	0.0	19.7	16.3	1.6	.134	.305	.229	0.0	0.0	0.0	2.0	.016	si
2- 2	0.0	22.1	3.0	2.5	.053	.274	.244	.3	0.0	.3	3.1	.052	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	6137129.5	-79344.8	11699.6	-150052.2	-49.6	9789.2
6-14	1783518.3	-88822.9	58839.7	-60689.1	4.5	3205.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	28.4	1.7	.287	.481	.356	.1	0.0	.1	2.0	.036	si
6-14	0.0	8.4	8.3	1.9	.067	.144	.096	.7	0.0	.7	.7	.045	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (516-480) 666
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamRe1	k	kc	L0	Scrit	LamRe1	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	6142787.2	-81472.9	-6051.7	-150049.4	33.5	-9758.8
6- 3	1880285.0	-86473.4	-55532.5	-60566.2	-.6	-3446.8

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	28.4	1.7	.288	.481	.356	.1	0.0	.1	2.0	.030	si
6- 3	0.0	8.4	8.7	1.8	.070	.145	.096	.7	0.0	.7	.7	.043	si

----- PROGR.(9) 428.11

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	1455846.9	-95816.8	-6051.7	-150425.7	33.5	-12133.8
2- 2	3803469.3	-92379.3	6731.0	-157969.7	41.2	-11003.1
6- 3	29515.8	-87532.9	-55532.5	-60855.6	-.6	-5273.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.9	6.7	2.0	.102	.353	.300	.1	0.0	.1	2.5	.043	si
2- 2	0.0	21.9	17.6	1.9	.149	.337	.256	.1	0.0	.1	2.3	.024	si
6- 3	0.0	8.5	.1	1.8	.016	.106	.093	.7	0.0	.7	1.1	.045	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (515-531) 717
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamReI	k	kc	L0	Scrit	LamReI	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	6137129.5	-80135.9	3273.3	-148185.2	-49.6	25546.7

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.6	28.4	1.7	.286	.477	.352	0.0	0.0	0.0	5.3	.170	si

----- PROGR.(9) 40.82

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	7173605.7	-78113.0	3273.3	-148173.4	-49.6	25318.1

TENSIONI :

Caso	St0d	Sc0d	Smzd	Smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.6	33.2	1.6	.328	.506	.374	0.0	0.0	0.0	5.3	.167	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (532-516) 718
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamReI	k	kc	L0	Scrit	LamReI	K crit
Z	853.99	16.44	.264	.533	1.004	853.99	719.33	.578	1.000
Y	853.99	73.96	1.190	1.252	.609	853.99	14566.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	7178020.3	-80291.7	2567.3	-148173.8	33.5	-25287.6

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.6	33.2	1.7	.328	.506	.374	0.0	0.0	0.0	5.3	.166	si

----- PROGR.(9) 40.82

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	6142787.2	-81657.0	2567.3	-148185.6	33.5	-25516.2

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.6	28.4	1.7	.287	.478	.352	0.0	0.0	0.0	5.3	.169	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (531-546) 803
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamReI	k	kc	L0	Scrit	LamReI	K crit
Z	852.03	16.40	.264	.533	1.004	852.03	720.99	.577	1.000
Y	852.03	73.79	1.187	1.249	.611	852.03	14600.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	7173406.9	-78352.9	8008.8	-149799.3	2.2	-5677.8
6-14	2165651.7	-94088.7	37431.4	-60516.1	-166.5	-906.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	33.2	1.6	.328	.508	.376	.1	0.0	.1	1.2	.016	si
6-14	0.0	8.4	10.0	2.0	.079	.152	.097	.5	0.0	.5	.2	.028	si

----- PROGR.(9) 387.29

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	4553522.2	-79195.2	8008.8	-149685.3	2.2	-7850.1
6-14	1468270.4	-28312.6	37431.4	-60428.4	-166.5	-2577.1

TENSIONI :

Caso	st0d	sc0d	smzd	smyd	fsPfd	fsIfl	fsIto	Ttozd	Tzd	Ttoyd	Tyd	fsTau	VE
1- 1	0.0	20.8	21.1	1.6	.224	.435	.327	.1	0.0	.1	1.6	.023	si
6-14	0.0	8.4	6.8	.6	.051	.128	.094	.5	0.0	.5	.5	.028	si

Rettangolare (sezione n. 1; b=40; h=180) ----- ASTA (546-532) 804
 Khz= 1 ; Khy= 1.041 ; Kht= 1

Instabilita' flessionale						Instabilita' torsionale			
As	L0	Lam	LamReI	k	kc	L0	Scrit	LamReI	K crit
Z	852.03	16.40	.264	.533	1.004	852.03	720.99	.577	1.000
Y	852.03	73.79	1.187	1.249	.611	852.03	14600.	.128	1.000

----- PROGR.(1) 0.00

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
1- 1	4553522.2	-79598.4	-325.0	-149684.7	2.2	7861.5
6-14	1468270.4	-29488.4	34209.2	-60377.0	-166.5	3752.7

```

TENSIONI      :
| Caso |St0d  Sc0d  Smzd  Smyd  fsPfd  fsIfl  fsIto|Ttozd  Tzd  Ttoyd  Tyd  fsTau|VE| | | | | | | | | | |
| 1- 1| 0.0| 20.8| 21.1| 1.7| .224| .435| .327| 0.0| 0.0| 0.0| 1.6| .016|si|
| 6-14| 0.0| 8.4| 6.8| .6| .052| .128| .094| .4| 0.0| .4| .8| .027|si|

```

----- PROGR.(9) 387.29

```

SOLLECITAZIONI      :
| Caso |      MZ      |      MY      |      MT      |      N      |      TZ      |      TY      |
| 1- 1| 7177821.5| -80440.7| -325.0| -149798.7| 2.2| 5689.2|
| 6-14| 2643082.4| 31766.2| 34209.2| -60464.7| -166.5| 2081.7|

```

```

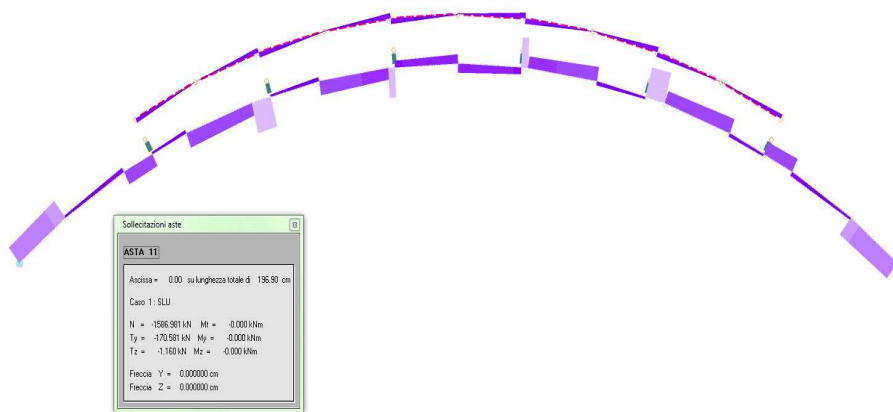
TENSIONI      :
| Caso |St0d  Sc0d  Smzd  Smyd  fsPfd  fsIfl  fsIto|Ttozd  Tzd  Ttoyd  Tyd  fsTau|VE| | | | | | | | | | |
| 1- 1| 0.0| 20.8| 33.2| 1.7| .329| .509| .376| 0.0| 0.0| 0.0| 1.2| .009|si|
| 6-14| 0.0| 8.4| 12.2| .7| .088| .154| .099| .4| 0.0| .4| .4| .026|si|

```

9. VERIFICA DELLA GIUNZIONE DI BASE

Si riportano le verifiche di rifollamento della giunzione di base degli archi. Nella definizione delle sollecitazioni di calcolo si è tenuto conto della distanza tra la giunzione e la base dell'arco dove è stato modellato il vincolo di cerniera; si assumono altresì, quali sollecitazioni di progetto, quelle per cui il taglio risulta massimo (massime sollecitazioni perpendicolari alla direzione delle fibre) anche tenuto conto dei diversi coefficienti k_{mod} che si hanno per i diversi casi di verifica.

Per quanto riguarda le sollecitazioni di calcolo assunte il riferimento è all'immagine che segue.



Per quanto riguarda le verifiche il riferimento è ai tabulati che seguono.

$N_{Ed} =$	1587.0	kN	sforzo normale agente
$V_{Ed} =$	170.6	kN	taglio agente
$e =$	200.0	cm	eccentricità
$M_{Ed} =$	341.2	kNm	$V_{Ed} e$

$n_b =$	<input type="text" value="25"/>	___	numero bulloni
$d_b =$	<input type="text" value="25"/>	cm	distanza tra i bulloni
$n_{b,f} =$	<input type="text" value="5"/>	___	numero file bulloni
$n_{b,c} =$	<input type="text" value="5"/>	___	numero colonne bulloni
$\phi_b =$	<input type="text" value="36"/>	mm	diametro bulloni
$\rho_k =$	<input type="text" value="370"/>	kg/m ³	peso specifico
$f_{h,0,k} =$	<input type="text" value="22.8"/>	N/mm ²	(8.32 EN1995-1-1)
$k_{90} =$	<input type="text" value="1.725"/>	___	(8.33 EN1995-1-1)
$k_{mod} =$	<input type="text" value="0.70"/>	___	coefficiente correttivo
$\gamma_M =$	<input type="text" value="1.45"/>	___	coefficiente di sicurezza
$f_{h,0,d} =$	<input type="text" value="11.0"/>	N/mm ²	(4.4.1)
$b =$	<input type="text" value="40"/>	cm	larghezza sezione
$p =$	<input type="text" value="5"/>	cm	larghezza piastra e gioco
$l =$	<input type="text" value="3"/>	cm	larghezza fresature laterali e gioco
$t =$	<input type="text" value="29"/>	cm	$b - (p + 2l)$

azioni e verifiche sul perno di bordo laterale (lato legno)

$F_{0,Ed} =$	<input type="text" value="63.5"/>	kN	N_{Ed} / n_b
$F_{90,Ed} =$	<input type="text" value="34.1"/>	kN	$V_{Ed} / n_b + 0.08M_{Ed} / 4d_b$
$F_{\alpha,Ed} =$	<input type="text" value="72.1"/>	kN	$(F_{0,Ed}^2 + F_{90,Ed}^2)^{0.5}$
$\alpha =$	<input type="text" value="28.3"/>	°	$\arctan (F_{90,Ed} / F_{0,Ed})$
$f_{h,\alpha,d} =$	<input type="text" value="9.4"/>	N/mm ²	(8.31 EN1995-1-1)
$F_{\alpha,Rd} =$	<input type="text" value="98.7"/>	kN	(8.11f EN1995-1-1)
$ver =$	<input type="text" value="0.73"/>	___	$F_{\alpha,Ed} / F_{\alpha,Rd}$

Verifica soddisfatta

azioni e verifiche sul perno di bordo superiore (lato legno)

$F_{0,Ed} =$	<input type="text" value="90.8"/>	kN	$N_{Ed} / n_b + 0.08M_{Ed} / 4d_b$
$F_{90,Ed} =$	<input type="text" value="6.8"/>	kN	V_{Ed} / n_b
$F_{\alpha,Ed} =$	<input type="text" value="91.0"/>	kN	$(F_{0,Ed}^2 + F_{90,Ed}^2)^{0.5}$
$\alpha =$	<input type="text" value="4.3"/>	°	$\arctan (F_{90,Ed} / F_{0,Ed})$
$f_{h,\alpha,d} =$	<input type="text" value="10.9"/>	N/mm ²	(8.31 EN1995-1-1)
$F_{\alpha,Rd} =$	<input type="text" value="114.2"/>	kN	(8.11f EN1995-1-1)
$ver =$	<input type="text" value="0.80"/>	___	$F_{\alpha,Ed} / F_{\alpha,Rd}$

Verifica soddisfatta

azioni e verifiche sul perno d'angolo (lato legno)

$$F_{0,Ed} = 90.8 \quad \text{kN} \quad N_{Ed} / n_b + 0.08M_{Ed} / 4d_b$$

$$F_{90,Ed} = 34.1 \quad \text{kN} \quad V_{Ed} / n_b + 0.08M_{Ed} / 4d_b$$

$$F_{\alpha,Ed} = 97.0 \quad \text{kN} \quad (F_{0,Ed}^2 + F_{90,Ed}^2)^{0.5}$$

$$\alpha = 20.6 \quad ^\circ \quad \arctan (F_{90,Ed} / F_{0,Ed})$$

$$f_{h,\alpha,d} = 10.1 \quad \text{N/mm}^2 \quad (8.31 \text{ EN1995-1-1})$$

$$F_{\alpha,Rd} = 105.2 \quad \text{kN} \quad (8.11f \text{ EN1995-1-1})$$

$$\text{ver} = 0.92 \quad \text{---} \quad F_{\alpha,Ed} / F_{\alpha,Rd}$$

Verifica soddisfatta

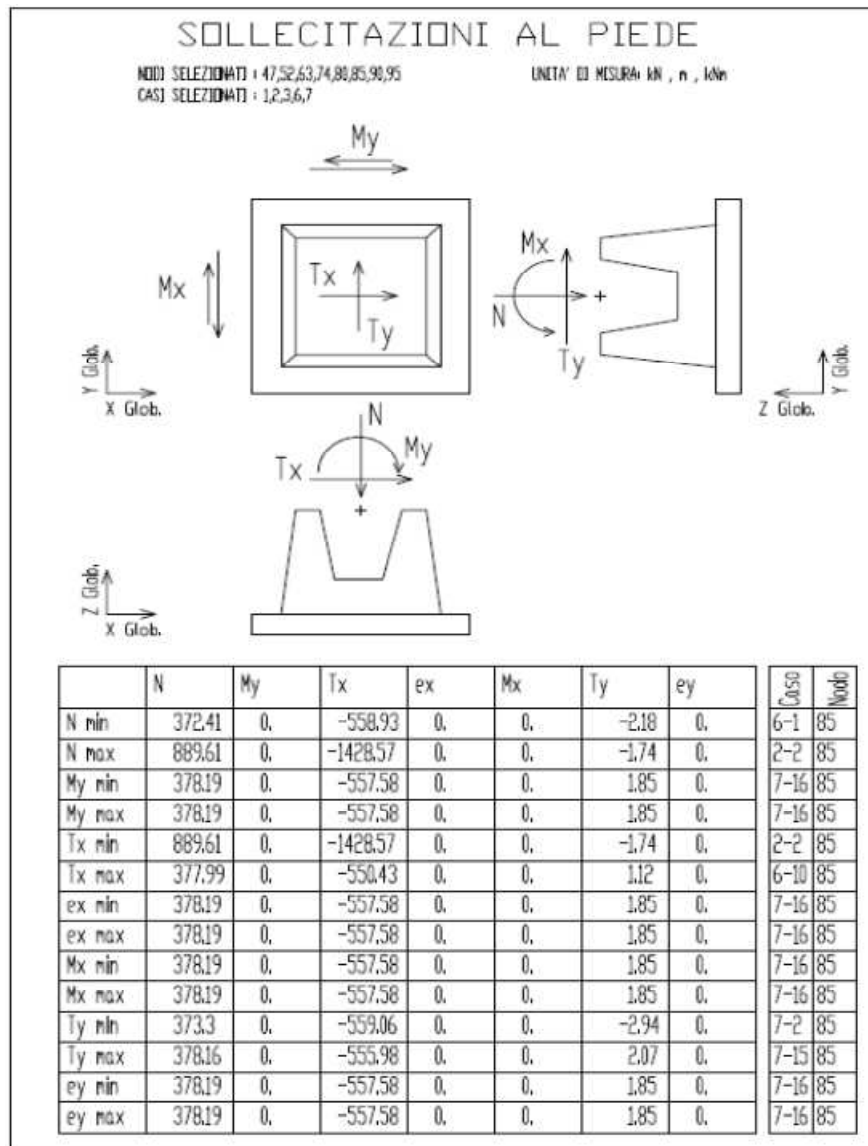
10. VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Si riportano le verifiche di stato limite ultimo SLU GEO (capacità portante e slittamento) delle strutture di fondazione. Si assumono come sollecitazioni di progetto quelle relative alla coppia di azioni alla base degli archi (azioni verticale ed orizzontale) per cui la spinta risulta massima.

Le verifiche di capacità portante vengono condotte secondo il metodo di Brinch-Hansen; si tiene conto del contributo stabilizzante del terreno di riporto a lato della fondazione in termini di carico laterale (altezza laterale minima) e spinta passiva (moltiplicata, a favore di sicurezza, per un coefficiente pari a 0.25); si tiene altresì conto del contributo stabilizzante del carico verticale agente sul sottoplinto dovuto al battuto di fondazione.

Le verifiche a slittamento vengono condotte considerando un valore di angolo di attrito terreno-fondazione pari al 75% dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fondazione.

Per quanto riguarda le sollecitazioni alla base degli archi il riferimento è all'immagine riportata in seguito.



Per quanto riguarda le verifiche il riferimento è ai tabulati che seguono.
 sollecitazioni alla base dell'arco

N_{Ed}	$V_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	$V_{Ed,y}$	$M_{Ed,x}$
889.6	1428.6	0.0	0.0	0.0
kN	kN	kNm	kN	kNm

dimensioni del plinto - sottoplinto

b_x	b_y	h	B_x	B_y	H	I_{mens}	γ_d	γ_{Gk}	N_{Ed}
570	260	320	770	460	50	100.0	25.0	1.00	1628.4
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	kN/m ³	—	kN

parametri del terreno di riporto

γ_d	φ_d	$h_{q, \text{lat}}$	h_{Sp}	q_{lat}	K_p	γ_{Gk}
17.0	30.0	50	370	8.5	3.000	1.00
kN/m ³	°	cm	cm	kPa	—	—

azioni del terreno di riporto

N_{Ed}	$M_{\text{Ed}, y}$	$S_{\text{pRd}, x}$	$V_{\text{Ed}, x \text{ eff}}$	$M_{\text{Ed}, y}$	$S_{\text{pRd}, y}$	$V_{\text{Ed}, y \text{ eff}}$	$M_{\text{Ed}, x}$
250.2	838.3	401.5	1027.1	647.4	672.0	0.0	0.0
kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm

parametri ed azioni del carico di solaio

q_k	γ_{qk}	N_{Ed}	$M_{\text{Ed}, y}$
5.0	1.00	80.0	-77.1
kPa	—	kN	kNm

sollecitazioni di calcolo

N_{Ed}	$V_{\text{Ed}, x}$	$M_{\text{Ed}, y}$	$V_{\text{Ed}, y}$	$M_{\text{Ed}, x}$
2848.2	1027.1	1408.6	0.0	0.0
kN	kN	kNm	kN	kNm

parametri del terreno di fondazione

γ_d	φ_d	c_d	N_g	N_q	N_c
19.0	34.0	0.0	41.06	29.44	42.16
kN/m ³	°	kPa	—	—	—

dimensioni della fondazione equivalente

e_x	$B_{x, \text{eq}}$	e_y	$B_{y, \text{eq}}$	B	L	s_g	s_q	s_c
49.5	671.1	0.0	460.0	460.0	671.1	1.24	1.24	1.48
cm	cm	cm	cm	cm	cm	—	—	—

inclinazione della risultante dei carichi

N_{Ed}	H_{Ed}	m	i_g	i_q	i_c
2848.2	1027.1	1.59	0.31	0.49	0.47
kN	kN	—	—	—	—

verifica a slittamento

δ_d	H_{Rd}	H_{Ed}	F_S	$F_{S,lim}$	esito
25.5	1358.5	1027.1	1.32	<i>1.10</i>	SI
°	kN	kN	—	—	—

verifica a capacità portante

q_{lim}	q_{Ed}	F_S	$F_{S,lim}$	esito
851.5	92.3	9.23	<i>2.30</i>	SI
kPa	kPa	—	—	—

APPENDICE B

GLI IMPIANTI MECCANICI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1. Premessa

La presente Appendice evidenzia i dati progettuali di riferimento e descrive le tipologie impiantistiche proposte, unitamente agli aspetti funzionali principali degli impianti termofluidici (riscaldamento e idricosanitari) a servizio degli edifici oggetto della presente Tesi di Laurea.

La presente relazione si riferisce, in generale, alle soluzioni adottate per gli impianti tecnologici a servizio di tutti gli edifici in progetto, con particolare attenzione allo sviluppo progettuale dell'edificio Piscina.

2. Approccio generale

La filosofia complessiva di impostazione si basa su di un sistema impiantistico con produzione centralizzata di calore mediante pompe di calore geotermiche funzionanti elettricamente e moduli termici locali (satelliti) dotati di contabilizzazione dell'energia termica. Questa soluzione è caratterizzata da una rete di distribuzione che si originerà da una centrale termica e si diramerà a tutte le sottocentrali presenti in ogni singolo edificio in progetto. I satelliti saranno posizionati in prossimità delle utenze, preferibilmente nelle parti comuni, in modo da facilitare l'accesso al conduttore dell'impianto e non arrecare disagio all'utilizzatore. La rete di distribuzione sarà in grado di fornire a tutti i moduli periferici il fluido termovettore con temperatura costante e con portata definita dalle reali esigenze delle utenze (impianto a portata variabile). La soluzione con produzione centralizzata del calore risponde meglio alla filosofia progettuale generale sia in termini di comodità, autonomia e sicurezza, sia in termini di minori costi di gestione energetici e di manutenzione, la quale, infatti, sarà demandata per la maggior parte al potenziale gestore dell'impianto lasciando all'utente solo l'utilizzo dell'impianto stesso.

3. Normativa

Gli impianti sono ipotizzati in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale. Qui di seguito viene riportato un elenco, indicativo e non esaustivo, delle principali norme da osservare.

DECRETI

D.M. 1 dicembre 1975. Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e successivi aggiornamenti.

Legge 9 gennaio 1991 n. 9. Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.

Legge 9 gennaio 1991 n. 10. Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

DPCM 1 marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

DPR 26 agosto 1993 n. 412. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del mantenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 9 Gennaio 1991, n. 10.

Direttiva 97/23/CE PED. Direttiva 97/23/CE PED sugli apparecchi in pressione Recepita in Italia con D. Lgs. 25/02/2000 n. 93.

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311. Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.Lgs. 37/2008. Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della L. 248 del 02/12/2005, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (ex L. 46/1990 - in vigore dal 27/03/2008).

D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

DPR 2 aprile 2009 n. 59. Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

D.M. 18 marzo 1996 – coordinato con il D.M. 06 giugno 2005 – Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.

REGOLAMENTO REGIONALE 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26.

CRITERI DI PROGETTAZIONE, COLLAUDO E GESTIONE NORME

UNI CTI n. 7357 74 del dicembre 1974. Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici.

UNI EN 378-1/2008. Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione.

UNI EN 378-2/2008. Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Progettazione, costruzione, prove, marcatura e documentazione.

UNI EN 378-3/2008. Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Installazione in sito e protezione delle persone.

UNI EN 378-4/2008. Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Esercizio, manutenzione, riparazione e riutilizzo.

UNI 8199/1998. Acustica. Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.

UNI 9182/2008. Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda.

UNI EN 806-1/2008. Edilizia. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1: Generalità.

UNI EN 806-2/2008. Edilizia. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 2: Progettazione.

UNI EN 806-3/2008. Edilizia. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato.

UNI 10637 : Requisiti degli impianti di circolazione, trattamento, disinfezione e qualità dell'acqua di piscina.

UNI EN 12056-1/2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravita all'interno di edifici. Requisiti generali e prestazioni.

UNI EN 12056-5/2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravita all'interno di edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.

UNI 10339/1995 . Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI EN 13779/2008 . Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.

NORME CONTABILIZZAZIONE DI CALORE

D.Lgs. 2 Febbraio 2007 n. 22 - Attuazione della direttiva 2004/22/CE relativi ai strumenti di misura.

UNI EN 1434 . Contatori di Calore articolata in 6 parti:

1. requisiti di carattere generale;
2. caratteristiche costruttive;
3. scambio dati ed interfacce di comunicazione;
4. prove di collaudo;
5. test e verifiche;

6. installazione e manutenzione.

4. La piscina

L'edificio è stato ampiamente descritto nel capitolo 4 della presente Tesi di Laurea e negli specifici elaborati grafici di riferimento.

L'impianto a servizio della piscina risulta così articolato:

- impianto di climatizzazione invernale ed estiva;
- impianto idrico-sanitario;
- filtrazione Piscina;
- impianto di regolazione automatica;
- centrale termica (al servizio di tutti gli edifici);
- centrale idrica al servizio degli edifici in oggetto;
- impianto solare termico e sistemi di recuperi energetici;
- sistemi di contabilizzazione.

4.1 - DATI TECNICI DI RIFERIMENTO

4.1.1) Condizioni termoigrometriche esterne:

- Invernali: $T = -5\text{ °C}$; UR 80%
- Estive: $T = +32\text{ °C}$; UR 60%

4.1.2) Condizioni termoigrometriche interne invernali:

- Area Piscina $T = 30 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%
- Area Spettatori $T = 30 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%
- Spogliatoi e Servizi $T = 24 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%
- Uffici $T = 20 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%
- Sala Stampa $T = 20 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%
- Atrio e zone comuni $T = 20 \pm 1\text{ °C}$; UR = 50%

4.1.3) Condizioni termoigrometriche interne estive:

- Uffici $T = 26\text{ °C}$; UR 55%
- Sala Stampa $T = 26\text{ °C}$; UR 55%
- Altri ambienti: Non controllate.

4.1.4) Portata aria pro-capite (ns) e indici di affollamento (IA):

- Area piscina: da un funzionamento minimo nelle operazioni notturne invernali fino ad un massimo totale di 84.000 m³/h
- Area spettatori: da un funzionamento minimo nelle operazioni notturne invernali fino ad un massimo totale di 84.000 m³/h
- Spogliatoi e Servizi: portata di espulsione (variabile ma pur sempre superiore all'immissione)
- Uffici $ns = 40\text{ m}^3/\text{h persona}$, IA: 35 persone
- Sala Stampa $ns = 40\text{ m}^3/\text{h persona}$, IA: 20 persone

- Atrio e zone comuni $ns = 39,6 \text{ m}^3/\text{h persona}$.

4.1.5) Controllo delle pressioni ambiente.

I locali sono mantenuti in sovrappressione nei confronti degli ambienti circostanti, mentre gli spogliatoi ed i servizi igienici sono mantenuti in depressione.

4.1.6) Velocità dell'aria.

La velocità dell'aria nell'interno del volume convenzionale occupato non è di progetto superiore ai seguenti valori:

- Riscaldamento $\leq 0,10 \text{ m/s}$
- Raffrescamento $\leq 0,10 \text{ m/s}$

4.1.7) Livelli sonori.

Con impianti funzionanti sono rispettati i sotto elencati livelli massimi di pressione sonora, che si intendono derivati sia dalle apparecchiature installate all'interno, sia da quelle, sempre inerenti agli impianti, installate all'esterno degli ambienti ove vengono fatte le misure:

Ambiente	NR	dB(A)
Piscina	35-50	45-60
Atrio	35-45	45-55
Uffici	30-35	40-45
Sala Stampa	30-35	40-45

4.1.8) Prese aria esterna, espulsioni e scarichi.

Media ed alta efficienza in serie

4.1.9) Velocità massima aria:

- Uscita bocchette-diffusori $2 \div 3 \text{ m/s}$
- Condotte $4 \div 6 \text{ m/s}$

4.1.10) Prese aria esterna, espulsioni e scarichi.

Le prese di aria esterna risultano previste in conformità delle norme UNI 10339:2005 ed EN 13779:2008 e coordinate sia con le espulsioni sia con gli scarichi (canne fumarie ed esalazioni), in modo tale da evitare la contaminazione incrociata. Tutte le prese di aria esterna sono previste ad almeno 3 metri dal piano campagna, mentre tutte le espulsioni sono previste sulla facciata opposta a quella delle prese d'aria a livello della sommità della copertura.

4.1.11) Temperature fluidi termo vettori:

- acqua calda fluido primario $50 \div 45 \text{ }^\circ\text{C}$
- acqua calda fluido secondario media temperatura $50 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}$
- acqua calda fluido secondario bassa temperatura $35 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}$
- acqua refrigerata circuito primario $7 \div 12 \text{ }^\circ\text{C}$
- acqua refrigerata circuito primario $7 \div 12 \text{ }^\circ\text{C}$

4.2 - ARCHITETTURA DELL'IMPIANTO

L'edificio piscina risulta servito da:

- un impianto di riscaldamento del tipo a pannelli radianti isolati a pavimento per tutte le zone a servizio dell'edificio in oggetto (ad esclusione dell'area piscina);
- un impianto di riscaldamento del tipo termoarredi nei servizi igienici;
- un impianto a tutt'aria per l'area piscina, con funzionamento invernale ed estivo;
- un impianto a tutt'aria per l'area spettatori, con funzionamento invernale ed estivo;
- un impianto di trattamento aria per la zona spogliatoi, sala stampa ed uffici, con funzionamento invernale ed estivo.

L'impianto radiante a pavimento garantisce un considerevole risparmio energetico in quanto:

- il sistema lavora con bassa temperatura dell'acqua;
- il funzionamento prevalentemente radiante permette di ottenere il comfort termico anche con temperature dell'aria più basse di 20°C (per es. 18°C). Oltre al risparmio energetico e al comfort, il riscaldamento a pavimento risolve il problema estetico dei terminali a vista e offre la piena libertà di posizionamento dell'arredo.

I componenti principali dell'impianto proposto risultano di seguito elencati.

Isolamento termico. Lo strato isolante sul quale vengono posate le serpentine e sul quale viene poi eseguita la gettata del massetto riscaldatore e costituito da lastre in polistirene espanso aventi una conduttività termica di 0,04 W/m K ed un peso specifico di 30 kg/m³. La lastra è caratterizzata da spessori di 3-5 cm.

Nastro perimetrale: in polietilene espanso di spessore 10 mm ed alto 200-250 mm posto in opera lungo tutte le pareti delimitanti il massetto.

Massetto: realizzato con cemento Portland 350 nella percentuale di 350 kg per ogni m³ di sabbia e granulometria 0,8 mm. All'impasto fluido viene aggiunto l'additivo liquido nelle proporzioni di 1 kg ogni quintale di cemento utilizzato.

Tubazioni: in polietilene reticolato con barriera alla diffusione dell'ossigeno.

Distributore: collettore distributore in grado di effettuare il collegamento idraulico a tenuta dei terminali di tubazioni costituenti le varie spirali dei pavimenti radianti e consentire l'eventuale intercettazione e la necessaria taratura e verifica delle portate fluenti per ogni singola derivazione.

Finitura del pavimento: elemento da definire con la progettazione architettonica di dettaglio per verifiche di compatibilità.

I pannelli radianti a pavimento sono dimensionati per sopperire ai fabbisogni termici richiesti dall'edificio.

Gli impianti tecnologici presenti in progetto sono, come si è detto, alimentati da un sistema impiantistico centralizzato in grado di produrre il fluido termovettore alla temperatura di 65-35°C (ciclo invernale), 7-12°C (ciclo estivo) e distribuirlo alle unità termiche (moduli satellitari) al servizio delle varie utenze. Per gli impianti a pannelli radianti (funzionanti solo nella stagione invernale) sono previste temperature del fluido caldo di 40-35°C. I moduli satellitari consistono in apparecchiature multifunzionali che svolgono il compito di interfaccia idraulica e termica tra la

produzione di calore (in Centrale Termica) e la fornitura contabilizzata e termoregolata di energia termica alla singola utenza.

I moduli satellitari previsti in progetto sono del tipo a due vie (ingresso ed uscita fluido di climatizzazione) ad acque separate con uno scambiatore a servizio dell'impianto di riscaldamento ed uno scambiatore per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria.

Per le varie zone dell'edificio sono previste le seguenti tipologie impiantistiche.

Sala Nautica. La sala nautica prevede un impianto a tutta aria del tipo monozona con doppio ventilatore, sezione di recupero del tipo termodinamico, camera di espulsione-ricircolo e presa di aria esterna in grado di assicurare all'ambiente sia la doverosa elasticità di funzionamento connessa alla variabilità delle persone presenti, sia la possibilità del funzionamento a tutt'aria esterna in base alle condizioni climatiche esterno-interno. Il controllo delle condizioni dell'aria in ambiente è affidato ad una Centrale di Trattamento Aria situata nel piano tecnico interrato, costituita, seguendo il flusso di aria, dalle seguenti sezioni:

- Sezione di filtrazione G4 di Ripresa;
- Serranda motorizzata di By-pass;
- Sezione Evaporante Recuperatore di Calore;
- Batteria Evaporante Pompa di Calore;
- Ventilatore di Ripresa;
- Camera Miscela-Espulsione-Presa Aria Esterna;
- Sezione Filtrazione G4+F7;
- Sezione condensante Recuperatore di Calore;
- Batteria Condensante Pompa di Calore;
- Camera di Miscela con By-pass;
- Batteria di riscaldamento ad acqua;
- Sezione ventilante di Mandata;
- Sezione Tecnica comprendente:
- Quadro elettrico di comando a bordo macchina;
- Compressori della Pompa di Calore;
- Scambiatore di Recupero per acqua.

Le principali caratteristiche prestazionali della Centrale di Trattamento Aria risultano essere le seguenti:

- Portata aria immessa 84.000 m³/h
- Potenza Termica Batteria di Condensazione 1815,07 kW_T
- Potenza Termica Batteria ad acqua calda 806,00 kW_T

L'aria trattata nella macchina viene addotta in ambiente per mezzo di canalizzazioni in tessuto. La diffusione è affidata a diffusori lineari del tipo a pulsione, costituiti da canalizzazioni perforate in tessuto che permettono di diffondere l'aria trattata in ambiente mediante delle particolari forature dimensionate specificatamente per ogni canale. Questa tecnologia sfrutta il principio dell'alta induzione e consente di ottenere una qualità di diffusione, in termini di temperatura e velocità

dell'aria percepibili dall'utente, superiori ai sistemi tradizionali e con costi inferiori di installazione e di gestione. L'aria immessa in ambiente viene ripresa da appositi sistemi costituiti da griglie alettate poste nel locale vasche e nei locali annessi per mezzo di canalizzazioni in acciaio con verniciatura epossidica contro la ruggine, sia all'interno che all'esterno. Essa viene ricondotta alla Centrale di trattamento aria chiudendo in questo modo il circuito aeraulico. L'unità prevista è classificabile come un deumidificatore termodinamico a doppio flusso associato ad un recuperatore di calore aria-aria del tipo a tubi di calore in grado di assicurare un elevato risparmio energetico sulla scorta del seguente programma termico-funzionale che prevede che l'aria di ripresa, calda e umida, attraversi il recuperatore a tubi di calore dove subisce una prima fase di deumidificazione cedendo il calore di condensazione alla miscela di aria esterna e ricircolo attraversante la parte superiore dello stesso recuperatore.

Spogliatoi. Per gli spogliatoi è previsto un impianto a tutt'aria esterna con Unità di Trattamento Aria dedicata dotata di batteria ad acqua calda alimentata da circuito ad alta temperatura (65-35°C), batteria di pre-riscaldamento aria esterna alimentata dal circuito ad alta temperatura (65-35°C in funzione antigelo) e batterie di post riscaldamento a canale alimentate dal fluido a bassa temperatura (40-35°C) per il controllo delle singole zone. Tutti i fluidi saranno spillati dalla Centrale Termica al servizio dell'intero complesso. All'impianto ad aria verrà affiancato un impianto a pannelli radianti a pavimento per la zona dei corridoi.

All'aria esterna trattata sarà affidato il compito di controllare la purezza e l'abbassamento dell'umidità relativa in ambiente, mediante l'immissione di aria a più basso contenuto di umidità (stagione invernale). Il controllo della temperatura nei vari ambienti viene effettuato dalle batterie di post riscaldamento negli spogliatoi e dai pannelli radianti a pavimento. L'aria di rinnovo viene trattata in un apposito termoventilatore situato in adeguato locale e convogliata nelle zone di pertinenza mediante canalizzazioni opportunamente coibentate termicamente. Il termoventilatore per il trattamento dell'aria esterna è costituito, seguendo il flusso dell'aria, dalle seguenti sezioni:

- Silenziatore di Ripresa e di Espulsione;
- Ventilatore di Ripresa e di Espulsione;
- Filtrazione con filtro piano G4;
- Recuperatore a flussi incrociati;
- Serrande di Ripresa e di Espulsione;
- Serranda di Presa di Aria Esterna;
- Filtrazione con filtro piano G4;
- Recuperatore a flussi incrociati;
- Batteria di riscaldamento ad acqua calda;
- Ventilatore di Mandata;
- Silenziatore di Mandata;
- Filtrazione con filtro a tasche rigide F7

La rimanente portata di aria viene immessa come aria primaria nella zona dei corridoi. L'aria trattata nel Termoventilatore viene addotta alle singole utenze per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata. La diffusione è affidata a diffusori del tipo multi direzionale a 4 vie. L'aria

immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Nell'ambiente degli spogliatoi è garantita una depressione rispetto agli ambienti limitrofi di 300 m³/h.

Atrio e zone comuni. E' previsto un impianto a tutt'aria esterna con Unità di Trattamento Aria dedicata e dotata di batteria ad acqua calda alimentata da circuito ad alta temperatura (65÷35°C) e batteria di pre-riscaldamento aria esterna alimentata dal circuito ad alta temperatura (65÷35°C). Nei corridoi e nei servizi sono previsti impianti a pannelli radianti a pavimento e/o ventilconvettori con ventilatori di estrazione. Tutti i fluidi saranno spillati dalla Sottocentrale Termica, alimentata dalla Centrale Termica, al servizio dell'intero complesso. L'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) risulta costituita, seguendo il flusso di aria, dalle seguenti sezioni:

- Ripresa;
- Silenziatore di Ripresa;
- Filtrazione con filtro G4;
- Recuperatore di Calore a flussi incrociati;
- Camera di Miscela e/o Espulsione;
- Presa di Aria Esterna;
- Filtrazione con filtro G4;
- Recuperatore di Calore a flussi incrociati;
- Batteria di riscaldamento ad acqua calda;
- Ventilatore di Mandata;
- Silenziatore di Mandata;
- Filtrazione con filtro F7.

L'aria trattata nell' UTA viene addotta alle singole utenze per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata e la diffusione verrà affidata a diffusori multidirezionali a 4 vie e bocchette.

L'aria immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Negli ambienti interni è garantita una sovrappressione rispetto agli ambienti esterni.

Sala Stampa ed Ufficio. Per gli ambienti Sala Stamap ed Ufficio è previsto un impianto di condizionamento a tutt'aria con unità Roof Top in pompa di calore in grado di sopperire ai fabbisogni estivi ed invernali ed integrazione con batteria di riscaldamento ad acqua calda alimentata dal circuito ad alta temperatura spillato dalla Centrale Termica.

La macchina risulterà del tipo customizzato assemblata, testata e collaudata in fabbrica, con quadro elettrico di comando e regolazione inserito a bordo macchina e con implementate tutte le logiche di controllo per il corretto funzionamento. L'unità Roof Top avrà una configurazione con serranda di immissione aria di rinnovo motorizzata per funzionamento "free cooling", ventilatore centrifugo di ripresa con serranda di estrazione motorizzata per la gestione della "sovrappressione del locale" e batteria di post riscaldamento a gas caldo per il controllo dell'umidità nella stagione estiva. Nella scelta del Roof Top sono state considerate le seguenti condizioni:

- temperatura di progetto estiva di 35°C

Considerando che le normative propongono per la zona di climatica di Rovello Porro una temperatura di 32°C, appare evidente che la scelta garantisce una potenzialità ottimale della macchina anche nei periodi maggiormente caldi.

- temperatura di progetto invernale di -5°C

Dato che la località risulta caratterizzata da basse temperature invernali, si è voluto con questa scelta garantire il funzionamento della pompa di calore anche per temperature molto rigide

- protezioni nel funzionamento in sbrinamento

Per evitare che durante le fasi di sbrinamento la macchina possa immettere, nel periodo invernale, aria fredda all'interno dell'ambiente e quindi non permetta il raggiungimento delle condizioni di progetto, è prevista una batteria di riscaldamento ad acqua calda in grado di riscaldare l'aria in ambiente e mantenere le condizioni termiche interne richieste senza aumenti di potenza elettrica della macchina. L'aria trattata nel Roof Top viene addotta all'utenza per mezzo di canalizzazioni in lamiera zincata e la diffusione viene affidata a diffusori lineari del tipo a pulsione, costituiti da canalizzazioni perforate in acciaio zincato che permettono di diffondere l'aria trattata in ambiente mediante delle particolari forature dimensionate specificatamente per ogni canale e per ogni impianto. L'aria immessa in ambiente viene ripresa ed espulsa all'esterno previo recupero termico ove conveniente in funzione delle condizioni dell'aria esterna. Nell'ambiente è prevista una sovrappressione rispetto agli ambienti limitrofi.

4.3 - RETI

Tubazioni. Per la distribuzione dei fluidi è previsto l'impiego delle tubazioni di seguito specificate:

- Reti di acqua calda: tubazioni in acciaio nero senza saldatura, UNI 10255:2005 e UNI 10216-1:2002;
- Reti di adduzione acqua potabile posate in trincea: tubazioni PEAD PN16 UNI EN 12201-1:2004;
- Reti di adduzione acqua sanitaria: tubazioni in multistrato secondo UNI 10954;
- Reti di scarico condensa: tubazioni PEAD UNI EN 1519-1/2001;
- Reti di scarico acque nere (scarichi interni): tubazioni PEAD UNI EN 15191:2001;
- Reti di riscaldamento interrate: tubazioni preisolate.

Tutte le tubazioni in acciaio nero avranno la verniciatura antiruggine; gli staffaggi di tutte le tubazioni, sia correnti all'interno sia correnti all'esterno, saranno previsti in acciaio zincato.

Canalizzazioni. Per i circuiti di distribuzione dell'aria si prevede l'impiego di canali a sezione rettangolare e/o circolare, tipo per impianti a bassa velocità e bassa pressione. In funzione del servizio svolto e del fluido trasportato, le canalizzazioni rientrano nelle tipologie riportate nella tabella seguente.

TABELLA TIPOLOGICA CANALIZZAZIONI DA UTILIZZARE	
Servizio svolto o fluido trasportato	Tipologia canalizzazione
Canali rettangolari di mandata e ripresa	Canali in lamiera zincata
Canali circolari di mandata e ripresa	Canali in lamiera zincata
Canali rettangolari o circolari di aria espulsa (estrazioni ambienti e WC)	Canali in lamiera zincata

Le coibentazioni termiche delle canalizzazioni in lamiera andranno posate all'esterno delle canalizzazione stesse secondo quanto indicato nella tabella 1 del DPR. 412/93.

ISOLAMENTI TERMICI

Tubazioni di acqua fredda

Luogo di posa	Tipologia di isolamento	Diametro Tubazioni	Spessore
Nelle centrali	Coppelle e/o lastre in gomma a cellule chiuse	Tutti i diametri	Vedi tabella
In traccia	Coppelle e/o lastre in gomma a cellule chiuse	Da 1/2" a 3/4"	Vedi tabella

Tubazioni in acciaio nero percorse da acqua calda. In questa tipologia di tubazioni saranno comprese quelle adibite al trasporto di acqua calda a bassa e alta temperatura.

Luogo di posa	Tipologia di isolamento	Diametro Tubazioni	Spessore
Centrale termica e reti distributive correnti all'estero	Coppelle in fibra di vetro, finitura in lamierino di alluminio	10 ÷ 18 mm 1/2" – 1" 1.1/4" – 1.1/2" 2" – 2.1/2" 3" – 4"	Vedi tabella
Reti di distribuzioni interne all'edificio, posate non in vista	Guaine a cellule chiuse, finitura in lamierino in alluminio	1/2" – 1" 1.1/4" – 1.1/2" 2" – 3"	Vedi tabella
Reti di distribuzione entro cavedi	Guaine a cellule chiuse senza finitura	1/2" – 1.1/2" 2" – 2.1/2"	Vedi tabella

Conducibilità termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	Da 20 a 39	Da 40 a 59	Da 60 a 79	Da 80 a 99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

D.P.R. 26 Agosto 1993, n°412 – Allegato B, tabella 1

4.4 - IMPIANTI IDRICO SANITARI

Impostazione generale

Impianto idrico. L'alimentazione idrica di tutte le utenze interne all'edificio è garantita da apposita sottocentrale idrica ubicata al piano interrato alimentata dalla centrale idrica centralizzata.

Produzione acqua calda. L'acqua calda di consumo per uso sanitario è prodotta con un sistema di riscaldamento centralizzato per il Centro Sportivo.

Rete di scarico. Le acque di scarico di tutte le apparecchiature del complesso sono convogliate, per naturale gravità, in appositi collettori sino ad immettersi nella rete fognaria del complesso.

Trattamento acque. E' prevista la filtrazione, l'addolcimento ed il dosaggio di prodotti chimici per l'alimentazione dei sistemi di preparazione di acqua calda sanitaria, l'alimentazione delle vasche della piscina e del reintegro degli impianti tecnologici.

Dati tecnici di riferimento.

Portate nominali e pressioni minime unitarie degli utilizzatori idrosanitari e diametri minimi di allacciamento.

Lavabi e bidet:	(F+C=DN 15)	0,10 l/s 50 kPa;
Vasi a cassetta:	(F=DN 15)	0,10 l/s 50 kPa;
Docce:	(F+C=DN 15)	0,15 l/s 50 kPa;
Vasche:	(F+C=DN 15)	0,20 l/s 50 kPa.

Limiti di velocità di scorrimento del fluido. Il dimensionamento delle reti secondarie e primarie di distribuzione dell'acqua fredda potabile, calda di consumo e ricircolo verrà effettuato non superando le velocità imposte dalla normativa vigente.

Valori delle unità di carico degli utilizzatori idrico sanitari

Apparecchi	Acqua fredda	Acqua calda	Totale (F+C)
Lavabi	1,50	1,50	2,00
Vasi a cassetta	5,00	-	5,00
Docce e vasche	3,00	3,00	4,00

Pressione di prova a freddo delle tubazioni.

Conforme Norme UNI

Temperatura acqua calda di consumo.

- Temperatura di produzione: 40°C
- Temperatura di erogazione alle utenze sanitarie: 40°C

Diametri minimi degli scarichi degli apparecchi sanitari.

- Lavabi Dest. 50 mm
- Vaso a cassetta Dest. 110 mm
- Docce e vasche Dest. 50 mm

Tipologia Materiale

Fluido	Materiale
Acqua fredda, calda e ricircolo, distribuzione primaria interna	Acciaio zincato
Acqua fredda e calda, distribuzione secondaria a pavimento	Multistrato
Acqua fredda distribuzione interrata	Polietilene PN16
Scarichi acque nere sanitarie (all'interno ed esterno degli edifici)	P.E.A.D.
Scarichi acque da cucina	Ghisa

Descrizione impianto

Produzione acqua calda. L'acqua calda di consumo ad uso sanitario sarà prodotta centralmente nella centrale termica per poi essere convogliata alle sottocentrali termiche ubicate all'interno dei singoli edifici.

Il riscaldamento dell'acqua di consumo comprende:

- scambiatore di calore del tipo a piastre;
- elettropompa di ricircolo dell'acqua nell'impianto, tale da assicurare la costanza della temperatura dell'acqua in ogni punto di utenza;
- gli opportuni automatismi di controllo e regolazione;
- accumulatori.

Le reti primarie con ricircolo provvedono a distribuire l'acqua calda a 40°C alle varie utenze.

A protezione contro l'eventuale sviluppo della Legionella è previsto un sistema di trattamento chimico del tipo a dosaggio di biossido di cloro di tipo centralizzato posizionato in centrale idrica.

Tutte le apparecchiature di produzione e di distribuzione acqua calda saranno efficacemente isolate termicamente, con spessori dell'isolante come da prescrizioni tecniche e da norme vigenti dotate di finiture superficiali, almeno nell'ambito delle sottocentrali, con lamierino di alluminio.

Reti idriche.In funzione dei fluidi convogliati le reti risultano così suddivise:

- acqua fredda potabile;
- acqua calda sanitaria, di consumo;
- acqua calda di ricircolo;
- acqua fredda non potabile per alimentazione cassette wc;
- acqua fredda trattata con biossido di cloro per l'alimentazione dei sistemi di produzione acqua calda sanitaria.

L'alimentazione degli apparecchi sanitari risulta derivata dalla rete principale. Per ciascun gruppo di bagni o utenza sono previsti appositi collettori dotati di valvole di sezionamento, entro cassetta di contenimento, alimentati dalla dorsale principale. In ciascuna cassetta, oltre ai collettori, sono presenti contatori con riporto a distanza dei consumi per la gestione della contabilizzazione delle varie utenze. In relazione all'ubicazione dei contatori è prevista eventualmente l'installazione di cavo scaldante sulla tubazione di acqua calda sanitaria per il mantenimento della temperatura a 40°C, in luogo della rete di ricircolo.

Per l'alimentazione delle cassette di scarico dei vasi è prevista una rete indipendente di acqua non potabile proveniente dall'acqua piovana la quale sarà accumulata in apposita vasca. Un apposito gruppo dotato di elettropompe provvederà alla pressurizzazione e distribuzione.

Tutte le tubazioni di acqua fredda, calda e ricircolo sia con percorso in vista, sia incassate nelle strutture sono termicamente isolate e protette da fenomeni di condensazione (tubazioni fredde) come da specifiche tecniche e in conformità alle norme vigenti.

Reti di scarico.Sono previsti collettori di scarico correnti sia a soffitto che a pavimento, caratterizzati da una pendenza minima dell'1%, ai quali fanno capo tutte le colonne e diramazioni degli apparecchi sanitari e delle pilette e/o griglie di scarico. I collettori di scarico sono dotati di ventilazione primaria ed esalatore in copertura. Tappi di ispezione sono previsti sui collettori orizzontali, nelle reti in corrispondenza a derivazioni o a variazioni di quota o dovunque sia ritenuto necessario per una regolare ed efficace manutenzione. Le tubazioni, componenti i collegamenti agli apparecchi di utenza, le colonne verticali e i collettori principali, all'interno dei fabbricati di scarico delle acque nere sanitarie, sono del tipo in polietilene ad alta densità per lo scarico di acqua non in pressione. Per la raccolta delle acque di pulizia della zona esterna alle vasche sono previste (nelle opere civili) apposite canaline perimetrali alle vasche nautiche, la rete di scarico in PVC del tipo pesante è convogliata nelle acque di spurgo.

Al piano interrato (locali tecnici, spogliatoi e infermeria) è prevista l'installazione di opportuna rete di scarico e pilette a pavimento; nel caso fosse necessario faranno capo ad apposito sistema di sollevamento acque dotato di pompe sommergibili.

4.5 - IMPIANTO DI FILTRAZIONE PISCINE

Impostazione generale. Sono previsti impianti di filtrazione e circolazione dell'acqua distinti al servizio delle tre vasche in funzione sia delle differenti temperature di lavoro sia dei diversi tempi di ricircolo.

Dati tecnici di riferimento.

Vasca Principale.

Classificazione:	A1 (piscina pubblica), E (tipo di vasca)
Superficie:	832,50 m ² (33,30x25 m)
Volume acqua:	1202,71 m ³
Tempo di ricircolo:	≤ 4 h
Vasca di compenso:	45 m ³
Portata di calcolo:	(1202,71+ 45) m ³ : 4 h = 311,93 m ³ /h
Portata adottata:	356,48 m ³ /h (tempo di ricircolo 3,5 h)

Vasca Tuffi.

Classificazione:	A1 (piscina pubblica), G (tipo di vasca)
Superficie:	135,12 m ² (11,75x11,50 m)
Volume acqua:	578,35 m ³
Tempo di ricircolo:	≤ 6 h
Vasca di compenso:	20 m ³
Portata di calcolo:	(578,35 + 20) m ³ : 6 h = 99,73 m ³ /h
Portata adottata:	120 m ³ /h (tempo di ricircolo 5,0 h)

Vasca Bambini.

Classificazione:	A1 (piscina pubblica), N (tipo di vasca)
Superficie:	132,80 m ² (16,60x8 m)
Volume acqua:	73,04 m ³
Tempo di ricircolo:	≤ 1 h
Vasca di compenso:	15 m ³
Portata di calcolo:	(132,80 + 15) m ³ : 1 h = 147,8 m ³ /h
Portata adottata:	150 m ³ /h (tempo di ricircolo 1 h)

Temperatura acqua.

Vasca principale 28°C

Vasca tuffi 28°C

Vasca bambini 30°C

Descrizione impianto.

Riferimenti Normativi.

L'impianto è dimensionato secondo le principali Circolari, Norme UNI & CONI, Accordo tra Stato e Regioni vigenti al momento della Progettazione con particolare riferimento a:

- Norma UNI 10637
- Accordo Stato-Regione - 16/01/2003
- Norme CONI per Impiantistica Sportiva

Filtrazione e Trattamento Acqua.

Per eliminare tutte le sostanze fisiche che normalmente entrano in una piscina quali polvere, peli e capelli ancorché per abbattere gli inquinanti organici e colloidali quali unguenti, abbronzanti, sudore, saliva, urina, batteri e virus e con la finalità di mantenere l'acqua delle vasche in condizioni igienico-sanitarie ottimali, si è considerato il seguente programma di trattamento:

- b1) Pre-filtrazione
- b2) Circolazione
- b3) Filtrazione
- b4) Condizionamento chimico
- b5) Quadristica e Strumentazione di Controllo
- b6) Riscaldamento acqua.
- b1) Pre-filtrazione

Scopo della pre-filtrazione è quello di trattenere le impurità più grossolane in modo tale da evitare il caricamento dei filtri. Così come richiesto dalla Norma UNI 10637 sono previsti pre-filtri installati in parallelo del tipo facilmente apribili e pulibili, dotati di cestello dimensionato per operare anche in presenza di ostruzione $\leq 25\%$ della superficie di passaggio dell'acqua e resistenti ad una depressione ≤ 10 kPa.

b1) I filtri hanno le seguenti caratteristiche :

- Vasca principale : 180+180 m³/h
- Vasca tuffi : 60+60 m³/h
- Vasca bambini : 75+75 m³/h

b2) Circolazione

Come previsto dalla Norma UNI 10637 sono previste elettropompe dedicate ai rispettivi filtri e almeno una di riserva.

Per le singole vasche sono previste pompe caratterizzate, singolarmente, dalla seguente portata:

- Vasca principale : 360 m³/h
- Vasca tuffi : 120 m³/h
- Vasca bambini : 150 m³/h

b3) Filtrazione

La Norma UNI 10637 impone per le piscine di tipo A l'utilizzazione di almeno due unità filtranti, di identiche caratteristiche, installate in parallelo, ognuna dimensionata per una determinata portata di ricircolo richiesta dall'impianto. Nello specifico saranno previsti filtri multistrato a

masse eterogenee a funzionamento automatico installati in parallelo, ciascuno in grado di trattare le portate di seguito evidenziate ad una velocità di filtrazione non superiore a 35 m/s:

- Vasca principale : 180 m³/h
- Vasca tuffi : 60 m³/h
- Vasca bambini : 75 m³/h

I filtri, posizionati a valle della relativa pompa di circolazione e sotto battente nei confronti delle vasche nautiche, risultano corredati di valvole di intercettazione manuale e del sistema idropneumatico per la fase di controlavaggio. Per evitare l'eventuale repentino raffreddamento dell'acqua delle vasche durante le fasi di lavaggio dei filtri, lo stesso risulta effettuato con acqua fredda potabile derivata dalla rete a servizio di tutto il complesso. L'opzione di contro lavaggio con acqua del circuito di piscina verrà abilitata solamente in occasione dello svuotamento annuale delle vasche per effettuare le operazioni di pulizia e disinfezione.

b4) Condizionamento chimico

Per garantire i corretti parametri chimico-fisici nell'acqua delle piscine sono previsti i seguenti trattamenti chimici:

b4.1) Flocculazione

Per limitare l'impiego del disinfettante evitando nel contempo l'accumulo di sostanze organiche, è previsto, a monte dei filtri, l'iniezione in continuo di flocculante per mezzo di pompe dosatrici (una per ciascun filtro) funzionanti in parallelo alle pompe di circolazione.

b4.2) Correzione PH

Per assicurare all'acqua di immissione un valore di PH compreso tra 5 e 7,5 (UNI 10637) risultano previsti apposito serbatoio e pompe dosatrici pilotate da opportuna strumentazione in grado di monitorare in continuo il valore del PH e comandare la regolazione delle pompe dosatrici stesse. Il dosaggio avverrà a valle dei filtri ed a monte del punto di iniezione del prodotto disinfettante.

b4.3) Disinfezione

Per assicurare, per ciascuna delle due vasche, il risanamento dell'acqua di immissione e mantenere una azione disinfettante residua in piscina, risulta prevista l'iniezione di sostanze disinfettanti per mezzo di apposite pompe dosatrici attivate e regolate dal sistema di strumentazione in continuo.

b5) Quadristica e Strumentazione di controllo

Il comando e la gestione di tutte le apparecchiature costituenti l'impianto di filtrazione risulta demandato ad appositi quadri elettrici (uno per ciascuna vasca) ospitante i relativi automatismi per la gestione automatica delle seguenti funzioni:

- Programmazione dei lavaggi in controcorrente dei filtri
- Comando e protezione delle pompe di circolazione
- Gestione degli automatismi della vasca di compenso e dei sistemi di reintegro
- Monitoraggio in continuo, così come richiesto dalla Norma UNI 10637, dei parametri significativi quali:

- PH

-
- Valore di Cloro libero
 - Valore di Potenziale Redox
 - Valore di Temperatura
 - Comando delle apparecchiature di dosaggio.

b6) Riscaldamento acqua

Per consentire il riscaldamento differenziato delle vasche sono previsti appositi scambiatori di calore in grado di garantire alle singole vasche la possibilità di raggiungere i seguenti valori di temperatura:

- Vasca principale : 26 ÷ 30 °C
- Vasca tuffi : 26 ÷ 30 °C
- Vasca bambini : 28 ÷ 30 °C

Sistema di circolazione e distribuzione acqua. L'acqua trattata da ciascun Sistema di filtrazione viene immessa e ripresa dalle singole vasche chiudendo in questo modo la circuitazione idraulica.

Il Sistema progettato risulta articolato sulla seguente componentistica:

- c1) ripresa dell'acqua da trattare
- c2) immissione dell'acqua trattata
- c3) idraulica di collegamento
- c4) vasca di compenso
- c5) pulizia fondo piscina

c1) Ripresa acqua da trattare

Entrambe le vasche in oggetto risultano dotate di ripresa superficiale e di ripresa immersa in modo tale da assicurare una omogenea filtrazione di tutto il volume.

La ripresa superficiale prevede la tracimazione in apposito bordo sfioratore realizzato lungo tutto il bordo delle piscine. L'acqua sfiorata ($\approx 50\%$) verrà convogliata alla vasca di accumulo-compenso e da questa aspirata e rimessa in circolazione dalle pompe del sistema filtrante.

La rimanente portata verrà aspirata da appositi scarichi di fondo, eliminando in questo modo possibili zone di ristagno e convogliandola all'impianto di trattamento. Ovviamente gli scarichi di fondo verranno impiegati anche per lo svuotamento delle piscine tramite la funzione di controlavaggio dei filtri.

c2) Immissione Acqua Trattata

L'acqua trattata dal Sistema di filtrazione viene immessa nelle piscine per mezzo di appositi immissori, dislocati sulle pareti lunghe delle vasche e dimensionati in modo tale che la velocità di uscita non possa generare gorgi, rigurgiti e turbolenze.

c3) Idraulica di collegamento

Per assicurare una circolazione equilibrata per tutte le circuitazioni idrauliche, sia esse di mandata che di ripresa, sono previsti sistemi a perdite di carico compensate.

Il controllo delle portate, finalizzato alle operazioni di commissioning, risulta affidato, per tutte e tre le vasche, ad appositi misuratori di portata e valvole di bilanciamento in grado di consentire la taratura dei circuiti di pertinenza e, nella fattispecie:

-
- Misuratori della Portata di immissione in vasca :
 - Vasca principale : 360 m³/h
 - Vasca tuffi : 120 m³/h
 - Vasca bambini : 150 m³/h
 - Misuratori della Portata degli scarichi di fondo :
 - Vasca principale : 91 m³/h
 - Vasca tuffi: 91 m³/h
 - Vasca bambini : 112 m³/h
 - Misuratori della Portata di aspirazione dalla vasca di compenso:
 - Vasca principale : 45 m³/h
 - Vasca tuffi: 20 m³/h
 - Vasca bambini : 15 m³/h

Tutte le tubazioni costituenti le reti di distribuzione saranno previste in materiale plastico (polietilene e pvc) in modo tale da resistere all'aggressività delle acque in oggetto.

c4) Vasca di Compenso

Per recuperare l'acqua di tracimazione e compensare il volume di acqua spostata sia dal numero massimo di utenti ammessi in vasca sia dal moto ondoso generato dagli stessi utenti, sono previste tre vasche di compenso caratterizzate dalle seguenti capacità:

- Vasca principale : 45 m³/h
- Vasca tuffi: 20 m³/h
- Vasca bambini : 15 m³/h

Il reintegro delle vasche di compenso, dimensionato per assicurare un rinnovo giornaliero non inferiore al 5% del volume d'acqua della vasca nautica e del volume della vasca di compenso, risulta effettuato in automatico mediante interruttori di livello. L'acqua di reintegro, derivata dalla rete di acqua potabile a servizio di tutto il complesso, viene preriscaldata mediante sistema di recupero calore articolato su pompa di aspirazione, scambiatori a piastre e pompa di calore dedicata. Il sistema, descritto in apposito capitolo, provvede sia al preriscaldamento dell'acqua di reintegro sia al prelievo giornaliero di acqua (5% del volume complessivo piscina + compenso) di rinnovo che, dopo averne recuperata l'energia termica, viene accumulata in apposita vasca e scaricata nella rete fognaria comunale.

Per il riempimento rapido delle vasche nautiche (primo riempimento e riempimenti annuali a seguito dello svuotamento per la pulizia e disinfezione) è previsto uno stacco dedicato del diametro di 2", in prossimità delle vasche, dotato di contatore, valvola di intercettazione e attacco porta gomma entro apposita cassetta.

Le singole vasche di compenso risultano accessoriate da:

- Passante di aspirazione
- Passante di troppopieno
- Scarico di fondo con intercettazione
- Interruttori di livello per reintegro automatico
- Protezione pompe

-
- Attacchi per il riscaldamento dell'acqua dal sistema di recupero

c5) Pulizia Fondo Piscina

Le impurità caratterizzate da dimensioni e peso tali da non essere riprese dal sistema di filtrazione, tenderanno a depositarsi sul fondo della piscina creando sia un effetto estetico poco piacevole sia una fonte di inquinamento quale torbidità e possibile proliferazione batterica e/o algale, tale da richiedere un maggiore ed irregolare consumo di cloro. Per eliminare questa potenziale fonte di inquinamento è stata prevista, per entrambe le vasche, un apposito sistema di pulizia mediante aspira fango e circuito idraulico di aspirazione facente capo al collettore di aspirazione delle pompe.

Sistema di disinfezione bordo vasca e spogliatoi. Per la disinfezione ambientale (bordo vasche, vaschette lava piedi dei passaggi obbligati, spogliatoi) è stata prevista apposita apparecchiatura per l'erogazione di soluzione disinfettante in pressione con un'adeguata portata ad una concentrazione regolabile. Una rete dedicata provvederà alla distribuzione della soluzione nei vari ambienti mediante rubinetti porta gomma installati a parete ai quali collegare gli spruzzatori a lancia per la quotidiana disinfezione e degli spruzzapiedi temporizzati da installare nei passaggi obbligati.

4.5 - IMPIANTO DI REGOLAZIONE AUTOMATICA

Impostazione generale. Tutte le regolazioni relative alle unità di trattamento dell'aria e nell'ambito delle centrali tecnologiche sono realizzate con l'impiego di unità periferiche a controllo digitale diretto (DDC). Queste unità DDC, ove non presenti a bordo macchina, verranno installate all'interno dei quadri elettrici degli impianti termofluidici, in appositi comparti dedicati.

Filosofia di regolazione. Nell'ambito delle singole zone di pertinenza sono previste le seguenti logiche di controllo.

Centrale Termica

- Controllo delle sequenze di funzionamento delle caldaie
- Controllo della logica di inserimento delle pompe di circolazione
- Controllo degli scambiatori di riscaldamento
- Controllo dei sistemi di recupero
- Gestione impianto solare termico
- Gestione degli allarmi e degli stati della componentistica ospitata in Centrale.

Centrale Idrica e Piscina

- Controllo del Sistema di produzione di acqua calda uso igienicosanitario e del relativo funzionamento del trattamento dell'acqua e del Sistema antilegionellosi
- Controllo degli scambiatori di riscaldamento
- Controllo dei sistemi di recupero
- Gestione degli allarmi e degli stati della componentistica ospitata in Centrale.

Unità Terminali

Unità di Trattamento Aria

- Controllo di Ventilatori di immissione ed espulsione
- Regolazione batteria di riscaldamento

- Logica di recupero termico
- Serrande motorizzate
- Stato della Catena Filtrante.

Pannelli radianti

- Controllo delle valvole di zona dei cronotermostati e delle testine lettrotermiche.

Utenze dotate di proprio quadro elettrico

- Interfacciamento con microprocessore residente a bordo macchina e trasferimento a distanza dei principali parametri di funzionamento (temperatura ed umidità aria mandata e ripresa) e degli allarmi di macchina.

Collegamenti. Tutti i cavi impiegati per il collegamento delle apparecchiature in campo con l'unità periferica sono del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, a Norme CEI 20.22 II e III, CEI 20.35/37/38.

Per i diversi collegamenti sono impiegati:

- cavi 2 x 1 mmq. schermati, per il collegamento delle sonde passive con l'unità periferica;
- cavi 3 x 1,5 mmq. schermati, per il collegamento delle sonde attive con l'unità periferica;
- cavi 3 x 1,5 mmq. per il collegamento dei servocomandi con l'unità periferica;
- cavi 2 x 1,5 mmq. per il collegamento dei punti digitali in campo con l'unità periferica.

Per le unità terminali saranno inclusi i collegamenti tra i sensori e l'unità stessa.

BMS. Tutte le periferiche dei sistemi HVAC e idrici si interfacciano ad un sistema BMS (Building Management System), così da consentire una gestione automatica basata su algoritmi di controllo, monitorare e modulare le prestazioni degli impianti, gestire da apposite postazioni eventuali allarmi nonché programmare efficacemente le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

4.6 - CENTRALE TERMICA AL SERVIZIO DEGLI EDIFICI IN PROGETTO

Il fabbisogno termico per il complesso risulta così determinato:

UTENZA	Riscaldamento vasche piscina (Kw)	Produzione acqua calda sanitaria (Kw)	Climatizzazione ambienti invernale (Kw)	Climatizzazione ambienti estiva (Kw)	TOTALE (Kw)
Edificio 1	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto
Edificio 2	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto
Edificio 3	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto
Edificio Piscina	1026	855	166	227	2274
Edificio 5	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto
Edificio 6	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto	Non oggetto

La determinazione della Potenza di Picco della Centrale Termica negli impianti di riscaldamento centralizzati, che alimentano i moduli termici che a loro volta dovranno coprire per ogni singola

utenza il carico di punta dovuto al riscaldamento e quello legato alla produzione di acqua calda sanitaria, verrà eseguita tenendo in debito conto sia fattori di contemporaneità, sia del modo di funzionamento degli stessi moduli termici.

I moduli saranno caratterizzati da prelievi termici continui sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua calda sanitaria (mediante scambiatori di calore istantanei) con priorità all'acqua calda nei periodi di punta.

La rete di tubazioni costituenti il circuito primario avrà infatti un consistente contenuto di acqua calda a livello termico mediamente più alto della ACS e costituisce di fatto una riserva di energia utilizzabile nei picchi di fabbisogno. Questa riserva dipende ovviamente dalla quantità e dal livello di temperatura del fluido primario, dal dimensionamento delle tubazioni, dal livello di portata in circolazione e, non ultimo, dalle prestazioni termiche degli scambiatori a corredo dei generatori di calore.

Per sopperire al fabbisogno di cui sopra saranno installate sia pompe di calore geotermiche a recupero termico totale funzionanti elettricamente sia pompe di calore acqua-acqua funzionanti elettricamente, caratterizzate da rese (C.O.P.) nominali superiori a 4,3.

Le pompe di calore saranno costituite da:

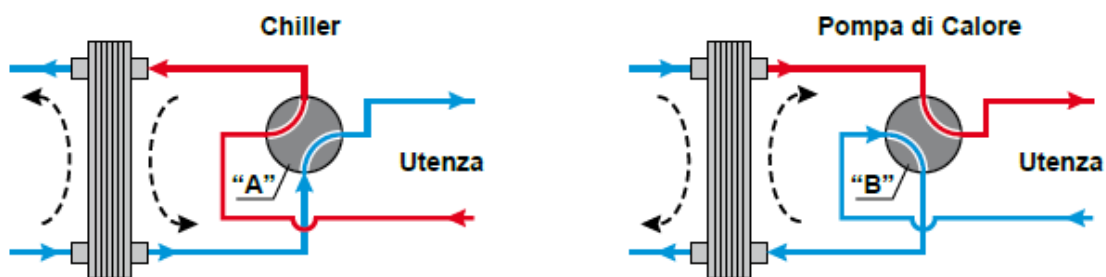
- compressori ermetici a spirale orbitante completi di protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata. Saranno montati su gommini antivibranti e completi di carica di olio. Saranno completi di riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenire la diluizione dell'olio da parte del refrigerante all'arresto del compressore e saranno fornite con cuffia fonoassorbente per il /i compressore /i;
- scambiatori a piastre saldobrasate realizzate in acciaio inox austenitico AISI 316 con connessioni in AISI 316L, caratterizzate da un ridotto tenore di carbonio per facilitare le operazioni di brasatura. Tali scambiatori consentono anche l'utilizzo del fluido R410A che ne esalta, grazie all'elevata conducibilità termica della fase liquida ed al comportamento quasi azeotropico, lo scambio termico in evaporazione con prestazioni superiori a quelle di altri fluidi metanoderivati della famiglia degli HFC;
- valvola elettrica a controllo elettronico invece della classica valvola termostatica meccanica, la quale ha una ridotta capacità di modulazione. L'utilizzo di questa valvola renderà possibile la diminuzione del consumo di energia del compressore quando le condizioni al contorno permettono di ridurre il Δp al di sotto dei 5 bar. Questo dispositivo sarà fondamentale ad assicurare sempre la corretta alimentazione dell'evaporatore in tutte le condizioni di funzionamento;
- pompe di circolazione a rotore bagnato con motore EC, esenti da manutenzione, ad alta efficienza, regolate elettronicamente e di classe energetica A. Il corpo della pompa sarà in ghisa grigia rivestito in cataforesi KTL, quale ottimale protezione contro la corrosione. L'isolamento termico sarà in polipropilene, l'albero sarà in acciaio inox, i cuscinetti saranno in carbone impregnato di metallo e la girante, con spirale tridimensionale, sarà di materiale sintetico con un rivestimento di isolante ermetico in materiale composito di

fibra di carbonio. Le pompe idroniche saranno fornite con guscio termoisolante e fonoassorbente.

Le caratteristiche principali delle pompe di calore geotermiche polivalenti sono le seguenti.

- Valvola di inversione di ciclo lato acqua.

I refrigeratori acqua/acqua geotermici reversibili, nel momento della commutazione da chiller a pompa di calore e viceversa, effettueranno due inversioni di ciclo: una lato refrigerante e una lato acqua. Le valvole di inversione di ciclo verranno commutate automaticamente da azionamenti elettrici, e non cambiando il verso di percorrenza degli utilizzatori esterni, questo sistema permetterà di invertire la direzione del flusso dell'acqua negli scambiatori, mantenendolo sempre in controcorrente rispetto al fluido frigorigeno in tutte le condizioni. Lo scambio termico presenterà efficienza maggiore quando avviene in contro-corrente, anziché in equi-corrente.



- Il Recupero Totale del Calore di Condensazione

Adottando un sistema di Recupero Totale del Calore di Condensazione sarà possibile riscaldare una certa quantità d'acqua, destinata ad uso sanitario, in questo modo si raggiungono livelli di efficienza straordinari.

- Impianto elettrico e sistemi di controllo (a bordo macchina o remotabili): il quadro elettrico sarà realizzato in accordo alle direttive CEE 73 /23 e CEE 89 /336 ed alle norme ad essa collegabili. L'accesso al quadro sarà possibile dalle ante fronte macchina. Sarà possibile remotare i comandi attraverso varie versioni di controller a display / touch screen. Tutti i comandi sono realizzati con segnali a 24 V, alimentati da un trasformatore d'isolamento posizionato nel quadro elettrico, sarà possibile dotare il sistema di telecontrollo (attraverso un collegamento internet) e gestire il sistema, o più sistemi, da località diverse, oppure risolvere molti problemi tecnici attraverso la teleassistenza remota.
- Fluido frigorigeno
Il Fluido frigorigeno (R134a o R410A in base alle potenze termiche rese) consentirà di raggiungere Temperature di condensazione relativamente elevate, agevolando la produzione di Acqua Calda Sanitaria fino a 58°C, senza utilizzare resistenze elettriche aggiuntive.
- Cicli di disinfezione Anti-Legionella

Il software inoltre si occuperà di programmare, ad intervalli di tempo, i Cicli Anti-Legionella. Utilizzando l'acqua ad alta temperatura verrà assicurata la massima igienizzazione dei serbatoi di accumulo da qualsiasi tipo di contaminazione batterica.

- Produzione di acqua calda ad uso sanitario

Le pompe di calore, nella loro esecuzione polivalente, consentiranno la produzione di acqua calda a temperatura elevata per successivo uso sanitario, attraverso l'accoppiamento a componentistica dedicata quali serbatoi in acciaio inox o con pareti smaltate e un'eventuale serbatoio di accumulo esterno, che meglio permetterà di sfruttare le potenzialità dell'unità geotermica in termini di efficienza energetica.

All'interno della Centrale saranno alloggiare tutte le attrezzature per il sezionamento e lo smistamento del fluido termovettore (acqua calda) verso gli apparecchi utilizzatori.

L'idronica in oggetto prevederà la seguente organizzazione:

- Circuito Primario delle pompe di calore (50-45°C);
- Scambiatore di calore circuito primario - circuito secondario;
- Circuito Secondario (50-30°C) per l'alimentazione della rete generale del complesso suddiviso nei seguenti circuiti.

Edificio 1

Edificio 2

Edificio 3

Edificio 4 – Piscina con le ulteriori reti:

- a) Circuito 50-30°C per la produzione dell'Acqua Calda Sanitaria;
- b) Circuito 50-30°C per il riscaldamento dell'acqua delle piscine;
- c) Circuito 50-40°C per il riscaldamento delle batteria delle unità di trattamento aria;
- d) Circuito 35-30°C per il riscaldamento a pannelli radianti.

Edificio 5

Completano la Centrale tutte le apparecchiature di controllo e sicurezza imposte dalla Normativa vigente nonché la Quadristica Elettrica e di Regolazione Automatica necessarie per una corretta conduzione del sistema impiantistico.

CENTRALE IDRICA AL SERVIZIO DEGLI EDIFICI IN PROGETTO

Il Fabbisogno Idrico, calcolato secondo normativa, risulta di seguito elencato

UTENZA	UCF	UCC	UCT
Edificio 1	-----	-----	-----
Edificio 2	-----	-----	-----
Edificio 3	-----	-----	-----
Edificio 4	306,5	151,5	357
Edificio 5	-----	-----	-----
Edificio 6	-----	-----	-----
TOTALE	306,5	151,5	357
Portata (l/s)	5,5	3,5	5,7
Portata (l/h)	19.800	12.600	20.500

Dove:

- **UCF**: Unità di carico fredde
- **UCC**: Unità di carico calde
- **UCT**: Unità di carico totali.

In Centrale Idrica è prevista la seguente componentistica:

- Gruppo di pressurizzazione idrica a portata variabile e pressione 6 bar;
- Vasca di accumulo, capacità complessiva in relazione alle utenze, in grado di garantire un'autonomia di 1 giorno;
- Sistemi di trattamento dell'acqua.

Il trattamento dell'acqua ad utilizzo sanitario è a reintegro delle piscine e così strutturato:

- Trattamento di tutta la portata prelevata dalla rete comunale costituito da filtrazione e addolcimento (per durezza dell'acqua superiori a 15 °Fr)
- Ulteriore trattamento chimico antilegionella con biossido di cloro per l'acqua destinata alla produzione di acqua calda ad uso sanitario.

E' prevista la seguente componentistica per il trattamento dell'acqua:

- Filtro dissabbiatore autopulente
- Addolcitore automatico monocolonna con sistema di disinfezione resine caratterizzato da una portata massima e una capacità ciclica di 6.600 °Fr x m³
- I sistemi per la produzione di biossido di cloro da soluzioni diluite di clorito di sodio e acido idroclorico avranno capacità tale da produrre biossido di cloro sufficienti a trattare i m³ di acqua potabile richiesta all'ora alla massima concentrazione consentita.

La soluzione di biossido di cloro prodotta viene stoccata all'interno di un serbatoio integrato e quindi introdotta nella tubazione dell'acqua potabile secondo necessità, mediante la pompa di dosaggio incorporata o una pompa esterna.

I circuiti spillati dalla Centrale Idrica dopo il trattamento di filtrazione e addolcimento sono quelli di seguito elencati:

- Circuito Fredda Potabile Edifici (1,2,3,5)
- Circuito Fredda Potabile Piscina
- Reintegro Circuiti
- Circuito alimentazione sistema di disinfezione bordo vasca e spogliatoi
- Circuito alimentazione piscine

I circuiti spillati dalla Centrale Idrica dopo il trattamento con biossido di cloro sono:

- Circuito Fredda Tecnica Edifici (1,2,3,5);
- Circuito Fredda Tecnica Piscina.

4.7 - IMPIANTO SOLARE TERMICO E RECUPERI ENERGETICI

Impianto Solare Termico

In ottemperanza al Dgr 8/8745 il fabbisogno di energia termica necessario per la produzione di acqua calda sanitaria dovrà essere coperto da fonte rinnovabile per almeno il 50%.

Considerando i dati climatici relativi alla località di Rovello Porro si desume:

Dati climatici

Caratteristiche geografiche:

- Località: Rovello Porro
- Provincia: Como
- Altitudine s.l.m.: 240 m
- Longitudine: 45° 39'
- Latitudine: 9° 2'
- Gradi giorno: 2410 gg
- Zona climatica: E

Località di riferimento:

- per la temperatura: Como
- per l'irradiazione: Como (prima località)
Milano (seconda località)
- per il vento: Como

Caratteristiche del vento:

- Regione di vento: A
- Direzione prevalente: Sud
- Distanza dal mare: >40 Km
- Velocità media del vento: 0,9 m/s
- Velocità massima del vento: 1,8 m/s

Dati invernali:

- Temperatura esterna di progetto: -5,0 °C
- Stagione di riscaldamento invernale: dal 15 Ottobre al 15 Aprile

Dati estivi:

- Temperatura esterna bulbo asciutto: 32 °C
- Temperatura esterna bulbo umido: 23,6 °C
- Umidità relativa: 50,0 %
- Escursione termica giornaliera: 8 °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	2,7	4,8	8,6	12,5	16,5	20,9	23,4	22,9	19,4	13,5	8,2	4,2

Valori di irraggiamento medie mensili

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,6	2,4	3,6	5,3	7,5	9,1	9,0	6,3	4,1	2,9	1,8	1,4
Nord-Est	MJ/m ²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,1	11,7	12,3	9,5	6,3	3,7	2,0	1,5
Est	MJ/m ²	3,4	5,2	8,3	11,0	12,5	13,7	15,1	12,6	9,7	6,7	3,7	3,0
Sud-Est	MJ/m ²	5,8	7,5	10,3	11,7	11,6	12,0	13,4	12,7	11,3	9,4	6,0	5,2
Sud	MJ/m ²	7,3	8,9	11,0	10,6	9,5	9,5	10,5	10,9	11,3	10,9	7,4	6,6
Sud-Ovest	MJ/m ²	5,8	7,5	10,3	11,7	11,6	12,0	13,4	12,7	11,3	9,4	6,0	5,2
Ovest	MJ/m ²	3,4	5,2	8,3	11,0	12,5	13,7	15,1	12,6	9,7	6,7	3,7	3,0
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,1	11,7	12,3	9,5	6,3	3,7	2,0	1,5
Orizzontale	MJ/m ²	4,3	6,8	11,3	16,0	18,9	21,2	22,9	18,6	13,5	8,7	4,7	3,7

Tipologia impianto.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) è del tipo a collettori solari e la destinazione d'uso dell'impianto segue la normativa UNI TS 11300-2.

Il fabbisogno mensile d'acqua calda sanitaria viene calcolato considerando:

- il fabbisogno netto calcolato secondo la UNI 10300-2;
- il rendimento di erogazione e di distribuzione ACS;
- le dispersioni di rete di riscaldamento centralizzato.

Destinazione d'uso dell'impianto solare.

- Acqua calda sanitaria (ACS) UNI TS 11300-2
- Numero di collettori impiegati: 30
- Inclinazione rispetto al piano orizzontale (tilt): 30.00°
- Orientamento rispetto al sud (azimuth): 0.00° - SUD

Dati collettore solare.

- Tipo: Collettore a tubi sottovuoto
- Superficie complessiva: 4,91 [m²]
- Superficie di apertura: 4,50 [m²]
- Superficie assorbitore: 4,50 [m²]
- Portata consigliata per m² di pannello: 178,2 [l/h]
- Pressione massima di esercizio: 10 [bar]
- Dimensioni: 2,42 x 2,03 x 0,12
(spessore)

Recuperi Energetici

L'energia termica prodotta in forma rinnovabile dall'impianto solare termico verrà normalmente scaricata sullo scambiatore per la produzione di acqua calda sanitaria a 5°C mediante scambiatore di calore e distribuita a tutte le utenze del complesso.

In situazione di emergenza, cioè quando la richiesta di calore è talmente bassa da ridurre la portata di trasporto dell'impianto alla minima gestibile dall'inverter, l'impianto solare potrà scambiare la potenza sulle seguenti utenze:

- a) Sistema di riscaldamento per l'Edificio Piscina
- b) Riscaldamento vasche dell'Edificio Piscina

La logica di gestione dei recuperi risulta essere la seguente:

- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $\leq 35^{\circ}\text{C}$, il sistema solare scambia calore sulla rete di riscaldamento;
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata) il sistema solare scarica il calore sullo scambiatore connesso con l'accumulo di ACS;
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata) e l'accumulo di ACS è tutto a 50°C , il sistema solare scarica il calore sullo scambiatore connesso con il riscaldamento della piscina grande;
- se la temperatura di ritorno della rete di riscaldamento è $> 35^{\circ}\text{C}$ (inverter alla minima portata), l'accumulo di ACS è tutto a 50°C e la piscina è a temperatura superiore a 30°C , il sistema solare dissipa il calore su apposito smaltitore situato all'esterno.

Per sfruttare al meglio l'apporto solare termico è prevista la seguente componentistica:

- Accumulo solare per ACS costituito da:
 - scambiatore di calore
 - accumulo di acqua calda sanitaria di adeguata capacità, in grado di garantire alla temperatura di 50°C una autonomia dell'Edificio Piscina con la massima richiesta di ACS.
- Scambiatore con l'acqua delle vasche dell'Edificio Piscina.

Oltre allo sfruttamento dell'energia solare sono previsti i seguenti recuperi energetici:

- Recupero di energia termica dall'acqua di spurgo della piscina sull'acqua di reintegro mediante scambiatore di calore pompa di calore con evaporazione sull'acqua di spurgo.

Recupero delle acque meteoriche

Secondo il "Regolamento regionale n° 2/2006, art. 6" è previsto il recupero e l'utilizzo dell'acqua piovana che sarà impiegata per l'irrigazione dei giardini e per alimentare la riserva idrica per l'antincendio, oltre che per lo scarico d'acqua dei sanitari.

Il sistema di recupero e riutilizzo delle acque meteoriche è costituito da un serbatoio di raccolta delle acque meteoriche (posizionato in apposito locale interrato proveniente dai pluviometri tramite opportuni filtri per l'eliminazione del materiale in sospensione (foglie, detriti, sabbia, ecc.)). Detto il serbatoio sarà dotato di "troppo pieno" per il deflusso dell'acqua in eccesso.

L'impianto di raccolta e riutilizzo delle acque piovane dovrà prevedere i seguenti componenti essenziali:

-
- il sistema di raccolta vero e proprio, cioè l'insieme degli elementi che raccolgono le acque meteoriche e le convogliano verso il serbatoio di accumulo a partire dalle superfici di copertura investite dalla pioggia, quali grondaie, converse, pluviali, pozzetti di drenaggio e tubazioni di raccordo;
 - il sistema di filtraggio, che avrà la funzione di trattenere o separare dall'acqua tutto il materiale (fogliame, detriti, ecc...) che, andando a depositarsi nel serbatoio di accumulo, determinerebbe un deterioramento della qualità dell'acqua e un intasamento delle condotte o del sistema di pompaggio;
 - il serbatoio di accumulo, cioè la cisterna di raccolta delle acque meteoriche di appropriata capacità, con un accesso sicuro e dotata di dispositivo di "troppo pieno".
 - il sistema di utilizzo, mediante elettropompa sommersa, delle acque recuperate per l'alimentazione dei servizi idrici che non richiederanno uso potabile.

4.8 - CONTABILIZZAZIONE

Per consentire un corretto conteggio dei consumi associati al funzionamento degli impianti è prevista la rilevazione dei consumi delle seguenti macroaree:

- Edificio 1
- Edificio 2
- Edificio 3
- Edificio 4 (Piscina)
- Edificio 5

La produzione e il vettoriamento dei fluidi termici ed idrici è demandato ad appositi impianti condominiali quali:

- Centrale Termica
- Centrale Idrica
- Centrale Solare

In tutta evidenza ai consumi termici dovranno essere associati gli equivalenti consumi elettrici (pompe, bruciatori, Centrali di Trattamento Aria, Condizionatori, Termoventilatori etc.).

Per le utenze elettriche del Centro Sportivo si renderanno necessari sub-contatori in grado di conteggiare i consumi elettrici delle zone di pertinenza.

Detti sub-contatori saranno oggetto dell'Appendice C "Impianti Elettrici e Speciali".

La contabilizzazione dell'energia termica utilizzata dalle singole utenze è attuata per mezzo di contatori di energia previsti all'interno del relativo satellite d'utenza in dotazione a ciascuna utenza. All'interno del satellite d'utenza risultano previsti anche i contatori per l'acqua fredda e per l'acqua fredda trattata con il biossido di cloro. L'impulso generato dal singolo contatore verrà acquisito dai concentratori di zona e trasmesso, attraverso una rete dati di tipo RS485/M-bus ad un Centralizzatore dotato di monitor LCD touch screen; dal Centralizzatore è possibile acquisire, registrare, storicizzare e visualizzare tutti i valori totalizzati dalle singole utenze. L'elaborazione dei dati e la stampa degli output avverranno per mezzo di un software specifico, compreso nella fornitura del sistema di contabilizzazione. Il Centralizzatore sarà dotato di modem per la trasmissione a distanza tutti i dati immagazzinati.

4.9 - IMPIANTO ANTINCENDIO

L'impianto antincendio segue le prescrizioni del DM- 18-03-1996, art.17, relativo agli impianti tecnici.

Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi.

Estintori

Tutti gli Edifici in progetto saranno dotati di un adeguato numero di estintori portatili. Gli estintori dovranno essere distribuiti in modo uniforme nell'area da proteggere e sarà comunque necessario che alcuni si trovino:

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

Gli estintori dovranno essere ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile. Appositi carrelli segnalatori dovranno facilitarne l'individuazione, anche a distanza. Gli estintori portatili dovranno avere capacità estinguente non inferiore a 13 A - 89 B. A protezione di aree ed impianti a rischio specifico devono essere previsti estintori di tipo idoneo.

Impianto idrico antincendio

I naspi, correttamente corredati , dovranno 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 visibile
- segnalati con appositi cartelli che ne agevolino l'individuazione a distanza.

Gli idranti ed i naspi non dovranno essere posti all'interno delle scale in modo da non ostacolare l'esodo delle persone. In presenza di scale a prova di fumo interne, al fine di agevolare l'intervento dei Vigili del Fuoco, gli idranti dovranno essere ubicati all'interno dei filtri a prova di fumo. Gli impianti al chiuso con numero, di spettatori superiore a 100 e fino a 1.000 dovranno essere almeno dotati di naspi DN 20; ogni naspo dovrà essere corredato da una tubazione semirigida realizzata a regola d'arte. I naspi potranno essere collegati alla normale rete idrica, purché questa sia in grado di alimentare, in ogni momento, contemporaneamente, oltre all'utenza normale, i due naspi ubicati in posizione idraulicamente più sfavorevole, assicurando a ciascuno di essi una portata non inferiore 35 l/min. ed una pressione non inferiore a 1,5 bar, quando sono entrambi in fase di scarica. L'alimentazione dovrà assicurare una autonomia non inferiore a 30 min. Qualora la rete idrica non sia in grado di assicurare quanto sopra descritto, dovrà essere predisposta una alimentazione di riserva, capace di fornire le medesime prestazioni. Gli impianti al chiuso con numero di spettatori superiore a 1.000 e quelli all'aperto con numero di spettatori superiore a 5.000 dovranno essere dotate di una rete idranti DN 45. Ogni idrante dovrà essere corredato da una tubazione flessibile realizzata a regola d'arte. L'impianto idrico antincendio per idranti dovrà essere costituito da una rete di tubazioni, realizzata preferibilmente ad anello, con colonne montanti disposte nei vani scala; da ciascuna montante, in corrispondenza di ogni piano, deve essere derivato, con tubazioni di diametro interno non inferiore a 40 mm, un attacco per idranti DN 45; la rete di tubazioni dovrà essere indipendente da quella dei servizi sanitari. Le tubazioni dovranno essere protette dal gelo, da urti e qualora non metalliche dal fuoco. L'impianto dovrà

avere caratteristiche idrauliche tali da garantire una portata minima di 360 l/min. per ogni colonna montante e nel caso di più colonne, il funzionamento contemporaneo di almeno due. Esso dovrà essere in grado di garantire l'erogazione ai 3 idranti in posizione idraulica più sfavorita, assicurando a ciascuno di essi una portata non inferiore a 120 l/min. con una pressione al bocchello di 2 bar. L'alimentazione dovrà assicurare una autonomia di almeno 60 min. L'impianto dovrà essere alimentato normalmente dall'acquedotto pubblico. Qualora l'acquedotto non garantisca la condizione di cui al punto precedente, dovrà essere realizzata una riserva idrica di idonea capacità. Il gruppo di pompaggio di alimentazione della rete antincendio dovrà essere realizzato da elettropompa con alimentazione elettrica di riserva (gruppo elettrogeno ad azionamento automatico) o da una motopompa con avviamento automatico. Negli impianti sportivi al chiuso con capienza superiore a 4.000 spettatori e in quelli all'aperto con capienza superiore a 10.000 spettatori dovrà essere prevista l'installazione all'esterno, in posizione accessibile ed opportunamente segnalata, di almeno un idrante DN 70 da utilizzare per il rifornimento dei mezzi dei Vigili del Fuoco. Tale idrante dovrà assicurare una portata non inferiore a 460 l/min. per almeno 60 min.

CALCOLI TERMICI

Calcoli termici invernali

Dati climatici della località:

Località	ROVELLO PORRO	
Provincia	Como	
Altitudine s.l.m.	240	m
Gradi giorno	2410	
Zona climatica	E	
Temperatura esterna di progetto	-5,0	°C

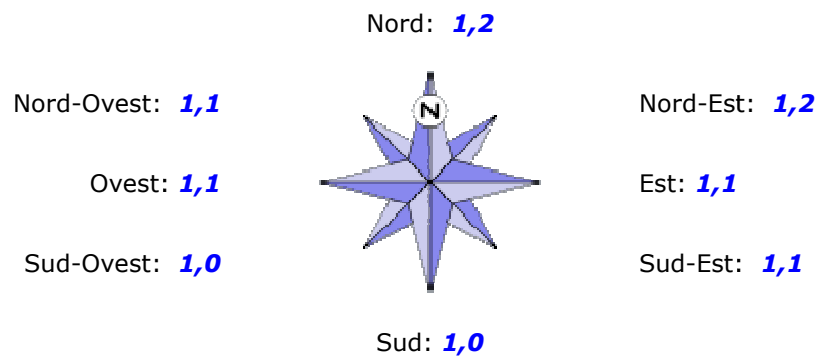
Dati geometrici dell'intero edificio:

Superficie in pianta netta	3327,34	m ²
Superficie esterna lorda	9333,82	m ²
Volume netto	34084,18	m ³
Volume lordo	0,00	m ³
Rapporto S/V	0,00	m ⁻¹

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	Vicini presenti	
Coefficiente di sicurezza adottato	1,25	-

Coefficienti di esposizione solare:



DISPERSIONI DEI COMPONENTI

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M1	U	Parete su locale tecnico	0,340	5,0	42,88	335	0,3
M2	T	Parete su esterno	0,340	-5,0	161,47	1705	1,3
M3	U	Parete sottotribuna	0,340	5,0	97,75	764	0,6
M4	U	Parete su ascensore 1	0,340	5,0	73,70	482	0,4
M6	U	Parete su terra soluzione 1	0,340	13,2	352,10	1753	1,3
M8	T	Portoncino	2,200	-5,0	3,41	278	0,2
P1	U	Pavimento su terreno	0,330	13,2	2871,39	13793	10,3
S2	T	Soletta su esterno	0,300	-5,0	404,02	3926	2,9
S3	T	Copertura 1	0,300	-5,0	2662,40	26078	19,6
S4	T	Copertura 2	0,300	-5,0	252,58	1894	1,4

Totale: **51010** **38,2**

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W1	T	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	2412,12	82360	61,8

Totale: **82360** **61,8**

Legenda simboli

- U Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
- Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico
- θ_e Temperatura di esposizione dell'elemento
- S_{Tot} Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
- L_{Tot} Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione
- %Φ_{Tot} Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il Φ_{tr} totale dell'edificio

DISPERSIONI COMPLESSIVE DELL'EDIFICIO

Dispersioni per Trasmissione raggruppate per esposizione:

Prospetto Nord:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	434,68	15800	11,8

Totale: **15800** **11,8**

Prospetto Nord-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	85,33	2560	1,9

Totale: **2560** **1,9**

Prospetto Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M2	Parete su esterno	0,340	-5,0	80,74	872	0,7
M8	Portoncino	2,200	-5,0	1,70	142	0,1
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	498,19	18280	13,7

Totale: **19294** **14,5**

Prospetto Sud-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	87,48	2406	1,8

Totale: **2406** **1,8**

Prospetto Sud:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	655,63	21636	16,2

Totale: **21636** **16,2**

Prospetto Sud-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	77,42	2032	1,5

Totale: **2032** **1,5**

Prospetto Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M2	Parete su esterno	0,340	-5,0	80,74	834	0,6
M8	Portoncino	2,200	-5,0	1,70	136	0,1
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	498,19	17485	13,1

Totale: **18455** **13,8**

Prospetto Nord-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
W1	Nuovo componente finestrato 1	1,000	-5,0	75,20	2162	1,6

Totale: **2162** **1,6**

Prospetto Orizzontale:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
P1	Pavimento su terreno	0,330	13,2	2871,39	13793	10,3
S2	Soletta su esterno	0,300	-5,0	404,02	3926	2,9
S3	Copertura 1	0,300	-5,0	2662,40	26078	19,6
S4	Copertura 2	0,300	-5,0	252,58	1894	1,4

Totale: **45691** **34,3**

Prospetto non disperdente:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m ²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M1	Parete su locale tecnico	0,340	5,0	42,88	335	0,3
M3	Parete sottotribuna	0,340	5,0	97,75	764	0,6
M4	Parete su ascensore 1	0,340	5,0	73,70	482	0,4
M6	Parete su terra soluzione 1	0,340	13,2	352,10	1753	1,3

Totale: **3335** **2,5**

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica di un elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica di un ponte termico
θe	Temperatura di esposizione dell'elemento
Sup.	Superficie di un elemento disperdente
Lung.	Lunghezza di un ponte termico
Φ _{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
%Φ _{Tot}	Rapporto percentuale tra il Φ _{tr} dell'elemento e il totale dei Φ _{tr}

Dispersioni per Ventilazione:

Nr.	Descrizione zona termica	V _{netto} [m ³]	Φ _{ve} [W]
1	Nuova zona 1	34084,2	0

Totale **0**

Legenda simboli

V _{netto}	Volume netto della zona termica
Φ _{ve}	Potenza dispersa per ventilazione

Dispersioni per Intermittenza:

Nr.	Descrizione zona termica	S _u [m ²]	f _{RH} [-]	Φ _{rh} [W]
1	Nuova zona 1	3327,34	0	0

Totale: **0**

Legenda simboli

S _u	Superficie in pianta netta della zona termica
f _{RH}	Fattore di ripresa
Φ _{rh}	Potenza dispersa per intermittenza

Dispersioni totali:

Coefficiente di sicurezza adottato **1,25** -

Nr.	Descrizione zona termica	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Nuova zona 1	133370	166713
Totale		133370	166713

Legenda simboli

- Φ_{hl} Potenza totale dispersa
 $\Phi_{hl,sic}$ Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

13.2) Calcoli termici estivi

ZONA: 1 Nuova zona 1

Mese: Luglio

Ora di massimo carico della zona: **16**

Carichi termici nell'ora di massimo carico della zona:

N.	Descrizione	Q_{Irr} [W]	Q_{Tr} [W]	Q_v [W]	Q_c [W]	$Q_{gl,sen}$ [W]	$Q_{gl,lat}$ [W]	Q_{gl} [W]
1	Accoglienza	5302	2833	0	5177	12041	1271	13312
2	Bagni - Deposito Reception	0	53	0	422	310	165	475
3	Corridoio	0	742	0	1930	2176	496	2672
4	Bagno 1	0	70	0	295	281	84	365
5	Bagno 2	0	43	0	295	255	84	339
6	Zona spettatori	2185	2686	0	30851	20943	14779	35721
7	Sala Stampa	3254	1058	0	1426	5488	250	5738
8	Uffici	1055	1058	0	1426	3289	250	3539
9	Piscina	32255	16808	0	83908	105858	27114	132972
13	Spogliatoio sx	0	912	0	8223	6664	2471	9134
14	Zona doccie spogliatoio sx	0	532	0	4122	3010	1643	4654
15	Zona bagni spogliatoio sx	0	111	0	1069	847	333	1180
16	Spogliatoio dx	0	855	0	8223	6607	2471	9078
17	Zona doccie spogliatoio dx	0	532	0	4122	3010	1643	4654
18	Zona bagni spogliatoio dx	0	62	0	1069	798	333	1131
Totali		44050	28355	0	152559	171575	53389	224964

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
 Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
 Q_v Carico dovuto alla ventilazione
 Q_c Carichi interni
 $Q_{gl,sen}$ Carico sensibile globale
 $Q_{gl,lat}$ Carico latente globale
 Q_{gl} Carico globale

SOMMARIO CARICHI TERMICI nell'ora di massimo carico di ciascun locale

ZONA: 1 Nuova zona 1

Mese: Luglio

Carichi termici nell'ora di massimo carico di ciascun locale:

N.	Descrizione	Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{gl,sen} [W]	Q _{gl,lat} [W]	Q _{gl} [W]
1	Accoglienza	16	5302	2833	0	5177	12041	1271	13312
2	Bagni - Deposito Reception	18	0	55	0	422	311	165	476
3	Corridoio	18	0	876	0	1930	2310	496	2806
4	Bagno 1	18	0	71	0	295	282	84	366
5	Bagno 2	18	0	47	0	295	259	84	343
6	Zona spettatori	16	2185	2686	0	30851	20943	14779	35721
7	Sala Stampa	18	3506	988	0	1426	5670	250	5920
8	Uffici	10	3268	198	0	1426	4641	250	4892
9	Piscina	16	32255	16808	0	83908	105858	27114	132972
13	Spogliatoio sx	16	0	912	0	8223	6664	2471	9134
14	Zona doccie spogliatoio sx	18	0	533	0	4122	3012	1643	4655
15	Zona bagni spogliatoio sx	18	0	137	0	1069	873	333	1206
16	Spogliatoio dx	16	0	855	0	8223	6607	2471	9078
17	Zona doccie spogliatoio dx	18	0	533	0	4122	3012	1643	4655
18	Zona bagni spogliatoio dx	12	0	81	0	1069	817	333	1150
Totali			46516	27613	0	152559	173299	53389	226688

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Q _v	Carico dovuto alla ventilazione
Q _c	Carichi interni
Q _{gl,sen}	Carico sensibile globale
Q _{gl,lat}	Carico latente globale
Q _{gl}	Carico globale

DETTAGLIO LOCALI

Distinta dei carichi termici estivi

Zona: **1** Locale: **1** Descrizione: **Accoglienza**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	155,0 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	965,7 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	15,500 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{gl,sen} [W]	Q _{gl,lat} [W]	Q _{gl} [W]
8	5539	0	0	5177	9445	1271	10716
10	5395	528	0	5177	9830	1271	11101
12	5280	1491	0	5177	10677	1271	11948
14	5018	2624	0	5177	11548	1271	12819
16	5302	2833	0	5177	12041	1271	13312
18	4371	2646	0	5177	10923	1271	12194

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	1271	806	2077	3100	5177
10	1271	806	2077	3100	5177
12	1271	806	2077	3100	5177
14	1271	806	2077	3100	5177
16	1271	806	2077	3100	5177
18	1271	806	2077	3100	5177

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone

$Q_{sen,pers}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
 $Q_{sen,elett}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: 1 **Locale:** 2 **Descrizione:** *Bagni - Deposito Reception*

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	7,6 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	47,3 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	2,014 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: *Luglio*

Carichi termici complessivi:

Ora	Q_{Irr} [W]	Q_{Tr} [W]	Q_v [W]	Q_c [W]	$Q_{gl,sen}$ [W]	$Q_{gl,lat}$ [W]	Q_{gl} [W]
8	0	0	0	422	257	165	422
10	0	7	0	422	264	165	429
12	0	23	0	422	279	165	445
14	0	42	0	422	299	165	464
16	0	53	0	422	310	165	475
18	0	55	0	422	311	165	476

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	$Q_{lat,pers}$ [W]	$Q_{sen,pers}$ [W]	Q_{pers} [W]	$Q_{sen,elett}$ [W]	Q_c [W]
8	165	105	270	152	422
10	165	105	270	152	422
12	165	105	270	152	422
14	165	105	270	152	422
16	165	105	270	152	422
18	165	105	270	152	422

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh_{lat} [kJ/kg]	Dh_{sen} [kJ/kg]	$Q_{v,lat}$ [W]	$Q_{v,sen}$ [W]	Q_v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
 Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
 Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
 Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
 $Q_{v,lat}$ Carico latente dovuto alla ventilazione
 $Q_{v,sen}$ Carico sensibile dovuto alla ventilazione
 $Q_{lat,pers}$ Carico latente dovuto alla presenza di persone

$Q_{sen,pers}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
 $Q_{sen,elett}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: 1 **Locale:** 3 **Descrizione:** *Corridoio*

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	56,0 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	235,2 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	6,048 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: *Luglio*

Carichi termici complessivi:

Ora	Q_{Irr} [W]	Q_{Tr} [W]	Q_v [W]	Q_c [W]	$Q_{gl,sen}$ [W]	$Q_{gl,lat}$ [W]	Q_{gl} [W]
8	0	60	0	1930	1495	496	1991
10	0	280	0	1930	1714	496	2210
12	0	412	0	1930	1847	496	2343
14	0	499	0	1930	1934	496	2430
16	0	742	0	1930	2176	496	2672
18	0	876	0	1930	2310	496	2806

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	$Q_{lat,pers}$ [W]	$Q_{sen,pers}$ [W]	Q_{pers} [W]	$Q_{sen,elett}$ [W]	Q_c [W]
8	496	314	810	1120	1930
10	496	314	810	1120	1930
12	496	314	810	1120	1930
14	496	314	810	1120	1930
16	496	314	810	1120	1930
18	496	314	810	1120	1930

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh_{lat} [kJ/kg]	Dh_{sen} [kJ/kg]	$Q_{v,lat}$ [W]	$Q_{v,sen}$ [W]	Q_v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
 Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
 Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
 Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
 $Q_{v,lat}$ Carico latente dovuto alla ventilazione
 $Q_{v,sen}$ Carico sensibile dovuto alla ventilazione
 $Q_{lat,pers}$ Carico latente dovuto alla presenza di persone
 $Q_{sen,pers}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di persone

$Q_{sen,elett}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: 1 **Locale:** 4 **Descrizione:** Bagno 1

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	7,9 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	33,1 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	1,026 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: Luglio

Carichi termici complessivi:

Ora	Q_{Irr} [W]	Q_{Tr} [W]	Q_v [W]	Q_c [W]	$Q_{ql,sen}$ [W]	$Q_{ql,lat}$ [W]	Q_{ql} [W]
8	0	0	0	295	211	84	295
10	0	10	0	295	221	84	305
12	0	31	0	295	242	84	326
14	0	57	0	295	268	84	353
16	0	70	0	295	281	84	365
18	0	71	0	295	282	84	366

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	$Q_{lat,pers}$ [W]	$Q_{sen,pers}$ [W]	Q_{pers} [W]	$Q_{sen,elett}$ [W]	Q_c [W]
8	84	53	137	158	295
10	84	53	137	158	295
12	84	53	137	158	295
14	84	53	137	158	295
16	84	53	137	158	295
18	84	53	137	158	295

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh_{lat} [kJ/kg]	Dh_{sen} [kJ/kg]	$Q_{v,lat}$ [W]	$Q_{v,sen}$ [W]	Q_v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- $Q_{v,lat}$ Carico latente dovuto alla ventilazione
- $Q_{v,sen}$ Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- $Q_{lat,pers}$ Carico latente dovuto alla presenza di persone
- $Q_{sen,pers}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di persone

$Q_{sen,elett}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: 1 **Locale:** 5 **Descrizione:** Bagno 2

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	7,9 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	33,1 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	1,026 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: Luglio

Carichi termici complessivi:

Ora	Q_{Irr} [W]	Q_{Tr} [W]	Q_v [W]	Q_c [W]	$Q_{ql,sen}$ [W]	$Q_{ql,lat}$ [W]	Q_{ql} [W]
8	0	0	0	295	211	84	295
10	0	4	0	295	215	84	300
12	0	16	0	295	227	84	311
14	0	31	0	295	243	84	327
16	0	43	0	295	255	84	339
18	0	47	0	295	259	84	343

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	$Q_{lat,pers}$ [W]	$Q_{sen,pers}$ [W]	Q_{pers} [W]	$Q_{sen,elett}$ [W]	Q_c [W]
8	84	53	137	158	295
10	84	53	137	158	295
12	84	53	137	158	295
14	84	53	137	158	295
16	84	53	137	158	295
18	84	53	137	158	295

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh_{lat} [kJ/kg]	Dh_{sen} [kJ/kg]	$Q_{v,lat}$ [W]	$Q_{v,sen}$ [W]	Q_v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- $Q_{v,lat}$ Carico latente dovuto alla ventilazione
- $Q_{v,sen}$ Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- $Q_{lat,pers}$ Carico latente dovuto alla presenza di persone
- $Q_{sen,pers}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
- $Q_{sen,elett}$ Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **6** Descrizione: **Zona spettatori**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	335,0 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	2998,3 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	180,23 0 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{gl,sen} [W]	Q _{gl,lat} [W]	Q _{gl} [W]
8	2213	0	0	30851	18285	14779	33064
10	2197	0	0	30851	18269	14779	33048
12	2191	831	0	30851	19094	14779	33873
14	2188	2159	0	30851	20419	14779	35198
16	2185	2686	0	30851	20943	14779	35721
18	2185	2666	0	30851	20923	14779	35702

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	14779	9372	24151	6700	30851
10	14779	9372	24151	6700	30851
12	14779	9372	24151	6700	30851
14	14779	9372	24151	6700	30851
16	14779	9372	24151	6700	30851
18	14779	9372	24151	6700	30851

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- Q_{v,lat} Carico latente dovuto alla ventilazione
- Q_{v,sen} Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- Q_{lat,pers} Carico latente dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,pers} Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,elett} Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **7** Descrizione: **Sala Stampa**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	50,9 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	455,2 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	3,052 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	1965	0	0	1426	3141	250	3391
10	1326	198	0	1426	2700	250	2950
12	1094	558	0	1426	2827	250	3077
14	1803	981	0	1426	3960	250	4210
16	3254	1058	0	1426	5488	250	5738
18	3506	988	0	1426	5670	250	5920

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	250	159	409	1017	1426
10	250	159	409	1017	1426
12	250	159	409	1017	1426
14	250	159	409	1017	1426
16	250	159	409	1017	1426
18	250	159	409	1017	1426

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **8** Descrizione: **Uffici**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	26,0 °C	Superficie utile	50,9 m ²
Temperatura bulbo umido	19,0 °C	Volume netto	455,2 m ³
Umidità relativa interna	52,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	3,052 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	3331	0	0	1426	4507	250	4757
10	3268	198	0	1426	4641	250	4892
12	2003	558	0	1426	3736	250	3986
14	1367	981	0	1426	3524	250	3775
16	1055	1058	0	1426	3289	250	3539
18	839	988	0	1426	3003	250	3253

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	250	159	409	1017	1426
10	250	159	409	1017	1426
12	250	159	409	1017	1426
14	250	159	409	1017	1426
16	250	159	409	1017	1426
18	250	159	409	1017	1426

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	10,4	-0,2	0	0	0
10	10,4	1,4	0	0	0
12	10,8	3,5	0	0	0
14	10,4	5,9	0	0	0
16	10,4	5,9	0	0	0
18	9,2	5,2	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- Q_{v,lat} Carico latente dovuto alla ventilazione
- Q_{v,sen} Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- Q_{lat,pers} Carico latente dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,pers} Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,elett} Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **9** Descrizione: **Piscina**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	1980,0 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	26967,6 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	330,66 0 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	30882	2	0	83908	87678	27114	114792
10	32797	15	0	83908	89606	27114	116720
12	28424	5284	0	83908	90502	27114	117616
14	29641	13956	0	83908	100391	27114	127505
16	32255	16808	0	83908	105858	27114	132972
18	25484	16265	0	83908	98543	27114	125657

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	27114	17194	44308	39600	83908
10	27114	17194	44308	39600	83908
12	27114	17194	44308	39600	83908
14	27114	17194	44308	39600	83908
16	27114	17194	44308	39600	83908
18	27114	17194	44308	39600	83908

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- Q_{v,lat} Carico latente dovuto alla ventilazione
- Q_{v,sen} Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- Q_{lat,pers} Carico latente dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,pers} Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,elett} Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **13** Descrizione: **Spogliatoio sx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	209,3 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	585,9 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	30,132 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	0	0	0	8223	5752	2471	8223
10	0	0	0	8223	5752	2471	8223
12	0	263	0	8223	6015	2471	8486
14	0	729	0	8223	6481	2471	8951
16	0	912	0	8223	6664	2471	9134
18	0	897	0	8223	6649	2471	9120

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	2471	1567	4038	4185	8223
10	2471	1567	4038	4185	8223
12	2471	1567	4038	4185	8223
14	2471	1567	4038	4185	8223
16	2471	1567	4038	4185	8223
18	2471	1567	4038	4185	8223

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **14** Descrizione: **Zona doccie spogliatoio sx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	71,8 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	201,1 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	20,041 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{al,sen} [W]	Q _{al,lat} [W]	Q _{al} [W]
8	0	0	0	4122	2479	1643	4122
10	0	0	0	4122	2479	1643	4122
12	0	164	0	4122	2642	1643	4286
14	0	422	0	4122	2901	1643	4544
16	0	532	0	4122	3010	1643	4654
18	0	533	0	4122	3012	1643	4655

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	1643	1042	2685	1437	4122
10	1643	1042	2685	1437	4122
12	1643	1042	2685	1437	4122
14	1643	1042	2685	1437	4122
16	1643	1042	2685	1437	4122
18	1643	1042	2685	1437	4122

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **15** Descrizione: **Zona bagni spogliatoio sx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	26,2 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	73,4 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	4,064 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	0	0	0	1069	736	333	1069
10	0	0	0	1069	736	333	1069
12	0	12	0	1069	748	333	1081
14	0	60	0	1069	796	333	1129
16	0	111	0	1069	847	333	1180
18	0	137	0	1069	873	333	1206

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	333	211	545	524	1069
10	333	211	545	524	1069
12	333	211	545	524	1069
14	333	211	545	524	1069
16	333	211	545	524	1069
18	333	211	545	524	1069

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **16** Descrizione: **Spogliatoio dx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	209,3 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	585,9 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	30,132 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	0	51	0	8223	5802	2471	8273
10	0	64	0	8223	5815	2471	8286
12	0	319	0	8223	6071	2471	8542
14	0	711	0	8223	6463	2471	8934
16	0	855	0	8223	6607	2471	9078
18	0	823	0	8223	6575	2471	9046

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	2471	1567	4038	4185	8223
10	2471	1567	4038	4185	8223
12	2471	1567	4038	4185	8223
14	2471	1567	4038	4185	8223
16	2471	1567	4038	4185	8223
18	2471	1567	4038	4185	8223

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **17** Descrizione: **Zona docce spogliatoio dx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	71,8 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	201,1 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	20,041 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	0	0	0	4122	2479	1643	4122
10	0	0	0	4122	2479	1643	4122
12	0	164	0	4122	2642	1643	4286
14	0	422	0	4122	2901	1643	4544
16	0	532	0	4122	3010	1643	4654
18	0	533	0	4122	3012	1643	4655

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	1643	1042	2685	1437	4122
10	1643	1042	2685	1437	4122
12	1643	1042	2685	1437	4122
14	1643	1042	2685	1437	4122
16	1643	1042	2685	1437	4122
18	1643	1042	2685	1437	4122

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

- Q_{Irr} Carico dovuto all'irraggiamento
- Q_{Tr} Carico dovuto alla trasmissione
- Dh_{lat} Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
- Dh_{sen} Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
- Q_{v,lat} Carico latente dovuto alla ventilazione
- Q_{v,sen} Carico sensibile dovuto alla ventilazione
- Q_{lat,pers} Carico latente dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,pers} Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
- Q_{sen,elett} Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

Zona: **1** Locale: **18** Descrizione: **Zona bagni spogliatoio dx**

Scambi termici per irraggiamento, trasmissione e ventilazione:

Temperatura bulbo secco	28,0 °C	Superficie utile	26,2 m ²
Temperatura bulbo umido	20,3 °C	Volume netto	73,4 m ³
Umidità relativa interna	50,3 °C	Ricambio di picco	0,0 vol/h

Carichi interni:

Numero di persone	4,064 persone	Potenza elettrica per m ²	20 W/m ²
Q sensibile per persona	52 W/pers	Altro Q sensibile	0 W
Q latente per persona	82 W/pers	Altro Q latente	0 W

Mese: **Luglio**

Carichi termici complessivi:

Ora	Q _{Irr} [W]	Q _{Tr} [W]	Q _v [W]	Q _c [W]	Q _{ql,sen} [W]	Q _{ql,lat} [W]	Q _{ql} [W]
8	0	9	0	1069	744	333	1078
10	0	69	0	1069	805	333	1138
12	0	81	0	1069	817	333	1150
14	0	60	0	1069	796	333	1129
16	0	62	0	1069	798	333	1131
18	0	59	0	1069	795	333	1128

Dettaglio dei carichi termici interni:

Ora	Q _{lat,pers} [W]	Q _{sen,pers} [W]	Q _{pers} [W]	Q _{sen,elett} [W]	Q _c [W]
8	333	211	545	524	1069
10	333	211	545	524	1069
12	333	211	545	524	1069
14	333	211	545	524	1069
16	333	211	545	524	1069
18	333	211	545	524	1069

Dettaglio dei carichi termici per ventilazione:

Ora	Dh _{lat} [kJ/kg]	Dh _{sen} [kJ/kg]	Q _{v,lat} [W]	Q _{v,sen} [W]	Q _v [W]
8	8,2	-2,3	0	0	0
10	8,1	-0,7	0	0	0
12	8,5	1,4	0	0	0
14	8,1	3,8	0	0	0
16	8,1	3,8	0	0	0
18	6,9	3,1	0	0	0

Legenda simboli

Q _{Irr}	Carico dovuto all'irraggiamento
Q _{Tr}	Carico dovuto alla trasmissione
Dh _{lat}	Differenza di entalpia latente per l'aria di rinnovo
Dh _{sen}	Differenza di entalpia sensibile per l'aria di rinnovo
Q _{v,lat}	Carico latente dovuto alla ventilazione
Q _{v,sen}	Carico sensibile dovuto alla ventilazione
Q _{lat,pers}	Carico latente dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,pers}	Carico sensibile dovuto alla presenza di persone
Q _{sen,elett}	Carico sensibile dovuto alla presenza di macchinari elettrici

APPENDICE C – GLI IMPIANTI ELETTRICI

1. Premessa

Nella presente appendice sono descritte le opere elettriche e speciali previste per la realizzazione della piscina coperta inserita nel centro sportivo. Si precisa che la descrizione che segue ha il solo scopo di illustrare gli impianti nel loro complesso, indicandone le caratteristiche tecniche e funzionali più significative, al fine di rendere esplicito quanto si pensa di dovere realizzare. Pur se in fase preliminare, e quindi non essendo presente uno studio di prevenzione incendi, saranno tenute in considerazione le prescrizioni del DPR 151/11. In particolare si individuano le seguenti attività di cui all'Allegato 1 del suddetto Decreto:

- n°65 : Centro sportivo Cat.C

L'esatta individuazione dei locali tecnici realmente necessari e le dimensioni e posizioni dei montanti principali necessitano di un successiva fase di progetto in coordinamento con la parte architettonica e, dunque, esulano dalla presente trattazione. In particolare evidenziamo che sarà necessaria la realizzazione di un livello tecnico, sottostante il livello -3.17 m., per la distribuzione delle alimentazioni elettriche a servizio delle vasche e delle centrali degli impianti fluido-meccanici. Anche questa parte della progettazione, per non appesantire l'esposizione, non rientra nella presente relazione.

2. Approccio generale

L'impianto elettrico risulta essere strutturato come qui di seguito meglio specificato.

- Quadri elettrici di distribuzione
- Alimentazione di soccorso da UPS
- Alimentazioni principali
- Illuminazione normale, di emergenza e di sicurezza
- Distribuzione impianto di energia
- Alimentazione quadri elettrici
- Impianto di terra ed equipotenziale

Gli impianti speciali risultano essere così articolati:

- Impianti dati / fonia
- Impianto di segnalazione WC disabili
- Impianto BMS

3. Normative

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, in particolare, devono essere conformi alle norme C.E.I. ed UNI in ultima revisione, ed in particolare agli apparati normativi riassunti nella seguente tabella.

• CEI 0-2	“Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
• CEI 0-16	“Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
• CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
• CEI 11-1	“Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”
• CEI 11-20	“Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”
• CEI 11-25	“Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti”
• CEI 11-35	“Guida alla esecuzione delle cabine elettriche d’utente”
• CEI 11-37	"Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II, III categoria”

• CEI 17-113/1	“Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo AS ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
• CEI 17-43	“Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)”
• CEI 20-21	“Calcolo delle portate dei cavi elettrici”
• CEI 20-40	“Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”
• CEI 23-51	“Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”
• CEI 20-45	Class. “Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U ₀ /U di 0,6/1 kV”
• CEI 44-5	"Equipaggiamento elettrico delle macchine. Parte 1: regole generali"
• CEI 64-8	"Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua".
• CEI 64-12	“Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”.
• CEI 64-14	"Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori"
• CEI 70-1 e V1	"Gradi di protezione degli involucri"
• CEI 81-10/1	Protezione contro i fulmini. Principi generali.
• CEI 81-10/2	“Protezione contro i fulmini. Analisi del rischio”

• CEI 81-10/3	“Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
• CEI 81-10/4	“Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”
• CEI 82-25	“Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione”
• CEI 103-1/1	"Impianti telefonici interni”
• CEI 103-1/2	“Impianti telefonici interni. Parte 2: Dimensionamento degli impianti telefonici interni”
• UNI EN 1838	“Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di
• UNI EN12464-1	“Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”
• UNI EN 12464-2	“Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in esterno”

4. Leggi, decreti, direttive

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, in particolare, devono essere conformi alle leggi, prescrizioni e direttive riassunte nella seguente tabella.

• D.Lgs n 81 del 9 Aprile 2008	“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
• D.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956	“Norme generali per l'igiene del lavoro”
• Legge n. 186 del 1 marzo 1968	“Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni impianti elettrici ed elettronici”

<ul style="list-style-type: none"> DM n. 37 22 gennaio 2008 	<p>“Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d’installazione degli impianti all’interno degli</p>
<ul style="list-style-type: none"> DPR. n.384 del 27 aprile 1978 	<p>“Regolamento di attuazione dell’art.27 della legge n.118 del 30/4/1971, a favore dei mutilati ed invalidi civili in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici. Successive varianti ed integrazioni”</p>
<ul style="list-style-type: none"> DPR 151/11 	<p>“Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi,”</p>
<ul style="list-style-type: none"> Legge n.818 del 1984 	<p>“Prevenzione degli incendi”</p>
<ul style="list-style-type: none"> DL 493/96 del 14 Agosto 1996 	<p>“Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro”</p>
<ul style="list-style-type: none"> DM 10 Marzo 1998 	<p>“Criteri generali di sicurezza antincendio per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro</p>

5. Dati di progetto

Alimentazioni. I valori di potenza per unità di superficie successivamente indicati rappresentano una stima della potenza richiesta dalle singole attività. Tali valori comprendono la potenza relativa agli impianti di condizionamento e di ulteriori utenze meccaniche.

AMBIENTE	SUPERFICIE (m ²)	POTENZA SPEC. (W/m ²)	TOTALE (kW)
PISCINA	2600	3,5	9
SPOGLIATOI E SERVIZI IGIENICI	600	25	15
LOCALI TECNICI E DEPOSITI	100	15	1,5
VANI TECNICI AGGIUNTIVI	600	15	9
UFFICI, ATRII	300	35	10,5
BAR	5	1000	5
ASCENSORI (DUPLEX)	-	-	15
IMPIANTI FLUIDO MECCANICI	-	-	130

Classificazione degli ambienti in base alle norme CEI. I locali oggetto di installazione devono essere classificati secondo le destinazioni d'uso in riferimento a quanto esposto dalle norme CEI vigenti ed applicabili. In considerazione delle tipologie costruttive, ambientali, di lavoro ed in base alle sostanze contenute in deposito, lavorate o erogate da pubblici distributori, si classificano come segue.

Piscina. Nella zona piscina sarà applicata la norma CEI 64-8 Sez.702 "Piscine e fontane".

Locali da bagno e docce. Nelle aree dove sono presenti i bagni e le docce verrà applicata la Norma CEI 64-8 Sez.701 "Locali contenenti bagni e docce".

Ambiente a maggior rischio in caso di incendio. L'intera struttura è considerata come ambiente a maggior rischio in caso di incendio. Pertanto si applicherà la Norma CEI 64-8 Sez.751 "Ambienti a maggior rischio in caso di incendio".

Luogo di pubblico spettacolo e di intrattenimento. L'intera struttura è considerata come luogo di pubblico spettacolo e di intrattenimento. Verrà pertanto applicata la Norma CEI 64-8 Sez.752 "Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e di intrattenimento".

Livelli di illuminamento. La progettazione degli impianti di illuminazione ed in particolare di illuminamento dovrà essere conforme alle indicazioni della Norma UNI EN 12464-1, in accordo alle specifiche relative alle zone dove si svolge il compito visivo. In ogni caso il livello di illuminamento minimo richiesto sarà quello indicato nella tabella che segue.

AMBIENTE	Illuminamento medio (lux)
Piscina	250-300
Accoglienza	300
Corridoi e scale	100-150
Servizi igienici	200
Spogliatoi	300
Depositi	100
Locali tecnici	200

6. Descrizione degli impianti

Fornitura di energia. E' prevista una fornitura generale in Media Tensione a servizio di tutto il centro sportivo. Dal quadro generale di bassa tensione in cabina MT/BT sarà derivata una linea, posata in cavidotti di PVC interrati, alla tensione nominale di 400V – 50 Hz trifase con neutro che alimenterà il quadro generale di distribuzione per l'edificio piscina. In questa fase si prevede di posizionare tale quadro in uno dei locali tecnici previsti.

Quadri elettrici di distribuzione. Il **quadro generale di distribuzione** (QE.GD) alimenta i quadri di zona, il quadro centrali tecnologiche, il quadro ascensori e un'unità di soccorso in continuità (UPS). Il QE.GD è previsto che sia costruito con carpenteria modulare metallica, adatto per posa a pavimento o parete, in Forma 2 secondo le norme CEI 17-113 e CEI 17-114 e contiene gli interruttori automatici magnetotermici e/o magnetotermici differenziali a protezione delle linee derivate. I **quadri di zona** sono previsti prevalentemente di tipo modulare per montaggio a parete o pavimento e contengono gli interruttori automatici o magnetotermici differenziali a protezione delle linee derivate. I due ascensori presenti saranno alimentati da un proprio quadro elettrico per il quale si prevede la sola alimentazione derivata dal QE.GD.

Unità periferica di soccorso – UPS. E' previsto un singolo UPS centralizzato quale dispositivo di alimentazione di soccorso a servizio dell'illuminazione di sicurezza e di alcuni carichi preferenziali. La norma CEI EN 50272-2 prescrive una ventilazione del luogo di installazione delle batterie per mantenere la concentrazione di idrogeno al di sotto del 4% della soglia del limite di esplosione. I luoghi di installazione delle batterie devono essere considerati sicuri ai fini dell'esplosione quando, con la ventilazione naturale o forzata, la concentrazione di idrogeno viene mantenuta al di sotto di questo limite di sicurezza. Pertanto

si prevede di adottare opportuni accorgimenti per rispettare le suddette prescrizioni. L'UPS sarà posizionata nella stesso locale tecnico dove troverà alloggio il quadro di distribuzione del piano interrato. Il gruppo di continuità avrà una potenza di 10 kw con autonomia minima di 60 min.

Sezionamento di emergenza. All'esterno del locale tecnico e del locale ove è installato l'UPS saranno installati pulsanti per lo sgancio generale degli impianti elettrici. I pulsanti saranno a lancio di corrente e dotati di spia luminosa a led a garanzia dell'integrità del circuito. Un pulsante sarà dedicato allo sgancio di energia normale e l'altro per lo sgancio dell'UPS.

Lo sgancio di energia normale agirà sulla bobina di apertura accoppiata all'interruttore di alimentazione del QE.GD posto sul quadro generale di bassa tensione in cabina elettrica.

Distribuzione principale. L'alimentazione tra QE.GD, i quadri di zona e gli impianti fluido-meccanici saranno realizzati con conduttori uni/multipolari di tipo FG7(O)M1 0,6/1 kV. I conduttori saranno contenuti entro passerelle metalliche posate all'interno dei controsoffitti che si prevede verranno realizzati. Il raccordo tra locale tecnico e corridoio degli spogliatoi sarà effettuato con cavidotti di PVC interrati che si attesteranno ad un pozzetto di derivazione.

Distribuzione secondaria. Le linee derivate dai quadri elettrici di zona sono portate agli utilizzatori terminali mediante canalizzazioni a vista oppure poste nei vani creati dai controsoffitti. I conduttori utilizzati sono previsti di tipo FG7(O)M1 0,6/1 KV nel caso di cavi multipolari e No7G9-K 450/750 v nel caso di conduttori unipolari, che dovranno essere utilizzati esclusivamente per posa entro tubazioni isolanti. Per la distribuzione dell'illuminazione di sicurezza, per i carichi privilegiati e per i collegamenti dei pulsanti di sgancio generale saranno utilizzati esclusivamente conduttori FTG10(O)M1 0,6/1 KV (RF31). Tutti i componenti della distribuzione saranno di materiale resistente a 850 °C alla prova del filo incandescente e a bassissima emissione di alogeni. L'impianto in ogni suo componente avrà grado di protezione minimo IP55.

Impianto di illuminazione normale. L'illuminazione del complesso è pensata con corpi illuminanti di differenti caratteristiche e sorgenti luminose a seconda della zona di installazione. La scelta della tipologia di corpi illuminanti è effettuata con il criterio del risparmio energetico e pertanto si prevede l'utilizzo di apparecchi a LED in tutte le aree ad eccezione dei locali tecnici e dei depositi, dove si impiegheranno corpi illuminanti con lampade fluorescenti tradizionali ma dotati di reattore elettronico. L'impianto di illuminazione sarà gestito dal sistema BMS. Pertanto le linee derivate dai quadri di zona saranno dotate di contatori e ausiliari per il comando tramite interfaccia a contatti.

Impianto di illuminazione di sicurezza. Alcuni corpi illuminanti della zona piscina utilizzati per l'illuminazione normale avranno circuito di alimentazione dedicato, derivato dalla

sezione di continuità del quadro di zona alimentata dall'UPS. Questo garantirà un'illuminazione minima di due Lux nell'area, con funzione antipanico. Il sistema sarà gestito dal BMS. L'illuminazione di sicurezza sarà integrata negli altri ambienti dall'illuminazione di emergenza.

Impianto di illuminazione di emergenza. Come accennato al punto precedente, si ipotizza la realizzazione di un sistema di illuminazione di emergenza per l'indicazione delle vie di fuga e delle uscite di sicurezza. I corpi illuminanti utilizzati saranno di tipo autoalimentato dotati di lampada fluorescente a basso consumo e complesso batterie-inverter con autonomia minima 1h e tempo di ricarica 12 h. Essi saranno collegati con sistema bus ad una centralina di gestione in grado di controllare automaticamente ogni singolo corpo illuminante ed effettuare periodici cicli di carica-scarica delle batterie. Il sistema centralizzato sarà gestito nel suo complesso dal sistema BMS. I corpi illuminanti saranno di tipo SE (normalmente spenti), dotati di pittogramma unificato e alimentati con gli stessi circuiti dell'illuminazione normale. Lungo le vie di uscita sarà garantito un livello di illuminazione non inferiore a 5 Lux a 1 metro di altezza dal piano di calpestio.

Distribuzione impianto di energia. I punti prese serie civile saranno realizzati mediante frutti di tipo civile modulare da incasso o da parete. La quota di installazione sarà minimo a cm.40 dal piano di calpestio. I circuiti prese alimenteranno un massimo di n.5 prese ognuno e i frutti posti in aree di transito o sosta del pubblico saranno singolarmente protetti con interruttore magnetotermico o fusibile. Nell'ufficio e nella sala stampa le prese saranno installate su colonnine attrezzate con distribuzione incassata a pavimento. Nei locali tecnici verranno installati pannelli prese di tipo industriale (CEE) monofase, trifase e trifase con neutro. Essi saranno installati in vista a parete ed ogni presa sarà dotata di interruttore di blocco e di base portafusibili; i gruppi presa e a passo CEE saranno realizzati mediante l'impiego di basi modulari di materiale isolante. Nei servizi igienici verranno previsti asciugamani elettrici.

APPENDICE D – L’INVOLUCRO TRASPARENTE

Questa ultima e breve appendice è dedicata ad un approfondimento relativo all’involucro trasparente.

Nel capitolo 4 sono state indicate tutte le caratteristiche costruttive di questo elemento tecnico così importante nell’economia generale dell’edificio. Tali caratteristiche sono state illustrate nelle tavole grafiche specifiche.

Qui di seguito vengono riportati i calcoli relativi al dimensionamento degli elementi strutturali della vetrata e i calcoli relativi alla determinazione del coefficiente di trasmittanza “U”.

Per detti calcoli ci si è basati su semplici fogli di calcolo messi cortesemente a disposizione da primarie ditte produttrici.

Per quanto concerne il dimensionamento dei profilati di sostegno, l’esito del calcolo è consistito nella determinazione del momento di inerzia “J” da relazionare al profilato minimo in grado di soddisfare il risultato emerso.

Invece per quanto concerne il coefficiente di trasmittanza, l’esito del calcolo è consistito nella determinazione del coefficiente “U”.

Nelle pagine seguenti vengono riportate le videate conclusive.

Cella azzurra=i parametri si modificano

Lunghezza del montante [cm]	1230
Interasse montante destro [m]	1,5
Interasse montante sinistro [m]	1,5
Interasse effettivo montanti [m]	1,5
Freccia massima consentita [cm]	1,5
Modulo elastico materiale E [kN/cm ²]	21000

Cella rossa=NON MODIFICARE

Passo 1: Inserire qui a lato la lunghezza del montante, l'interasse fra i montanti, la freccia massima consentita e il modulo elastico del materiale. !!Attenzione alle unità di misura!! Se la lunghezza del montante è inferiore a 300 cm calcolare manualmente la freccia massima consentita (f=L/200).

Carico del vento [kN/m ²]	0,7	v sfavorevole	1,5	ψ0j
	3			
Spinta della folla [kN/m]	120	0	1,5	0,7
Altezza da terra spinta della folla [cm]	120	0	1,5	0,7

Passo 2: Inserire il valore del carico del vento e della folla insieme all'altezza da terra della spinta della folla. !!Attenzione alle unità di

Tipologia del carico	Carichi variabili	v favorevole	0	Categoria del carico
	Carichi variabili			
Passo 3: Scegliere la tipologia dei carichi.		C: Ambienti suscettibili ad affollamento		

Passo 4: Scegliere la categoria dei carichi.

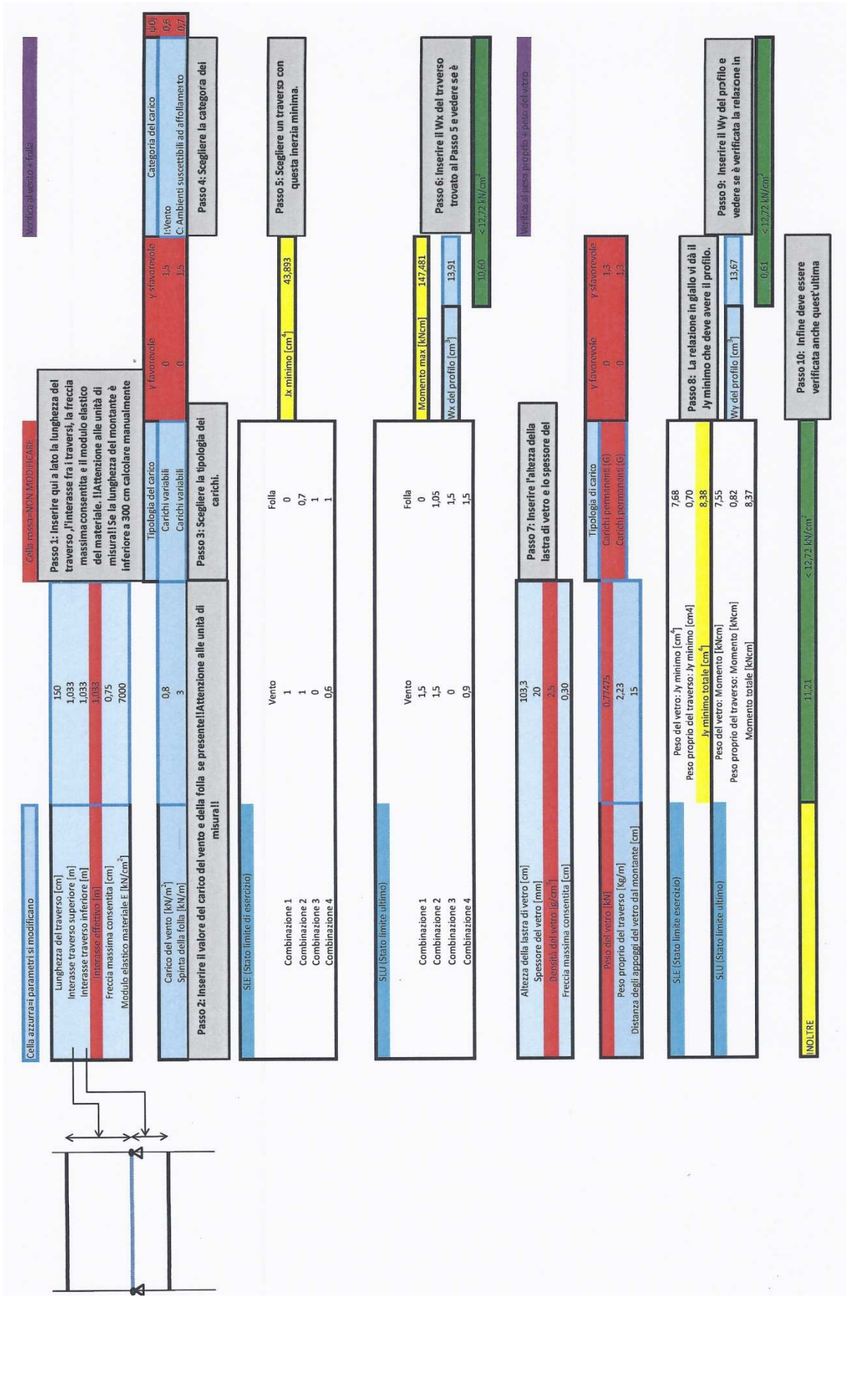
SLE (Stato limite di esercizio)	Combinazione 1	Vento	1	Folla	0	Jx minimo [cm ⁴]
	Combinazione 2	1	0,7	9934,316		
	Combinazione 3	0	1			
	Combinazione 4	0,6	1			

Passo 5: Scegliere un montante con questa inerzia minima.

SILU (Stato limite ultimo)	Combinazione 1	Vento	1,5	Folla	0	Momento max [kNcm]
	Combinazione 2	1,5	1,05	3268,767		
	Combinazione 3	0	1,5	713		
	Combinazione 4	0,9	1,5	4,58		

Passo 6: Inserire il W del montante trovato al Passo 5 e vedere se è verificata la

< 12,72 kN/cm²



Verifica al vento e folle

Colle mosse NON MODIFICARE

Celle azzurre i parametri si modificano

Lunghezza del traverso [cm]	150	Tipologia del carico	y sfavorevole	0,0	Categoria del carico	0,0
Interasse traverso superiore [m]	1,033	Carichi variabili	y sfavorevole	0	i Vento	0,5
Interasse traverso inferiore [m]	1,033	Carichi variabili	y sfavorevole	0	C: Ambienti suscettibili ad affollamento	0,7
Interasse effettivo [m]	3,093	Carichi variabili	y sfavorevole	0		
Freccia massima consentita [cm]	0,75	Carichi variabili	y sfavorevole	0		
Modulo elastico materiale E [kN/cm ²]	7000					

Passo 1: Inserire qui a lato la lunghezza del traverso, l'interasse tra i traversi, la freccia massima consentita e il modulo elastico del materiale. **l'Attenzione alle unità di misura!** Se la lunghezza del montante è inferiore a 300 cm calcolare manualmente

Passo 2: Inserire il valore del carico del vento e della folle se presente. **l'Attenzione alle unità di misura!**

Carico del vento [kN/m ²]	0,8
Spinta della folle [kN/m]	3

Passo 3: Scegliere la tipologia dei carichi.

SIE (Stato limite di esercizio)		Folle	0
Combinazione 1	Vento	1	
Combinazione 2	0	0	
Combinazione 3	1	0,7	
Combinazione 4	0	1	
	0,5	1	

Passo 4: Scegliere la categoria del carico

Passo 5: Scegliere un traverso con questa inerzia minima.

x minimo [cm ⁴]	43,893
-----------------------------	--------

SUI (Stato limite ultimo)		Momento max [kNcm]	147,481
Combinazione 1	Vento	0	
Combinazione 2	1,5	1,05	
Combinazione 3	1,5	0	
Combinazione 4	0,9	1,5	

Passo 6: Inserire il Wx del traverso trovato al Passo 5 e vedere se è

Wx del profilo [cm ³]	13,91
	< 19,60

Passo 7: Inserire l'altezza della lastra di vetro e lo spessore del

Altezza della lastra di vetro [cm]	103,3
Spessore del vetro [mm]	20
Distanza dagli appoggi del vetro dal montante [cm]	2,5
Freccia massima consentita [cm]	0,30

Peso del vetro [kN]	0,77475	Tipologia di carico	y sfavorevole	1,3
Peso proprio del traverso [kg/m]	2,23	Carichi permanenti (G)	y sfavorevole	1,3
Distanza degli appoggi del vetro dal montante [cm]	15	Carichi permanenti (G)	y sfavorevole	1,3

SIE (Stato limite esercizio)		Peso proprio del traverso: Jy minimo [cm ⁴]	7,68
Combinazione 1		Jy minimo totale [cm ⁴]	0,70
Combinazione 2		Peso proprio del traverso: Momento [kNcm]	8,58
Combinazione 3		Peso proprio del traverso: Momento [kNcm]	7,55
Combinazione 4		Momento totale [kNcm]	0,82
			8,37

Passo 8: La relazione in giallo vi dà il Jy minimo che deve avere il profilo.

Wy del profilo [cm ³]	13,67
	< 0,61

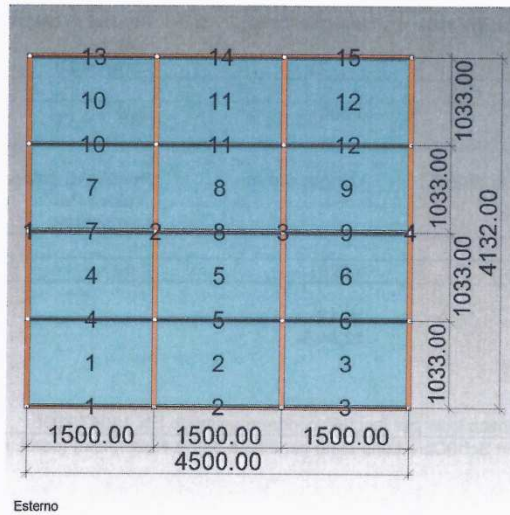
Passo 9: Inserire il Wy del profilo e vedere se è verificata la relazione in

INOLTRE	31,71	< 32,72 [kN/cm ²]
---------	-------	-------------------------------

Passo 10: Infine deve essere verificata anche quest'ultima

INOLTRE	31,71	< 32,72 [kN/cm ²]
---------	-------	-------------------------------

Protocollo valore U



Data di creazione: 15/06/2012

Pezzi	Descrizione	Quote	Sistema		
1	Facciate	4.560,0 mm x 4.192,0 mm	Schüco FW 60+		
12	Vetrato fisso	1.500,0 mm x 1.033,0 mm	Schüco FW 60+		
Profili / Combinazioni		Uf W/(m²K)	Superficie telaio m² Larghezza frontale * Lunghezza	Perdita di calore W/K Valore U* Lunghezza	Nastro isolante / Listello isolante
162180 / 324020		1,3	1,006	1,31	43 mm
324450 / 224810 / 242524		1,3	1,296	1,68	31 mm
Somma Profili / Combinazioni		1,3	2,302	2,99	
Collegamento bordo, elementi ad inserimento		Psi W/(mK)	Lunghezza m	Perdita di calore W/K Valore Psi * Lunghezza	
Totale collegamento bordo, elementi ad inserimento		0	0,000	0,00	
Vetraggio		Ug W/(m²K)	Superficie vetro m²	Perdita di calore W/K Valore U* Lunghezza	Distanziatore
6/15/5/15/44.2 Ug=0.7 W/m²K		0,7	16,813	11,77	Alluminio
Somma vetraggio		0,7	16,813	11,77	
Collegamento bordo vetro		Psi W/(mK)	Lunghezza m	Perdita di calore W/K Valore Psi * Lunghezza	
6/15/5/15/44.2 Ug=0.7 W/m²K		0,12	57,912	6,95	
Somma collegamento bordo vetro		0,12	57,912	6,95	
Pannello		Up (W/m²K)	Superficie pannello (m²)	Perdita di calore W/K Valore U* Lunghezza	

Somma pannelli	0,00	0,000	0,00
Collegamento del bordo del pannello	Psi W/(mK)	Lunghezza m	Perdita di calore W/K Valore Psi * Lunghezza
Somma collegamento del bordo del pannello	0	0,000	0,00
Fascia tagliavetro su vetrocamera	Psi W/(mK)	Lunghezza m	Perdita di calore W/K Valore Psi * Lunghezza
Somma	0	0,000	0,00
Superficie totale m²		19,12	
Superficie telaio		12,04 %	
Coefficiente di trasmittanza termica U_{cw}			1,1W/(m²K)

Determinazione della trasmittanza termica U_{cw} per facciate continue secondo EN 13947:2006.