



Comune di PALAU

Provincia di Sassari - Zona Omogenea Olbia - Tempio

Sindaco: Francesco Giuseppe Manna

***Piano straordinario di Edilizia Scolastica Iscol@,
Programma asse I - Scuole del nuovo Millennio -
Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e
funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste***

Responsabile del Procedimento: Arch. Giovanni Tiveddu



Progetto di FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA Relazione tecnica



Progettazione:

OFFICINE 18

Società di ingegneria
via Alagon 8, 09123, Cagliari (CA)
info@officinediciotto.it

**Arch. Mattia Giuseppe Barranca
Arch. Leonardo Scalas
Dott. Agr. Federico Corona
Dott.ssa Elisabetta Tuveri**

revisione	data	codice elaborato
00	14/09/2023	01_ERE_02_REL

SOMMARIO

Premessa	3
Oggetto dell’incarico	3
Elaborati progettuali	3
INQUADRAMENTO NEGLI STRUMENTI URBANISTICI	5
IL PROGETTO	6
Descrizione dell’intervento e degli obiettivi della progettazione	6
Inserimento storico-paesaggistico dell’intervento	8
Motivazione delle scelte progettuali ed architettoniche	9
Dimensionamento dell’intervento e verifica del rispetto del d.m. 18/12/1975	11
Requisiti igienico-sanitari	12
Soluzioni per il superamento delle barriere architettoniche	14
SOSTENIBILITÀ E CAM	15
CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE	16
CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA	19
Premessa	19
Riferimenti normativi	19
Impianto climatizzazione	20
Calcoli termici	23
Impianto ventilazione meccanica	24
Dimensionamento canali aria	25
Calcoli tubazioni di acqua calda e fredda	25
Calcoli tubazioni di scarico condensa	27
Conclusioni	27
CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E AUSILIARI	29
Interventi in progetto	29
Riferimenti normativi	29
Alimentazione elettrica e classificazione dell’impianto	30
Alimentazione di sicurezza	30
Quadri elettrici	31
Distribuzione, vie cavi e cablaggi	31
Protezione dai contatti diretti	33
Protezione dai contatti indiretti	33
Impianto di terra	33
Impianto di illuminazione	34

Impianto di illuminazione e segnalazione d'emergenza	35
Automazione e monitoraggio consumi energetici	35
Impianto fotovoltaico	36
Cablaggio strutturato fonia dati	36
Manutenzione elettrica	37
RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA SISTEMA IDRICO SANITARIO	39
Introduzione	39
Premessa	40
Reti di acqua fredda	40
Reti di acqua calda	41
Diramazioni e collegamenti alle unità terminali	41
Impianti a collettore	41
Dimensionamento delle reti di distribuzione idrosanitaria secondo uni 9182	43
Sistemi di produzione acs	44
Premessa	45
Diramazioni di scarico	46
Collettori di scarico	47
Dimensionamento dei sistemi di scarico	47
Calcolo delle portate	48
Il dimensionamento dei collettori di scarico	48
RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	51
Premessa	51
Calcolo della portata delle acque meteoriche	52
Calcolo della superficie di copertura	53
Il dimensionamento delle colonne pluviali	54

INTRODUZIONE

Premessa

Il Comune di Palau ha indetto un concorso di progettazione ex art. 152, comma 4, del D. Lgs. 50/2016, con successivo affidamento al vincitore, (art.63, comma 4, del codice) del piano straordinario di edilizia scolastica Iscol@, programma asse I scuole del nuovo millennio. Il Concorso aveva per oggetto la presentazione di proposte progettuali per l'ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau, via Incrociatore Trieste.

Con determinazione n.22 del 02/02/2023 veniva approvata la graduatoria che decretava tale RTP come primo classificato, vincitore del concorso. A seguito del quale il progetto è stato consegnato e approvato nel febbraio di questo anno. Tale elaborato rappresenta un aggiornamento del progetto, secondo il Codice dei Contratti Pubblici D. Lgs. 31 marzo 2023 n. 36, coerente con il progetto originariamente approvato e con un quadro economico aumentato di un 20%.

Oggetto dell'incarico

Il concorso prevedeva la presentazione di proposte progettuali per la realizzazione dell'intervento di “Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste”; una superficie lorda fuori terra pari a circa 1.388 mq (suddivisa su due livelli), censita all'interno del Foglio 6 Mappale 3786, di complessivi 3.412 mq, destinata ad ospitare circa 141 alunni suddivisi in n. 9 sezioni (Aule) e delle relative aree verdi di pertinenza con la sistemazione degli spazi esterni. I progetti dovevano essere finalizzati alla massima qualità degli spazi e alla loro funzionalità rispetto alle esigenze didattiche, al fine di realizzare/riqualificare una scuola alle moderne esigenze della didattica e che sia punto di riferimento del territorio per le attività di apprendimento, formative, ricreative e culturali. Gli interventi proposti dovevano essere coerenti con tale visione e dovevano mirare ad implementarne la strategicità della didattica moderna, in funzione dell'evoluzione della popolazione scolastica.

Il progetto permetterà, a conclusione dei lavori, il raggiungimento della agibilità e di tutte le norme di legge di settore prescritte. L'importo massimo complessivo del costo di realizzazione era pari a € 1.590.000,00, per cui si chiede un incremento del 20%.

Elaborati progettuali

Il presente documento rappresenta perciò la relazione tecnica del progetto di fattibilità tecnica ed economica, che si compone dei seguenti elaborati e documenti:

00	EEL	01	REL	Elenco elaborati
				ERE 01 Elaborati relazionali
01	ERE	01	REL	Relazione generale
01	ERE	02	REL	Relazione tecnica
01	ERE	03	REL	Studio di prefattibilità ambientale
01	ERE	04	REL	Relazione di sostenibilità dell'opera
01	ERE	05	REL	Relazione paesaggistica
01	ERE	06	REL	Prime indicazioni di progettazione antincendio
01	ERE	07	REL	Disciplinare descrittivo e prestazionale
01	ERE	08	REL	Piano preliminare di manutenzione dell'opera

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
 Relazione tecnica

01	SIC	09	REL	Prime indicazioni e prescrizioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento
01	CON	10	REL	Quadro economico di progetto
01	CON	11	REL	Computo metrico estimativo
01	CON	12	REL	Computo metrico della sicurezza
01	CON	13	REL	Cronoprogramma dei lavori
				EGR_02_SDF - Elaborati grafici
02	IVI	01	PLA	Inquadramento generale
02	ARC	02	PLA	Pianta Piano 0
02	ARC	03	PLA	Pianta Piano 1
02	ARC	04	PLA	Pianta Coperture
02	ARC	05	PRO	Prospetti
02	ARC	06	SEZ	Sezioni
				EGR_03_SDP - Elaborati grafici
03	ARC	01	PLA	Inquadramento generale e Planivolumetrico
03	ARC	02	PLA	Pianta quotata - Pianta Piano 0
03	ARC	03	PLA	Pianta quotata - Pianta Piano 1
03	ARC	04	PLA	Pianta quotata - Pianta Piano 2
03	ARC	05	PLA	Pianta arredata - Pianta Piano 0
03	ARC	06	PLA	Pianta arredata - Pianta Piano 1
03	ARC	07	PLA	Pianta arredata - Pianta Piano 2
03	ARC	08	PLA	Pianta Coperture
03	ARC	09	PRO	Prospetti
03	ARC	10	SEZ	Sezioni
03	ARC	11	PLA	Pianta delle demolizioni - Pianta Piano 0
03	ARC	12	PLA	Pianta delle demolizioni - Pianta Piano 1
03	ARC	13	PLA	Pianta delle demolizioni - Pianta Piano 2
03	ARC	14	PLA	Pianta delle costruzioni - Pianta Piano 0
03	ARC	15	PLA	Pianta delle costruzioni - Pianta Piano 1
03	ARC	16	PLA	Pianta delle costruzioni - Pianta Piano 2
03	ARC	17	PLA	Sovrapposto - Pianta Piano 0
03	ARC	18	PLA	Sovrapposto - Pianta Piano 1
03	ARC	19	PLA	Sovrapposto - Pianta Piano 2
03	STR	20	SCH	Schema strutturale - Pianta Piano 0
03	STR	21	SCH	Schema strutturale - Pianta Piano 1
03	STR	22	SCH	Schema strutturale - Pianta Piano 2
03	STR	23	SCH	Schema strutturale - Pianta Coperture
03	IMP	24	PLA	Distribuzione planimetrica impianto di riscaldamento - Pianta Piano 0
03	IMP	25	PLA	Distribuzione planimetrica impianto di riscaldamento - Pianta Piano 1
03	IMP	26	PLA	Distribuzione planimetrica impianto di riscaldamento - Pianta Piano 2
03	IMP	27	PLA	Distribuzione planimetrica impianto di riscaldamento - Pianta Coperture
03	IMP	28	PLA	Distribuzione planimetrica impianti elettrici e ausiliari - Pianta Piano 0
03	IMP	29	PLA	Distribuzione planimetrica impianti elettrici e ausiliari - Pianta Piano 1
03	IMP	30	PLA	Distribuzione planimetrica impianti elettrici e ausiliari - Pianta Piano 2
03	IMP	31	PLA	Distribuzione planimetrica impianti elettrici e ausiliari - Pianta Coperture
03	IMP	32	PLA	Distribuzione planimetrica impianto idrico, fognario e smaltimento acque meteoriche

INQUADRAMENTO NEGLI STRUMENTI URBANISTICI

- Linee di indirizzo per la redazione del nuovo P.U.C. in adeguamento al PPR e al PAI. Delibera C.C. n° 162 del 15.12.2020;
- Avvio del procedimento di formazione del P.U.C., delibera C.C. n° 35 dell'11.08.2020, ai sensi dell'art. 23, L.R. n° 1/2019; • Studio Comunale di Assetto Idrogeologico, ai sensi dell'art. 37, comma 3, lett. B;
- Norme di Attuazione del PAI, per le aree di pericolosità e rischio riferito al Piano di Utilizzo dei Litorali (P.U.L.)- di cui all'Adozione preliminare in data 09.09.2020 con deliberazione n. 18 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale;
- Attività di definizione delle aree di rispetto indicate dall'art. 49, commi 2 e 4, delle Norme Tecniche di Attuazione del **Piano Paesaggistico Regionale per i beni paesaggistici ed identitari** individuati e tipizzati ai sensi dell'articolo 134, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/2004, come inseriti nel “Repertorio del Mosaico 2016” –Comune di PALAU (OT). VERBALE n. 2 del 29 giugno 2017;
- **Programma di Fabbricazione** vigente in formato digitale e cartaceo, approvato con deliberazione di C.C. n. 24 del 19.04.1970, giusto decreto Presidente Giunta Regionale numero 12362/3924 del 24 settembre 1971; • Piano di Disciplina delle zone F vigente in formato digitale, approvato con le delibere del Consiglio Comunale n. 16 del 29.11.1979, giusto Decreto Assessoriale n. 362/U del 17.03.1980, e n. 81 del 27.03.1985, giusto Decreto Assessoriale N. 751/U del 18 luglio 1986, e con le successive varianti regolarmente approvate;
- **Piano Particolareggiato del Centro Urbano**
 - Regolamento comunale per il corretto esercizio ed insediamento impianti di telefonia mobile e di radiocomunicazione;
 - Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL).
 - È in corso la redazione del progetto per il nuovo P.U.C.

IL PROGETTO



Descrizione dell'intervento e degli obiettivi della progettazione

Gli assunti posti alla base del progetto, in accordo con le linee di indirizzo del Dpp, dal disegno dello spazio esterno di pertinenza, alla ri-definizione del plesso scolastico come luogo dotato di identità urbana e riconoscibilità formale, considerano il ri-disegno dello spazio dedicato all'attività scolastica come la risposta alla necessità di creare nuovi spazi di aggregazione “sociale” finalizzati a riqualificare e rigenerare la vita urbana di Palau.

L'IDEA è quella di creare un POLO moderno e funzionale mediante: il sistema di accessi; spazi all'esterno più verdi; una riorganizzazione dello stabile nei flussi e nelle funzioni; la sopraelevazione con la realizzazione delle nuove aule laboratorio; interventi di efficientamento.

La proposta non prevede una mera razionalizzazione degli spazi con accorpamento di funzioni, ma la creazione di una POLARITÀ URBANA APERTA, A VOCAZIONE DIDATTICA, capace di assumere un ruolo centrale nella vita degli studenti e dei cittadini. Un POLO CIVICO SICURO, SOSTENIBILE, ACCOGLIENTE e adeguato alla nuova concezione della DIDATTICA.

Uno spazio flessibile, in grado di rendersi facilmente configurabile, per rispondere alle diverse situazioni, ipotizzando vari scenari di utilizzo; ci saranno spazi caratterizzati e specializzati e altri maggiormente duttili, in cui le configurazioni possono variare in funzione dell'orario e della didattica.

Spazi pensati per le varie attività, offrendo FUNZIONALITÀ, COMFORT e BENESSERE e per i diversi attori coinvolti che possono abitare i luoghi: ALUNNI, INSEGNANTI, GENITORI, CITTADINI. Per questo la proposta

si articola definendo un'idea di scuola con spazi di qualità: INTERNI ed ESTERNI costituiscono un polo di riferimento per attività di apprendimento e formazione, culturali, sportive e ricreative, per la comunità.

In sintesi la proposta prevede: 1| riordino funzionale spazi interni e completamento dell'edificio + 2| studio di arredi, colori e grafica coordinata + inserimento delle tecnologie digitali + 3| riqualificazione energetica

1| riordino funzionale spazi interni e completamento dell'edificio_ il progetto prevede il ridisegno degli spazi interni. L'edificio viene riordinato per accogliere le varie funzioni e aprirsi a nuovi usi possibili, che il programma della scuola potrà richiedere. La scuola si articola intorno al volume centrale, palestra al P0, laboratorio del verde al P1 in collegamento con l'interno e in relazione visiva e fisica. Il piano P0 concentra le funzioni pubbliche, senza soluzione di continuità tra spazio interno ed esterno, a vocazione ludico sportiva.

Il P1 si riorganizza per consentire setting di lavoro specifico e adeguato alle singole discipline e ricorrendo a mediatori didattici e strumentazione adeguati: gli alunni si spostano da un laboratorio all'altro a seconda della disciplina prevista e depositano il loro materiale in armadietti. L'aula perde la sua funzione simbolica, connotata storicamente da una precisa gerarchia, e si “apre” ad un nuovo rapporto aperto docente/studente: sono pensate come organismi flessibili e aggregabili. Il corridoio distributivo viene “aperto” divenendo spazio utile, duttile, luogo vissuto di socializzazione e incontro che trova nella biblioteca a doppia altezza la sua agorà.

2| studio di arredi, colori e grafica coordinata + inserimento delle tecnologie digitali _ Il progetto inserisce arredi e attrezzature a sostegno della didattica, in grado di integrarsi con piattaforme di collaborazione e con i dispositivi di studenti e professori.

Gli spazi non sono concepiti con un'unica configurazione e le scelte tecnologiche permetteranno lo svolgimento di prassi didattiche differenti, individuali e di gruppo. Gli arredi, mobili e modulari, garantiscono la composizione e scomposizione degli ambienti didattici, finalizzati ad assecondare l'alternarsi delle attività e fasi di lavoro (disposizione in cerchio per lavori di gruppo, disposizioni a “S” per coniugare il lavoro di gruppo con il dialogo a coppie, disposizioni singole per lezioni frontali e lavoro individuale ...).

La proposta di fornitura degli arredi, oltre a garantire la possibilità di configurare gli ambienti a seconda delle necessità dettate dalle modalità di apprendimento, risponde alle specifiche tecniche di base contenute nel Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione (PAN GPP).

3| riqualificazione energetica del sistema_ Le scelte progettuali orientate alla sostenibilità ecologica partono dallo studio dell'esistente, dalla natura del contesto urbano di riferimento e del suo microclima (temperatura, percentuale di irraggiamento solare, umidità, pluviometria, venti dominanti), dalle sue caratteristiche fisiche e funzionali, per poi passare alla simulazione dei potenziali effetti degli interventi di progetto, così da avere un miglioramento complessivo del sistema. Le scelte progettuali mirano alla sostenibilità, al riciclo delle acque meteoriche, alla domotica per l'automazione e all'efficientamento, contribuendo così alla creazione di una coscienza ambientale.

Per quanto concerne gli esterni, la visione comporta una sistemazione in relazione ai flussi pedonali, carrabili. Gli usi diversificati comportano maggiore eterogeneità, favorendo le diverse funzioni e permettendo lo svolgimento di diverse attività nelle varie ore del giorno (didattiche, sportive, ludico ricreative, culturali..)



Inserimento storico-paesaggistico dell'intervento

Nella prima fase di sviluppo della proposta, si è posta particolare attenzione allo studio dell'intorno urbano e paesaggistico. L'area della Scuola Primaria occupa quasi integralmente un isolato della Zona A / Centro urbano, che si sviluppa tra via Nazionale e la linea ferroviaria.

È una zona centrale, densa e senza significativi spazi pubblici aperti. La stessa scuola non ha particolari relazioni con aree o spazi aperti al suo immediato intorno.

Pare opportuno suggerire che gli interventi sull'edificio scolastico possano contribuire al rafforzamento della dotazione e qualità degli spazi pubblici aperti di questo settore urbano, con un conseguente maggior riconoscimento della struttura scolastica e della sua funzione sociale.

La proposta di reinterpretare via Stazione come corridoio urbano verde ad uso prevalentemente ciclo-pedonale discende dalle richieste del DPP che testualmente recita: “La disponibilità delle connessioni e la loro estetica si ritiene consenta di migliorare nel complesso l'atmosfera e di caratterizzare la vivacità e il grado di accoglienza della scuola. La qualità degli accessi principali, connettivi con l'esterno, deve superare la consolidata routine del varcare quotidianamente una soglia e divenire presagio delle meraviglie interne. L'ingresso riconosciuto come connessione di un luogo può facilitare il processo che si sta cercando di avviare di unificazione con il quartiere mediante la denotazione della scuola come spazio da condividere con la comunità”.

Questa ricercata unificazione con il quartiere passa attraverso la reinterpretazione di via Stazione, intervento che sembra fattibile dato che la via è già oggi parzialmente pedonalizzata in due tratti (uno appunto sul lato della nostra scuola e l'altro tra via Po e via Brigata Sassari) e che le parallele e assai prossime via Nembo e via Divisione Cremona possano garantire i necessari flussi carrabili.

La realizzazione di un tale corridoio verde potrà essere un efficace percorso urbano sul quale si affacceranno anche i fronti dei lotti privati e che servirà, con attrezzature, verde e arredo urbano, parte significativa del centro urbano, collegando fra loro importanti nuclei di servizi pubblici e aree dall'importante valore paesaggistico.

Motivazione delle scelte progettuali ed architettoniche

Le scelte progettuali sono state guidate in larga parte da criteri di valutazione legati all'ecologicità dei sistemi costruttivi, dei materiali e delle tecnologie, oltre che dalla sostenibilità, intesa come reversibilità e convenienza, legata agli aspetti economici in termini di esecuzione degli interventi, loro utilizzo e manutenzione nel tempo. Nel voler enfatizzare il carattere sostenibile delle scelte, si è pertanto definito un metodo di indagine e analisi delle problematiche e individuazione di soluzioni, alle necessità individuate dal DPP, che permettano di garantire qualità nell'utilizzo degli spazi, flessibilità nel loro impiego, funzionalità degli interventi, comfort e benessere.

Tutti gli ambienti sono concepiti per essere sicuri e inclusivi e la flessibilità ha comportato necessari approfondimenti per quanto concerne le scelte acustiche, termoigrometriche, sui colori e arredi. Ambienti belli e stimolanti dal punto di vista sensoriale e ispirati alla natura sviluppano identità e sono elementi fondamentali per costruire un polo in cui imparare è una scoperta individuale e condivisa e quindi un piacere.

La proposta vuole riflettere sull'importanza dello spazio scolastico in un momento di profonda innovazione dell'insegnamento da un lato e di fenomeni come la difficoltà nella socializzazione, la dispersione scolastica e la dipendenza dalla tecnologia/rete dall'altro. Nasce quindi l'esigenza, ma soprattutto l'opportunità, di ripensare lo spazio scolastico come attivatore relazionale che favorisca il ritorno a processi di socializzazione fondati sul contatto e sullo scambio alla scala umana. La trasversalità e la liquidità dell'ambiente scolastico, le dinamiche di trasformabilità e di appropriazione libera dello spazio e degli arredi, la relazione tra spazio interno e spazi esterni, l'uso di una certa matericità o colore sono caratteri con cui si vuole dare forma a questo processo: una forma di resilienza che educi lo studente a stare insieme agli altri in maniera comunitaria. Per questo, il progetto si nutre di dinamismo e di sorpresa e ricerca un'architettura colma di possibilità differenti offrendo una molteplicità di usi possibili, inclusivi e trasversali, in cui lo spazio si configuri in ambienti sempre diversi, alcuni comunitari e di condivisione altri più intimi, alcuni grandi altri piccoli, alcuni con colori accesi, altri più tenui.

Nella strategia di progetto l'Agorà-connettivo ha il ruolo centrale di attivatore sociale: non solo spazio "funzionale" (che collega aule, laboratori) ma spazio di appropriazione per gli studenti, in cui compiere attività più o meno complementari alla didattica, leggere, studiare. Esattamente come avveniva storicamente nel paese rurale sardo (e per certi versi avviene tuttora), in cui la strada molto più della piazza identifica lo spazio pubblico nel quale si svolgono spontaneamente tutte quelle pratiche del quotidiano grazie alle quali si forma il profondo senso di appartenenza tipico di queste realtà, allo stesso modo lo spazio di connessione della scuola diventa lo spazio di sorpresa e di incontro, in cui alunni di diverse classi si relazionano facendo comunità, anche nell'ottica di andare incontro ad una didattica che sta virando sempre più dalla classica direzione verticale (insegnante-alunno) alla più innovativa orizzontale (alunno-alunno). In questo senso l'Agorà ed alcuni degli spazi comuni sono indivisi, continui e trovano dilatazioni dove concentrare attività di gruppo e contrazioni dove possono avere luogo attività più intime, capaci di contenere episodi di relazione (una finestra, una seduta, un albero...).

Si restituisce in questo modo valore alla scala del micro (il microspazio, il microepisodio, la micropossibilità), favorendo le giuste relazioni tra gli studenti, insegnanti, genitori fatte di occasioni continui di contatti e di rapporti più diretti.

Alla trasversalità nell'uso e nella fruizione si affianca parallelamente la possibilità di eliminazione di qualsiasi forma di separazione, che in età delicate spesso sfocia in barriera - classe, sezione, età, disabilità, genere, lingua, religione - per uno spazio scolastico democratico, plurale, comunitario ma attento alle sensibilità del singolo. Questa trasversalità si misura anche nelle aule, pensate per essere delle grandi aule divisibili, aule che accomunano studenti di più classi, nell'idea che il concetto stesso di insegnamento/apprendimento si connoti - in linea con le ultime innovazioni in termini pedagogici - come un atto aperto, in cui le materie si apprendono insieme. Tutti gli ambienti didattici hanno un diretto collegamento fisico e visivo con gli spazi esterni. La stessa copertura della palestra diventa nuova classe all'aperto in cui stare e apprendere, vivere esperienze all'aperto, circondati dal verde.

Per quanto riguarda l'aula-laboratorio si sono pensati spazi adatti ad una didattica moderna e flessibile.

Si avranno aule accorpabili con pareti mobili, disponibili a differenti configurazioni, adattabili alle varie attività. Gli spazi non saranno più concepiti come unici e dedicati, ma saranno flessibili e, attraverso l'uso di pareti attrezzate e arredi mobili, avranno molteplici configurazioni.

Le scelte tecnologiche permetteranno lo svolgimento di prassi didattiche differenti, sia frontali che attive, di classe, individuali e di gruppo. All'occorrenza, sarà possibile utilizzare più aule distinte, per attività di gioco, o interclassi, attraverso l'apertura delle pareti mobili e lo spostamento degli arredi, che permetteranno la composizione e scomposizione degli ambienti, finalizzati ad assecondare l'alternarsi delle diverse fasi di lavoro. Ogni aula sarà dotata di armadi a muro in legno, oltre a scaffali a scomparti per permettere agli alunni di depositare il proprio materiale.

Le scelte cromatiche di arredi e pareti, che caratterizzano l'ambiente, puntano a facilitare il lavoro armonico, l'orientamento e il senso di appartenenza.

L'interno della scuola è pensato come un luogo informale e stimolante, dove ognuno può trovare la sua dimensione, scegliendo consapevolmente come usare lo spazio, per attività individuali, collettive. In questo senso si è pensato ad arredi che trasformano l'immagine dello spazio, perché componibili, modulari, consentono flessibilità. Il paesaggio interno è contaminato dalla vista del verde esterno, contribuendo così a rafforzare l'idea di spazi piacevoli, confortevoli, in cui viene declinato il concetto di sostenibilità e identità.

Esternamente l'ampliamento si caratterizza per la semplicità volumetrica delle sue parti (conseguente alla semplicità tecnico-costruttiva), mantenendo in questo binomio un forte legame con la scuola preesistente.

Il linguaggio esterno si fonda su due elementi: il colore chiaro che semplifica i volumi e uniforma parti di periodi storici differenti; la pelle esterna, il bacchettato, come elemento formale di riconoscibilità.

Dimensionamento dell'intervento e verifica del rispetto del d.m. 18/12/1975

In base alle richieste ed esigenze stabilite dal DPP la proposta progettuale ha affrontato le tematiche richieste soddisfacendo ai requisiti e prevedendo gli spazi funzionali in una logica di integrazione e implementazione delle superfici e volumi con particolare attenzione alla fruibilità ed accessibilità.

AREA	PIANO -1	PIANO 0	PIANO 1
Locale tecnico	46,66 mq		
Spogliatoi + servizi cucina	10,70 mq		
Cucina	43,73 mq		
Dispensa	11,40 mq		
Mensa	108,34 mq		
Distribuzione	121,35 mq	119,87 mq	93,71 mq
Scale e ascensori	4,31 mq	17,70 mq	17,68 mq
Ripostigli	24,71 mq	4,12 mq	
Palestra	267,29 mq		
Servizi palestra	38,96 mq		
Bidelleria		14,31 mq	
Ambiente insegnanti		37,47 mq	
Aula tipo A 1		44,11 mq	
Aula tipo A 2		44,08 mq	
Aula tipo A 3		39,24 mq	
Aula tipo A 4		44,87 mq	
Aula tipo A 5		44,87 mq	
Aula tipo A 6		44,29 mq	
Aula tipo A 7			47,95 mq
Aula tipo A 8			40,25 mq
Aula tipo A 9			39,60 mq
Aula tipo C 1		60,88 mq	
Aula tipo C 2		56,72 mq	
Aula tipo C 3			46,41 mq
Aula tipo C 4			45,82 mq
Aula tipo C 5			56,72 mq
Servizi igienici	10,37 mq	47,88 mq	28,10 mq
Atrio		28,15 mq	
Biblioteca		12,78 mq	20,57 mq
Agorà		130,35 mq	
TOT	687,82 mq	791,69 mq	436,81 mq

Requisiti igienico-sanitari

Per il rispetto dei requisiti igienico-sanitari si è fatto riferimento alle normative vigenti quali il D.M. 18/12/1975 e la norma UNI 10840.

Il dimensionamento dell'intervento è stato effettuato rivolgendo una particolare cura alla definizione degli spazi destinati alle attività scolastiche secondo una logica di “percorso” all'interno della struttura con l'intento di soddisfare tutte le esigenze: didattica, fruizione, gioco, verde, parcheggi.

Sotto il profilo della percezione degli spazi e accessibilità particolare importanza riveste il rapporto fra la superficie esterna e la superficie interna.

La nostra proposta rispetta quanto disposto dal D.M. 18/12/1975 sia in termini dimensionali che in termini di posizionamento per garantire il corretto sviluppo delle attività didattiche.

Come valori di riferimento minimi di progetto si prenderanno le indicazioni della normativa scolastica specifica D.M. 18.12.1975.

Rapporto aero-illuminanti: Per i locali abitativi quali le varie aule, il refettorio e gli uffici, la finestratura illuminante è stato verificato il valore affinché sia assicurato un fattore di luce diurna medio conforme a quanto indicato nel D.M. 18/12/1975 e nella norma UNI 10840.

Nelle aule e nei corridoi i comandi luce saranno sostituiti da sensori di presenza, combinati con sensori di luce esterna per l'integrazione della luce naturale.

Il progetto prevede ampie superfici vetrate con buon fattore di trasmissione luminosa al fine di massimizzare il contributo della luce naturale per il benessere visivo e rispettare i requisiti richiesti dal criterio.

Il progetto verifica i livelli di illuminamento da luce naturale richiesti dal criterio. Trattandosi di scuola primaria, deve essere garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, per almeno la metà delle ore di luce diurna, secondo la norma UNI EN 17037.

I livelli di *illuminazione* nei diversi ambienti, definiti in base al loro utilizzo e l'equilibrio delle luminanze tra piano di lavoro e superfici circostanti, sono i parametri definiti dalla norma UNI EN 12464-1 per garantire condizioni di benessere e comfort psico-fisico per gli studenti e i docenti che animano i locali; scelte di tipo architettonico, sviluppate attraverso lo studio dell'esposizione e la conseguente ottimizzazione della posizione e dimensionamento delle aperture, delle superfici vetrate e delle schermature, oltre al citato impiego dei sensori di luce naturale per la regolazione dei livelli negli spazi interni, permettono di ottenere un fattore di luce diurna medio rispettoso del valore limite $FLD_m \geq 3\%$ imposto dalla norma per le scuole.

Dal punto di vista della *ventilazione* si garantirà un ricambio d'aria di almeno 2-3 ricambi/ora. Le finestre con i nuovi infissi saranno pertanto o parzialmente apribili (a ribalta) o completamente apribili (apertura classica) a seconda delle necessità del momento.

La *temperatura* avrà valori costanti durante l'arco della giornata. Nel periodo freddo la temperatura nelle aule sarà di almeno $18^{\circ}\text{C} \div 20^{\circ}\text{C}$, mentre negli ambienti in cui le persone sono in movimento (corridoi, ecc.) potrà essere mantenuta anche a livelli leggermente inferiori ($16^{\circ}\text{C} \div 18^{\circ}\text{C}$).

Il valore dell'*umidità* sarà contenuto nel range 40-60%. Tale valore sarà garantito anche grazie ad un sufficiente ricambio d'aria (solitamente l'eccessiva umidità può essere infatti causata da un insufficiente ricambio d'aria).

Tra i fattori fisici che possono pregiudicare la qualità *acustica* di un'aula scolastica ricordiamo: il tempo di riverberazione ambientale; la distanza dall'insegnante; il rumore di fondo esistente nell'aula, l'inquinamento

sonoro esterno. Il progetto acustico si pone l'obiettivo di implementare il comfort acustico degli ambienti scolastici, in particolare nelle aule; favorire l'apprendimento di tutti i bambini; ridurre il grado di stanchezza e disattenzione negli alunni originata dalla poca intelligibilità delle parole e dalla cattiva acustica dell'aula attraverso interventi di ottimizzazione acustica atti a ridurre i tempi di riverberazione; evitare problematiche/patologie all'apparato fonatorio degli insegnanti.

Le condizioni ottimali per la comprensione verbale nelle aule si raggiungono con valori di rapporto segnale-rumore, cioè la differenza fra il livello del segnale e il livello del rumore, superiori a 15 dB e tempi di riverberazione non superiori a 0,5 s in aule occupate. Nella determinazione del rapporto segnale-rumore, il segnale è il livello della voce dell'insegnante nelle diverse posizioni nell'aula e il rumore è dovuto alle sorgenti esterne all'edificio, al rumore negli ambienti adiacenti, al rumore degli impianti e al rumore generato dagli stessi bambini nell'aula. Il livello massimo ammissibile di rumore in una scuola occupata non dovrà superare 40 dB(A) per avere condizioni acustiche “accettabili” e 33 dB(A) per condizioni “ideali”.

Una progettazione efficace del fonoisolamento richiede un'attenzione complessiva alla trasmissione sonora attraverso tutti gli elementi che costituiscono l'involucro e le partizioni interne, senza trascurare gli elementi acusticamente deboli come gli infissi. A tal fine si è optato per serramenti con elevate prestazioni acustiche certificate al fine di ottenere un potere fonoisolante del sistema vetro + telaio, secondo quanto richiesto dal DPCM, attraverso: un sistema vetro-camera ben sigillato sul telaio e con camera d'aria riempita di gas (per aumentare il potere fonoisolante); un telaio con potere fonoisolante non inferiore a quello del vetro (possibilmente R_w pari a 40 dB); un telaio ermetico lungo i giunti tra parti fisse e parti mobili e tra telaio e controtelaio.

Relativamente ai rumori interni la più efficace soluzione progettuale adottata è l'impiego di materiali fonoassorbenti opportunamente posizionati.

Infine non è stato trascurato il controllo del rumore degli impianti. La rumorosità interna infatti, ad esclusione del rumore generato dagli occupanti, riguarda principalmente gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento e quelli di illuminazione.

In base al tipo di impianto sono state studiate delle strategie di progettazione volte alla riduzione della rumorosità immessa dalle macchine e dalla rete di distribuzione.

Per tutte le zone del complesso scolastico la qualità dell'aria, fattore che incide sulla capacità di concentrazione degli alunni, sarà assicurata dal sistema di *ventilazione meccanica controllata* che immette nei diversi ambienti una portata d'aria di rinnovo funzione dei livelli di CO₂ rilevati dalle sonde posizionate in ambiente e interfacciate al sistema di supervisione.

Pavimenti e rivestimenti: Le pareti dei bagni, della preparazione pasti e della dispensa avranno un rivestimento delle pareti, fino all'altezza di 2 metri, di materiale ceramico impermeabile facilmente lavabile, con sgusci, e il pavimento sarà antiscivolo nel rispetto della normativa vigente.

Le divisioni saranno realizzate con pareti e porte in HPL, prefabbricati in laminato plastico stratificato classe 1, spessore 14 mm, finitura cera antigraffio, bordi smussati ed angoli arrotondati, con maniglie con segnale libero/occupato. Avranno una altezza di 2,15 inclusi i 150 millimetri da terra.

Si prevede che all'interno dei servizi igienici vengano installate rubinetterie e sistemi che consentano un contenimento del consumo idrico (tipo rubinetti temporizzati con riduttori di flusso idrico e vaschette a doppio comando).

Altezza dei locali: Tutte le aule presentano un'altezza non inferiore ai 300 cm richiesti dalla normativa.

Numero di servizi igienici: “il numero di vasi per gli alunni dovrà essere di 3 per ogni sezione per le scuole materne, e di 1 per classe per gli altri tipi di scuole, oltre alcuni vasi supplementari per servire gli spazi lontani dalle aule”. Viene quindi rispettata la quota richiesta.

Sono presenti inoltre altri bagni dedicati al personale e bagni a servizio del locale palestra.

Il sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile avviene già tramite acquedotto e parte dal contatore fornito dall'Azienda distributrice fino al locale tecnico, e da qui viene distribuita ai vari servizi. Il sistema di smaltimento dei liquami biologici avviene tramite fognatura comunale.

Soluzioni per il superamento delle barriere architettoniche

Verrà garantita l'accessibilità, requisito considerato soddisfatto per la presenza di almeno un percorso agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali.

Le porte di accesso di ogni unità ambientale saranno facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti saranno complanari. La luce netta della porta di accesso sarà di almeno 80 cm.

Le porte degli spazi didattici hanno una dimensione pari a 120 cm. L'altezza delle maniglie sarà inferiore ai 90 cm. Per quanto riguarda le finestre o infissi esterni, l'altezza delle maniglie o dispositivo di comando sarà compresa tra cm 100 e 130. Gli spigoli vivi di porte e finestre saranno opportunamente sagomati o protetti per non causare infortuni e le ante mobili devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando e i citofoni, saranno, per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Inoltre, saranno facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità e protetti dal danneggiamento per urto.

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori di impianti di riscaldamento e di condizionamento, i campanelli di allarme, il citofono, saranno posti ad una altezza compresa tra 40 e 140 cm.

Nei servizi igienici saranno garantite le manovre di una sedia a ruote necessarie per l'utilizzazione degli apparecchi sanitari.

SOSTENIBILITÀ E CAM

Il progetto di ampliamento con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste intende promuovere il concetto di sostenibilità secondo sinergie estese, che integrano la tradizionale matrice di tipo ambientale, economica e sociale con la dimensione culturale. L'intervento intende infatti non soltanto porsi all'avanguardia per la gestione sostenibile delle risorse e il ridotto impatto ambientale, ma anche produrre un impatto sociale positivo tramite la creazione di condizioni ottimali per l'apprendimento, lo sviluppo di funzioni sociali complementari a servizio della comunità, la promozione dell'educazione alla sostenibilità e della green economy nel contesto locale.

Il progetto promuove dunque la crescita e lo sviluppo della comunità locale nel lungo periodo, e intende definire un modello scolastico “verde” innovativo, aperto ad accogliere funzioni complementari a quella didattica, focalizzato sull'interazione generazionale attiva tra educatori e giovani e sullo sviluppo di una coscienza ecologico-ambientale nelle nuove generazioni, tale da costituire un vero e proprio motore socio-culturale per la comunità.

Le scelte materiche del progetto sono basate sui recenti aggiornamenti dei CAM, seguendo principi di bioedilizia e considerazioni di basso impatto ambientale estese all'intero ciclo di vita dei prodotti. Il progetto prevede l'utilizzo di prodotti da costruzione con elevato contenuto di materiale riciclato ed elevato potenziale di disassemblaggio e riciclaggio/recupero a fine vita, e di materiali di finitura e isolanti caratterizzati da basse emissioni e contenuto di Composti Organici Volatili, per ridurre la concentrazione di contaminanti chimici dannosi per la qualità dell'aria e la salute. Le soluzioni formali, costruttive, tecnologiche e materiche contribuiranno alla riduzione dell'inquinamento dell'impatto ambientale dell'intervento, e a creare spazi interni ed esterni caratterizzati da condizioni ambientali ottimali per la salute degli alunni e del personale scolastico, grazie a elevati livelli di qualità dell'aria, comfort termico, acustico e visivo.

L'intervento è progettato in conformità ai Criteri Ambientali Minimi aggiornati dal recente DM 23/06/2022 (GURI n. 183 del 6 agosto 2022), entrato in vigore il 4 dicembre 2022, e in allineamento agli obiettivi ambientali promossi dall'Unione Europea con il Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia per la finanza sostenibile”.

In relazione alla presente fase di progettazione di fattibilità tecnico-economica, le verifiche sul rispetto dei CAM applicabili alla tipologia di intervento e sul contributo agli obiettivi ambientali promossi dall'Unione Europea sono incluse nella relazione di sostenibilità dell'opera (elaborato 01_ERE_04_REL), che riporta dunque al suo interno la relazione tecnica in cui sono indicate le scelte progettuali che concorrono al soddisfacimento dei criteri applicabili al progetto.

CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

In merito agli aspetti strutturali la normativa vigente è costituita dal DM 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC2018) e dalla Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 gennaio 2019 (Circolare 7/2019) esplicativa delle NTC2018. Relativamente alla valutazione del Grado di Rischio Sismico degli edifici si fa riferimento al DM n. 58 del 28/02/2017 e al successivo DM n. 65 del 07/03/2017.

Si tratta di un edificio realizzato prevalentemente con struttura mista, muratura portante e calcestruzzo armato normale, disposto su differenti livelli con una distribuzione planimetrica piuttosto complessa che rappresentano irregolarità geometriche sia in pianta che in elevazione, che comportano l'applicazione di coefficienti peggiorativi nell'applicazione dei carichi sismici di progetto.

Il progetto prevede come intervento strutturale maggiormente significativo l'ampliamento dell'edificio, con la realizzazione di nuovi volumi in sopraelevazione. Trattandosi di un edificio esistente, nel rispetto del Cap. 8.3 delle NTC2018 e della Circolare 7/2019, deve essere eseguita la valutazione della sicurezza strutturale. E' un procedimento che prevede l'analisi delle strutture dell'edificio sia allo stato di fatto che allo stato di progetto, sottoponendolo ai carichi e ai sovraccarichi previsti dalla normativa per la destinazione d'uso desiderata (scuola). Il progetto deve essere concepito in modo tale da garantire un indice di sicurezza strutturale $\zeta_E \geq 1,00$. Dato che l'edificio è stato realizzato nel rispetto di una normativa precedente a quella attualmente in vigore è verosimile che esso sia carente delle dotazioni strutturali che lo renderebbero verificato alla normativa vigente e pertanto si rende necessario il suo adeguamento. La valutazione della sicurezza strutturale viene eseguita mediante la modellazione digitale delle strutture dell'edificio nei diversi stati limite, Stati Limite di Esercizio e Stati Limite Ultimi: Stato Limite di Operatività (SLO); Stato Limite di Danno (SLD); Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di Collasso (SLC).

Per quanto attiene al sistema strutturale, è fondamentale che questo possa coniugarsi con la specificità del sito di intervento e tenere conto delle esigenze architettoniche e funzionali richieste sia in termini di destinazione d'uso – attraverso la garanzia di resistenza – che in termini di layout distributivo - attraverso la garanzia della massima flessibilità e integrazione con il progetto architettonico e tecnologico. Analizzate quindi criticamente le necessità che la nuova struttura dovrà possedere in un quadro complessivo che tenga in considerazione anche il Quadro Economico, il materiale che meglio sposa i concetti di sostenibilità tecnica, economica e prestazionale è il calcestruzzo armato, declinato nella forma gettata in opera, per raggiungere l'obiettivo di costituire una soluzione idonea a coniugare la robustezza strutturale con l'industrializzazione dei processi di costruzione e, quindi, con la rapidità di esecuzione. I nuovi volumi saranno quindi realizzati con una struttura a telaio in cemento armato e solaio alleggerito (tipo predalles), con luci che possano garantire sia la necessaria flessibilità che richiama gli ambienti scolastici che, nel dettaglio, economicità di tempi e di investimento.

Laddove necessario e meno impattante dal punto di vista del layout architettonico (e.g. corpi dei servizi igienici, spazi destinati ai locali tecnici) nuclei irrigidenti formati da setti pieni in calcestruzzo potranno avere la funzione di controvento e stabilizzazione dell'intero edificio nei confronti dell'azione sismica.

La scelta del cemento armato agevola anche la protezione dell'intero complesso in termini di prevenzione incendi, senza necessità di prevedere sistemi passivi che possano rendere necessaria una futura manutenzione e quindi costituire, per la Stazione Appaltante, una spesa aggiuntiva.

Il sistema fondale sarà realizzato in fusione del terreno locale, con plinti realizzati in opera legati da opportune travi di collegamento per assolvere alla distribuzione dell'azione sismica ed evitare cedimenti differenziati delle strutture di fondazione; questa tipologia è compatibile con le conoscenze geologiche che si hanno ad oggi del terreno su cui sorgerà il nuovo plesso scolastico, come meglio specificato nel paragrafo dedicato alla geologia. Verrà inoltre valutata l'interazione tra le fondazioni esistenti e le nuove fondazioni.

In merito agli aspetti geotecnici il territorio di Palau è caratterizzato da affioramenti granitici massicci. Il terreno di fondazione dell'edificio è caratterizzato appunto dalla presenza di affioramenti di roccia granitica solida, con parti in disfacimento e dalla presenza di lenti di argilla e/o limi, e da riporti detritici. Si rimanda alla relazione geologica per una più dettagliata descrizione del terreno di fondazione. Ai fini della determinazione del IS-V sarà necessario compiere delle analisi di tipo dinamico sul terreno come la MASW, che occorre per determinare la tipologia del sottosuolo in funzione del calcolo della risposta sismica locale.

La protezione sismica degli elementi portati o non portanti

Durante un evento sismico, anche il danneggiamento degli elementi non strutturali può costruire una grave minaccia per l'incolumità delle persone oltre ad essere possibile causa della potenziale ostruzione delle vie di fuga. Lo studio del danno provocato dal sisma sugli elementi non strutturali, cioè quegli elementi che non fanno parte dell'organismo strutturale propriamente detto, è importante tanto ai fini di una più generale valutazione degli effetti complessivi quanto, naturalmente, per stime di carattere economico e per il potenziale pericolo che questi elementi possono rappresentare nel crollo dovuto al sisma. Le prescrizioni normative per la sismica di elementi strutturali “secondari” ed elementi non strutturali, sono definiti al paragrafo 7.2.3 del DM 17.01.2018. Sebbene il Comune di Palau (OT) sia collocato in zona a bassa sismicità come tutta la Sardegna (ex “zona 4”) il progetto delle strutture terrà conto gli effetti dell'azione sismica su tutti i componenti non strutturali, dai controsoffitti, agli impianti tecnologici appesi, per scongiurare che il danneggiamento di questi elementi in caso di sisma possa pregiudicare la statica globale dell'edificio, come previsto dalle vigenti NTC2018 al Cap. 7. Le strutture secondarie quali elementi prefabbricati, rivestimenti, arredi fissi, controsoffittature, impianti, etc. devono essere dotati di sistemi di ancoraggio capaci di sostenere le sollecitazioni derivanti dall'azione sismica e di garantire l'opportuna protezione alle persone che si potessero trovare ad occupare i locali e gli spazi dell'edificio. Qualora tali sistemi di fissaggio / ancoraggio non dovessero essere verificati analiticamente in sede di progetto sarà cura di ciascun fornitore produrre le opportune certificazioni in merito, compresi i calcoli o le schede tecniche mediante cui sono stati dimensionati e scelti i sistemi di ancoraggio.

Relativamente agli aspetti realizzativi delle opere strutturali si possono considerare due tipi di intervento distinti. Il primo riguarda il consolidamento delle strutture esistenti al fine del miglioramento sismico, il secondo invece riguarda la realizzazione dell'ampliamento volumetrico mediante la realizzazione di nuove strutture.

Il consolidamento strutturale riguarda le porzioni di muratura portante che non risultano verificate secondo la normativa vigente, sia ai fini statici che sismici. Si interverrà mediante l'applicazione di un intonaco armato, previa rimozione degli intonaci esistenti e messa in luce del supporto murario, regolarizzazione e ristilatura dei giunti tra i conci di pietra mediante l'applicazione della malta strutturale, applicazione di rete per rinforzi strutturali a taglio e pressoflessione delle murature di tipo PBO (fibre ad alta resistenza di tipo aramidico,

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione tecnica

resistente alle aggressioni chimiche e dotata di un elevato modulo elastico), posa di un secondo strato di intonaco strutturale per racchiudere la rete di rinforzo all'interno della matrice. Si interverrà anche sulle parti esistenti realizzate in calcestruzzo armato che presentano segni di degrado superficiale mediante la rimozione dei copriferri in fase di distacco, la messa in luce delle armature ossidate, il trattamento di rimozione degli ossidi fino con spazzolatura eseguita con piccoli utensili elettrici portatili, l'applicazione di prodotti passivanti per proteggere le armature da aggressioni chimiche e ricostruzione volumetrica degli elementi asportati mediante applicazioni di malte specifiche fibrorinforzate.

La parte relativa alle nuove strutture invece consiste nella demolizione della copertura esistente sul volume interessato dall'ampliamento, la realizzazione di un sistema di pilastri inserito nella muratura esistente, che andrà a sostenere le nuove strutture, la realizzazione di travi, cordoli e nuovi solai di calpestio e la realizzazione del volume in sopraelevazione con struttura intelaiata in calcestruzzo armato normale. Il solaio di copertura sarà piano, realizzato in analogia con il nuovo solaio di piano.

CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA

Premessa

La presente relazione ha lo scopo di descrivere il progetto degli impianti tecnologici nell'ambito del progetto di riqualificazione ed ampliamento dell'edificio scolastico in oggetto.

Nello specifico si tratta di descrivere essenzialmente le seguenti categorie di lavori:

- Impianto di climatizzazione;
- Impianto di ventilazione meccanica controllata relativo all'ampliamento

Riferimenti normativi

Di seguito vengono elencati in maniera non esaustiva i principali riferimenti normativi posti alla base delle scelte progettuali:

- UNI-CTI 10339 del Giugno 1995 - Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti;
- UNI-EN 7730 - Condizioni di benessere termo igrometrico;
- DECRETO INTERMINISTERIALE 26 giugno 2015 - Nuovi modelli relazione tecnica
- DECRETO INTERMINISTERIALE 26 giugno 2015 - adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
- DECRETO INTERMINISTERIALE 26 GIUGNO 2015 - applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici
- D.M. 22 Gennaio 2008, n. 37 - 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 di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192;
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico dell'edilizia;
- Legge 10/91 e relativo regolamento di attuazione DPR 412/93;
- D-Lgs 28/2011 sull'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili;
- D-Lgs 199/2021 sull'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili
- norma UNI 9182 per l'impianto di alimentazione e distribuzione dell'acqua calda e fredda;
- norma UNI/TS 11300 - 1 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- norma UNI/TS 11300 - 2 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale;
- norma UNI/TS 11300 - 3 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- norma UNI/TS 11300 - 4 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte4: Utilizzo energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria;

- norma UNI/TS 11300-5- Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e dalla quota di energia da fonti rinnovabili
- norma UNI/TS 11300-6 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
- norma UNI EN 15193 Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione

Impianto climatizzazione

L'analisi energetica è gestita in riferimento al contesto urbano orientando il progetto alla massima efficienza energetica in rapporto alle risorse economiche disponibili prevedendo in particolare lo studio della ventilazione naturale, il recupero di calore sull'aria espulsa, l'utilizzo di sistemi a pompa di calore, di un generatore fotovoltaico con sistema di accumulo e, per la produzione di ACS specifici sistemi ad accumulo alimentati a pompa di calore.

Tutti questi aspetti sono alla base di una modellazione energetica preliminare che conduce a prestazioni dell'edificio riconducibili ad un edificio di classe B avendo utilizzato impianti e caratteristiche strutturali per gli edifici in oggetto migliorative rispetto a quanto previsto per l'edificio di riferimento dai Decreti del 26/06/2015 in materia di rendimento energetico in edilizia.

Le soluzioni e le scelte di progetto adottate in questa fase consentono di riqualificare l'edificio scolastico, renderlo più sostenibile dal punto di vista ambientale ed energeticamente più efficiente.

Nel caso in esame sono previsti impianti di climatizzazione di diverse tipologie per rispondere al meglio alle esigenze delle diverse destinazioni d'uso presenti nell'area.

Saranno individuate due zone principali: 1) edificio scolastico e 2) la palestra che, dal punto di vista dell'impianto di climatizzazione, viene gestita in maniera completamente autonoma.

In primo luogo si prevede la realizzazione di una zona tecnica esterna ubicata al piano terra in apposita area collegata all'edificio attraverso un cunicolo tecnico, nella quale saranno ubicate le unità di generazione del fluido caldo freddo a pompa di calore del tipo aria acqua e così articolate:

- 1 Gruppo a pompa di calore aria acqua per la produzione di acqua calda/fredda da inviare ai terminali in ambiente per l'edificio scolastico.

1 Gruppo a pompa di calore aria acqua per la produzione di acqua calda/fredda da inviare ai terminali in ambiente per la palestra.

- Un circuito primario acqua calda/fredda con relativo sistema di pompaggio

All'interno dell'edificio in apposita zona dedicata è ubicata una sottocentrale termofrigorifera composta da:

- Collettori di mandata e ripresa collegati da valvola di bypass tarata per separazione circuito primario secondario

- le pompe di circolazione che alimentano i circuiti secondari con acqua calda/fredda a portata variabile dedicati ai terminali di scambio termico (ventilconvettori e radiatori).

- Un volano termico da 500 litri per consentire di limitare gli avviamenti delle pompe di calore

Sulla copertura del nuovo ampliamento sarà posizionata anche una unità di recupero di calore portata variabile per la ventilazione meccanica delle aule costituenti l'ampliamento dell'edificio scolastico al piano primo

Sarà inoltre previsto un sistema di Regolazione e Supervisione pensato al fine di ottimizzare i consumi, garantire il comfort all'interno della struttura, permettere una agevole manutenzione dei vari componenti controllati e semplificare la conduzione dell'impianto classificato secondo la norma UNI EN 15232 in classe energetica B.

Dalla sottocentrale termofrigorifera, saranno servite tutte le varie zone dell'edificio mediante percorsi verticali in apposito cavedio oppure orizzontali ispezionabili in controsoffitto.

Si evidenzia che il raffrescamento estivo sarà garantito nella mensa, negli uffici amministrativi e in tutte le aule e laboratori servite dall'impianto a ventilconvettori mentre, per il riscaldamento invernale dei servizi igienici e degli spogliatoi avremo dei semplici radiatori.

In definitiva sono previste essenzialmente le seguenti architetture di base:

- ***Impianti ad aria primaria e fan coil*** per il riscaldamento e raffrescamento delle nuove aule realizzate in ampliamento al piano primo;
- ***Impianti fan coil*** per il riscaldamento e raffrescamento della parte esistente comprendente le zone comuni, le aule didattiche e laboratori, la mensa con annessi servizi, cucina e gli uffici amministrativi;
- ***Impianti ad aria primaria e radiatori*** per il riscaldamento dei servizi igienici e spogliatoi

A servizio del locale palestra al piano seminterrato, viene previsto un nuovo gruppo a pompa di calore aria acqua completamente autonomo per la produzione di acqua calda/fredda da inviare ai terminali in ambiente (aerotermini).

Le pompe di calore previste utilizzano un gas innovativo (R32) a basso impatto ambientale e fanno del controllo inverter di compressori e ventilatori la loro caratteristica distintiva. Il sistema garantisce alte prestazioni ai carichi parziali; il contenuto di acqua per il corretto funzionamento è minimizzato proprio grazie all'inverter, che permette di limitare la dimensione degli accumuli inerziali. Il Compressore è di tipo SCROLL ermetico semplice, compatto e robusto, grazie all'assenza di valvole e meccanismi di giunzione oscillanti, garantisce la massima affidabilità, una bassa corrente di spunto ed un ridotto impatto sonoro. Elevato controllo della temperatura dell'acqua in uscita. I Ventilatori sono di tipo assiale con mandata verticale ad azionamento diretto da motore DC brushless e prevalenza massima di 100 Pa

I fan coil per la climatizzazione degli ambienti sono in generale del tipo a cassetta a 4 vie con ventilatori alimentati da motori brushless e batterie di scambio acqua calda e fredda in alluminio e rame .

Le elettropompe secondarie, alimentando circuiti a portata variabile in funzione dell'effettivo assorbimento di energia termica o frigorifera, sono dotate di motori comandati da inverter, per consentire un consumo elettrico direttamente proporzionale al consumo termico/frigorifero.

I circuiti secondari si diramano dalla sottocentrale termofrigorifera e serviranno le varie utenze.

Qui di seguito si descrive l'architettura e la regolazione dei circuiti secondari, ovvero:

- l'acqua refrigerata a +7°C alimenta direttamente con salto +7/+12°C le batterie di raffreddamento dei ventilconvettori ciascuno con valvole di regolazione a due vie sulle batterie;
- L'acqua calda a +45°C alimenta direttamente la batteria dei ventilconvettori (portata variabile con valvole di regolazione a due vie sulle batterie), con salto termico 5 °C (temperatura di mandata a +45°C e ritorno a +40°C);

- L'acqua calda a +45°C del circuito di riscaldamento alimenta tutti i radiatori con valvole termostatiche servizio dei servizi igienici e degli spogliatoi mediante lo stesso circuito secondario alimentato con elettropompe dotate di inverter che serve i ventilconvettori. La derivazione all'impianto a radiatori avviene all'interno del locale tecnico da apposito circuito sezionabile con valvola a sfera che sarà chiuso nella stagione estiva
- L'acqua calda a +45°C alimenta direttamente la batteria degli aerotermini (portata variabile con valvole di regolazione a due vie sulle batterie), con salto termico 5 °C (temperatura di mandata a +45°C e ritorno a +40°C);

L'acqua di alimento, demineralizzata, proviene dalla centrale idrica ed è opportunamente condizionata con agenti chimici protettivi.

Gli impianti di riscaldamento e raffrescamento sono caratterizzati da condizioni variabili dovute all'apertura e alla chiusura delle valvole a seconda della richiesta di riscaldamento o raffrescamento. Tale caratteristica causa continuamente variazioni di portata e di pressione differenziale. In assenza di misure adeguate, tali impianti fanno registrare una distribuzione non uniforme del calore, scarsa efficienza energetica e notevole difficoltà di messa in servizio.

Pertanto sulle tubazioni principali della distribuzione dell'acqua calda e fredda saranno installate delle valvole di bilanciamento dinamico indipendenti dalla pressione (PIBCV) per mantenere la portata d'acqua costante nei diversi tratti dell'impianto. Tali valvole funzionano come valvole di regolazione a portata limitata, bilanciando automaticamente l'impianto e fornendo il miglior comfort interno e la migliore efficienza energetica possibile. Ogni valvola sarà dotata di servocomando con regolazione on off per limitare la portata all'interno del terminale idronico in caso di mancato funzionamento. La messa in servizio dell'impianto è molto più semplice e tutte le valvole devono essere impostate solo in base alla portata di progetto prima del montaggio degli attuatori.

Il sistema di generazione a pompa di calore aria acqua previsto, grazie alla particolare architettura del circuito frigorifero e a logiche di regolazione evolute è in grado di soddisfare contemporaneamente esigenze impiantistiche differenti e a modulare in maniera indipendente la potenza erogata su ciascuna di esse.

In definitiva per le diverse zone dell'edificio l'impianto è così articolato:

Aule, Laboratori 1 Piano

Impianto misto aria primaria e ventilconvettori del tipo cassetta a 4 vie in modo da garantire sia il riscaldamento invernale che la climatizzazione estiva.

Aule, Laboratori Uffici Piano terra e mensa piano seminterrato

Gli ambienti saranno serviti da un sistema a ventilconvettori del tipo cassetta a 4 vie in modo da garantire sia il riscaldamento invernale che la climatizzazione estiva. I servizi igienici saranno dotati esclusivamente di un impianto a radiatori con valvole termostatiche. In tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone (aule, laboratori, ecc) si realizzerà una aerazione naturale diretta anche per intervalli temporali ridotti. Detta aerazione è assicurata tramite superfici apribili meccanicamente, realizzate nel sovraquadro degli infissi che avranno una apertura del tipo a vasistas. Tale apertura sarà comandata da un apposito dispositivo

automatico temporizzato che attiverà l'apertura del sovraquadro dell'infixo per un periodo di tempo fisso pari a 10 minuti per ogni ora tale da limitare comunque le concentrazioni di CO₂ in ambiente.

Palestra

Impianto misto aria primaria e aerotermini in modo da garantire sia il riscaldamento invernale che la climatizzazione estiva. Gli aerotermini possono essere alimentati in parte anche con l'aria esterna che viene poi trattata e immessa in ambiente.

Calcoli termici

In questa fase si sono stimati i carichi termici in maniera parametrica in funzione della destinazione d'uso e delle condizioni climatiche esterne. Pertanto si sono considerate prima di tutto le condizioni climatiche esterne di progetto, sia nella stagione invernale che in quella estiva, riferendosi principalmente alla temperatura e umidità relativa dell'aria, e poi, si sono considerate anche le caratteristiche e i quantitativi di aria esterna da immettere in ambiente,

Condizioni esterne (Località: Palau)

Stagione	Temperatura	Umidità Relativa
Inverno	2° C	60%
Estate	31° C	48%

Condizioni ambientali interne

Stagione	Temperatura	Umidità Relativa
Inverno	20° C + 2° C	35% - 45 %
Estate	26° C + 1° C	50% - 55%

Portate aria esterna (UNI 10339)

Aule didattiche	25 mc/h a persona
Uffici amministrativi	40 mc/h a persona
Servizi igienici e spogliatoi	8 vol-ambiente/ora (estrazione)

Velocità dell'aria inferiore a 0.13 m/s

Filtrazione: filtri a media efficienza M seguiti da filtri ad alta efficienza (> 90%)

Per la stima dei carichi termici nei vari ambienti, in relazione alla tipologia del sistema costruttivo adottato, alle caratteristiche dei materiali, si è determinato un carico termico per la stagione invernale e un carico termico per la stagione estiva pari a 70 W/mq per entrambe le stagioni

Impianto ventilazione meccanica

Aule e laboratori – Piano primo

La qualità dell'aria interna, incide sulla capacità di concentrazione degli alunni, ed è pertanto fondamentale prevedere un apposito sistema di ventilazione meccanica che immette nei diversi ambienti una portata d'aria di rinnovo in funzione dei livelli di CO2 rilevati dalle sonde posizionate in ambiente.

Pertanto al piano primo oggetto di nuova realizzazione, sarà previsto un impianto di ventilazione meccanica autonomo dal resto dell'edificio, mentre al piano terra già esistente, in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone (aule, laboratori, ecc) si realizzerà una aerazione naturale diretta anche per intervalli temporali ridotti. Detta aerazione è assicurata tramite superfici apribili meccanicamente, realizzate nel sovraquadro degli infissi che avranno una apertura del tipo a vasistas. Tale apertura sarà comandata da un apposito dispositivo automatico temporizzato che attiverà l'apertura del sovraquadro dell'infisso per un periodo di tempo fisso pari a 10 minuti per ogni ora tale da limitare comunque le concentrazioni di CO2 in ambiente.

Aule e laboratori – Piano primo

Viene prevista, come detto, una apposita unità di recupero calore che permette di soddisfare esigenze relative alla qualità dell'aria e al risparmio energetico. La Direttiva 2009/125/CE Ecodesign impone il controllo della qualità dell'aria mediante l'impiego della ventilazione forzata per il ricambio dell'aria, causando tuttavia un maggior consumo energetico ed un aumento dei costi.

Le unità previste in questo ambito sono equipaggiate con recuperatori di tipo rotativo ad alta efficienza con una superficie di scambio del recuperatore molto elevata in rapporto al volume. Quest'ultima caratteristica garantisce rese superiori rispetto ad altre tipologie di recuperatori, raggiungendo rendimenti del 78%, con il vantaggio di una bassa perdita di carico ed ingombri molto contenuti per unità con notevoli portate d'aria.

L'elevato calore recuperato permette, inoltre, di ridurre considerevolmente l'utilizzo del normale impianto di riscaldamento/raffreddamento, con sicuri vantaggi economici. La portata d'aria prevista è 3000 mc/h e pressione statica utile di esercizio di 400 Pa. L'unità è ubicata all'esterno del piano primo e collegata al piano con un cavedio verticale.



La distribuzione dell'aria avviene per mezzo di canali in lamiera zincata dotati di diffusori lineari per la mandata dell'aria in ambiente. Anche in questo caso il sistema di regolazione è interfacciato col sistema di supervisione dell'edificio in maniera tale da garantire flessibilità e gestione modulare degli spazi e bassi consumi energetici.

Dimensionamento canali aria.

Il dimensionamento dei canali per il trasporto dell'aria viene eseguito con le stesse modalità con cui sono stati scelti i diametri del circuito idraulico di riscaldamento/raffreddamento.

Differendo il fluido trasportato, in questo caso aria trattata dal recuperatore, cambiano conseguentemente i grafici a cui fare riferimento per la scelta del diametro e la valutazione delle perdite distribuite a metro lineare. Si fa riferimento al diagramma, messo a disposizione dai quaderni di progettazione Caleffi, per canali lisci. Calcolate le perdite di carico per ogni tratto è stato possibile valutare le perdite per ogni circuito di mandata nei vari ambienti; si è poi proceduto alla verifica che le perdite totali per ogni circuito fossero minori della pressione statica che il ventilatore della UTA può fornire. Questo al fine di garantire l'adeguata immissione delle portate d'aria previste nei vari ambienti.

Calcoli tubazioni di acqua calda e fredda

Identificato il modello ed il numero dei terminali da installare in ciascun locale dell'edificio per far fronte ai carichi estivi ed invernali si deve passare al dimensionamento della rete idrica di alimentazione dei circuiti delle batterie delle UTA, dei ventilconvettori e dei radiatori.

Le tubazioni della distribuzione del fluido termovettore utilizzato dall'impianto, nel caso specifico acqua, saranno costituite da materiale multistrato ed opportunamente coibentate secondo il DPR 412/93 per evitare dispersioni di calore verso l'ambiente esterno.

La rete di distribuzione verso le unità di emissione avverrà mediante circuito a due tubi con derivazioni in serie posizionata all'interno del controsoffitto.

Il dimensionamento è riferito al caso di funzionamento in riscaldamento invernale per l'impianto radiante a pavimento e radiatori, e di climatizzazione estiva per l'impianto a ventilconvettori. Viene trascurato l'incremento di portata dovuto alla minore densità dell'acqua e quindi alla minore perdita di carico del circuito idraulico funzionante con acqua calda.

Il criterio di dimensionamento adottato è quello che si basa sulla determinazione, per i vari tronchi di rete, dei diametri delle tubazioni, tali da determinare perdite di carico per unità di lunghezza costanti in tutta la rete di distribuzione.

Individuato il percorso delle tubazioni per servire tutte le unità terminale; si parte, a ritroso, assegnando ai tratti finali le portate d'acque relative ai dati dei terminali di emissione e cumulando via via le portate risultanti dalla confluenza dei vari rami del circuito, fino a individuare la portata dell'intera rete di alimentazione.

Per ogni tratto di rete risulta quindi necessario definire:

Portata d'acqua;

Diametro della tubazione;

Perdita di carico per metro lineare;

Velocità dell'acqua.

Lunghezza;

Numero e tipo di perdite di carico concentrate.

Nel caso specifico avremo circuiti idraulici, serviti da pompe di circolazione distinte, che si dipartano dai collettori caldo e freddo dell'impianto:

Circuito caldo / freddo per alimentazione ventilconvettori

Circuito caldo acqua 45 °C per alimentazione radiatori

Le perdite di carico in circuito idraulico sono date dalla sommatoria di due fattori:

Perdite di carico distribuite: proporzionali alla lunghezza del tratto di tubazione ed alla perdita di carico specifica precedentemente ricavata tramite il diagramma di figura 1.

$$\Delta p_{dist} = L * \Delta p / m$$

Perdite di carico concentrate: perdite dovute alla presenza di organi singolari, quali valvole, organi di impianto, batterie di scambio termico dei ventilconvettori.

Le perdite di carico concentrate posso essere valutate attraverso la seguente relazione:

$$\Delta p_{conc} = \frac{Z * V^2}{2g}$$

Dove:

Z = coefficiente di perdite concentrata;

V = velocità del fluido;

g = accelerazione di gravità.

Nel caso in esame considerate la tipologie di valvole di regolazione previste su ciascun terminale e le valvole di bilanciamento indipendenti dalla pressione possiamo affermare che le perdite concentrate hanno un incidenza prevalente rispetto a quelle distribuite e sono pertanto da tenere maggiormente in considerazione.

Le perdite di carico concentrate possono essere valutate in alternativa introducendo il concetto di lunghezza equivalente (Le), cioè la lunghezza virtuale di tubazione rettilinea che darebbe luogo alla medesima perdita di carico prodotta localmente da un accessorio della rete attraversato dalla portata d'acqua prevista.

Applicando la metodologia di calcolo sopra esposta si ricava per il singolo ramo, il valore delle perdite di carico.

In particolare si hanno le seguenti perdite concentrate

Ventilconvettore	12 ÷ 22 kPa
Valvola di regolazione 2 vie	10 ÷ 30 kPa
Valvola indipendente dalla pressione	30 kPa

Sommando le perdite di carico dei vari rami che compongono i circuiti di alimentazione dei singoli terminali, si individua la perdita di carico per ciascun sottocircuito inteso come l'insieme di tratti di tubazione che, partendo dalla pompa di circolazione raggiungono i singoli terminali.

Fra tutti i sottocircuiti individuati quello con la perdita di carico più elevata, determina la prevalenza da assegnare alla pompa di circolazione.

Per tutti i circuiti si ricava una perdita di carico complessiva che si stima essere compresa tra 50 e 90 kpa

Calcoli tubazioni di scarico condensa

Le tubazioni di scarico condensa riguardano esclusivamente i ventilconvettori canalizzati e le batterie delle UTA

Per quanto riguarda le tubazioni di scarico condensa, esse sono in multistrato hanno la pendenza minima dello 0,5 % e, come riportato nelle tavole di progetto, hanno i seguenti diametri:

stacchi dalle unità interne	= DN 25
tronchi a servizio di 2 o 3 unità	= DN 32
tronchi a servizio di 4 o più unità	= DN 40
colonne montanti esterne	= DN 40

Il calcolo si basa sulla portata d'acqua che in un canale a pelo libero di sezione circolare può scorrere con moto uniforme quando siano note la sezione bagnata, la pendenza e la scabrezza.

La formula che viene usata in questi casi è la formula di Chezy, che viene di seguito riportata:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R i}$$

Ove	Q = portata del canale	(mc/s)
	A = Area bagnata della sezione del canale	(mq)
	χ = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler	
	R = raggio idraulico della sezione	(m)
	i = pendenza del canale	(n°)

Il calcolo dimostra che anche una tubazione col diametro più piccolo di DN 25 è ampiamente sufficiente per poter convogliare la portata d'acqua di condensa prodotta mediamente da una unità interna anche di grossa potenza.

Conclusioni

Un impianto come quello previsto consente una estrema flessibilità di funzionamento e permette di ottenere alte efficienze energetiche: l'efficienza viene misurata da elevati coefficienti di prestazione della macchina esterna, del recuperatore di calore, dalle pompe di circolazione a portata variabile, mentre ulteriori miglioramenti dei rendimenti si hanno considerando il funzionamento ai carichi parziali dovuto all'impiego di un gruppo a pompa di calore a più compressori che sono regolati in sequenza in funzione delle necessità del carico termico da soddisfare. In conclusione una scelta progettuale quale quella qui proposta è una soluzione

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione tecnica

energeticamente molto efficiente che bene si adatta alla tipologia di edificio nel quale è inserita e che garantisce il raggiungimento delle condizioni di benessere e di comfort ambientale per tutti gli occupanti.

CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E AUSILIARI

Interventi in progetto

Gli impianti elettrici ed ausiliari da realizzare sono:

- Ampliamento dell'esistente impianto elettrico di distribuzione, equipotenziale e di terra
- Rifacimento integrale dell'esistente impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza
- Ampliamento dell'impianto dati e telefonia
- Nuovo Impianto fotovoltaico

Nello specifico si prevede di eseguire le seguenti opere:

- Installazione di un nuovo quadro IG immediatamente a valle del misuratore e-distribuzione equipaggiato con gli interruttori di protezione delle linee di alimentazione delle nuove utenze di seguito elencate;
- Nuova conduttura interrata per alimentazione del nuovo quadro elettrico QCDZ a servizio delle Pompe di Calore e ausiliari di nuova installazione;
- Nuova conduttura per l'alimentazione del quadro elettrico a servizio dei locali di ampliamento al piano 1° SQP1;
- Nuovo impianto fotovoltaico completo di linea di connessione al quadro IG, quadro generale FV, inverter, quadri CC e n.75 pannelli da 400 Wp.

Riferimenti normativi

I criteri di progettazione seguiti fanno riferimento a provvedimenti legislativi e norme, attualmente in vigore, inerenti gli impianti elettrici e di illuminazione negli edifici e infrastrutture adibite ad uso civile, dei quali si riporta di seguito un elenco non esaustivo:

- Legge 01/03/1968 n. 186 (disposizioni concernenti i materiali e gli impianti elettrici);
- DM 22/01/2008 n.37 (Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici);
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 , n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto Legislativo 16 giugno 2017 N.106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- CEI 64-8 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua)
- CEI 64-8/7 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari)
- CEI 64-8 dalla Variante V4, pubblicata il primo giugno 2017, in materia di “nuovi cavi CPR”
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI-UNEL 35016 EUROCLASSE CPR UE305/11 - classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici

- ISO/IEC IS 11801 e Standard proposal ISO/IEC 11801 Norme di standardizzazione per la realizzazione di cablaggi di reti per trasmissione dati.
- Standard prEN 50173 Norme europee di standardizzazione dei sistemi di cablaggio di reti di trasmissione dati.
- Norme CEI e norme UNI per quanto applicabili.

Alimentazione elettrica e classificazione dell'impianto

L'alimentazione dell'impianto fa capo al punto di consegna dell'energia elettrica in bassa tensione BT, posizionato in prossimità della recinzione lungo la via incrociatore Trieste.

In fase di esecuzione dei lavori, occorrerà provvedere alla gestione della pratica con e-distribuzione per l'adeguamento della potenza della fornitura.

La classificazione del sistema elettrico in progetto è la seguente:

- in relazione alla tensione nominale Un	Categoria I
- in relazione al sistema di distribuzione in funzione del sistema di conduttori attivi	Categoria trifase
- in relazione al sistema di distribuzione in funzione del modo di collegamento a terra del neutro e delle masse	Sistema TT

Considerate le caratteristiche costruttive, funzionali e la specifica destinazione d'uso degli ambienti oggetto dell'intervento, classificati a maggior rischio in caso di incendio, si è fatto specifico riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8/7 sez. 751.

Per il dimensionamento sono stati valutati preventivamente i fabbisogni elettrici introdotti dagli impianti di forza motrice, di illuminazione, di climatizzazione, servizi vari e ausiliari a servizio dell'edificio. I risultati di tali valutazioni saranno riportate in dettaglio nelle successive fasi di progettazione.

Alimentazione di sicurezza

L'alimentazione ordinaria della struttura sarà assicurata dalla connessione alla rete pubblica di distribuzione dell'energia elettrica. Per quanto riguarda l'alimentazione di sicurezza, la norma CEI 64.8/7 definisce le seguenti classi di alimentazione di sicurezza:

- alimentazione di sicurezza di Classe 0 (continuità assoluta – Alimentazione automatica disponibile senza interruzioni)
- alimentazione di sicurezza di Classe 0,15 (ad interruzione brevissima - Alimentazione automatica disponibile in un tempo inferiore o uguale a 0,15s)
- alimentazione di sicurezza di Classe 0,5 (ad interruzione breve - Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,15s ma non superiore a 0,5s)
- alimentazione di sicurezza di Classe 15 (ad interruzione media - Alimentazione automatica disponibile in un tempo superiore a 0,5 s ma non superiore a 15s)

- alimentazione di sicurezza di Classe >15 (ad interruzione lunga – Alimentazione automatica disponibile in più di 15s)
- alimentazione ordinaria.

Nel caso in esame la norma impone l'alimentazione delle lampade di illuminazione di emergenza in Classe 0,5.

Quadri elettrici

I quadri elettrici installati dovranno essere verificati attraverso prove strumentali di cui dovrà essere fornita idonea documentazione, ed infine certificati in riferimento alla norma CEI EN 61439. Altre norme in vigore sono la Norma CEI 23-51 e la Norma CEI EN 60204-1. La conformità alle norme tecniche (CEI EN 61439) è presunzione di Conformità al rispetto dei Requisiti della Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE ed EMC 2014/30/UE.

Su ciascun quadro, qualora ricorra la circostanza, andrà apposto il cartello monitore per la segnalazione della presenza di una eventuale doppia alimentazione potenziale fonte di rischio durante le operazioni di



Distribuzione, vie cavi e cablaggi

Le condutture interne principali, canalizzazioni e cavi, saranno distribuite lungo i corridoi, posate a parete nell'intradosso del controsoffitto, con derivazione ai singoli ambienti da servire incassate nella muratura.

Tali vie cavi saranno indicativamente realizzate con doppia passerella, una per gli impianti elettrici e uno per gli impianti a correnti deboli (rete dati, videosorveglianza ecc...) a sezione rettangolare di dimensioni 150x75 e 75x75. Le passerelle sono di tipo in acciaio zincato a caldo elettroliticamente, compresi i relativi supporti e gli accessori per l'installazione. Nelle zone di tranciatura del metallo la protezione anticorrosiva sarà assicurata ugualmente dallo zinco. Il collegamento tra due tratti di passerella si realizza mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere perfetta continuità del piano di scorrimento ed evitare abrasioni dei cavi. Le due passerelle saranno installate mediante staffe e mensole con un intervallo di ancoraggio a distanza consigliata dal costruttore in funzione del grado di riempimento della stessa e tale da non comprometterne la stabilità e la sicurezza anche in una fase successiva di stesura cavi. La passerella sarà completa dei collegamenti equipotenziali tra i singoli elementi, ove necessario in base alla normativa vigente, e dovrà prevedere tutte le minuterie di installazione fornite dal costruttore. Gli ingressi e gli accessori di raccordo, se necessari, sono realizzati con pezzi speciali. Le canalette metalliche installate risponderanno alle seguenti normative: CEI EN 50085-1; 50085-2-1; CEI EN 61537.

Una parte della distribuzione primaria, quella esterna, sarà realizzata interrata o sottopavimento, con impiego di cavidotto flessibile in polietilene a doppia parete ad alta densità.

Le vie cavi terminali saranno rappresentate dal sistema di tubazioni portacavi ed accessori che dalla passerella metallica di distribuzione principale permettono di realizzare le derivazioni per l'alimentazione e/o il controllo degli utilizzatori finali (corpi illuminanti, elementi segnaletici retroilluminati, ecc...).

I tubi protettivi sono di tre tipi:

- di tipo rigido;
- di tipo pieghevole;
- di tipo spiralato in guaina flessibile.

In ogni caso saranno previsti esclusivamente elementi ed accessori in materiale plastico autoestinguente privi di alogeni, con le seguenti caratteristiche:

- Resistenza allo schiacciamento di classe 3, superiore a 750 Newton su 5 cm + 23 ± 2 °C
- Resistenza agli urti di classe 3, 2kg da 10 cm a -5 °C
- Temperatura minima di classe 2, -5 °C
- Temperatura massima di classe 1, + 60 °C
- Resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 megaohm per 500 V di esercizio per 1 min
- Rigidità dielettrica superiore a 2 kV - 50 HZ per 15 min
- Resistenza al fuoco verificata secondo la norma CEI EN 60695-2-11
- Curvabilità a freddo dei diametri Ø 16-20-25-32-40
- Certificazioni IMQ secondo la CEI EN 61386-1 e IMQ secondo la CEI EN 61386-21.

Tutti i raccordi tra tubazioni e scatole saranno eseguiti con appositi sistemi di tipo pressacavo per garantire un indice di protezione adeguato all'ambiente (generalmente IP4X). Deve essere prevista a cura dell'impiantista l'etichettatura di tutte le vie cavi di propria competenza e l'indicazione dei circuiti sui coperchi delle cassette di derivazione.

Per le canalizzazioni di distribuzione esterna, di tipo interrato, è previsto l'impiego di cavidotti flessibili a doppia parete di tipo FU e di pozzetti prefabbricati in cls con copertina in ghisa carrabile C250. Il dimensionamento delle canalizzazioni sarà tale che il diametro interno degli stessi risulti sempre pari a 1,3 volte il diametro del fascio dei cavi in esso posati, se a sezione circolare, e in caso di canali a sezione rettangolare la sezione stessa sarà doppia di quella effettivamente occupata dal fascio di cavi. È prevista la predisposizione di un congruo numero di tubazioni di riserva.

Le linee di distribuzione interne, principali e terminali, dovranno essere realizzate con cavi di primaria marca conformi al Regolamento Europeo sui Prodotti da Costruzione (CPR), oltre che essere rispondenti alle Norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL. I conduttori ammessi sono solamente in rame.

Per il cablaggio interno saranno utilizzati cavi di tipo FG160M16 – 0,6/1kV, isolati in gomma HEPR di qualità G18, sotto guaina termoplastica e classe di reazione al fuoco Cca-sb1, d1, a1 - che non propagano l'incendio e la fiamma (norme CEI 20-22 III e 20-35), non sviluppa gas corrosivi in caso d'incendio (norme CEI 20- 37 I e 20-38). Per la distribuzione secondaria, e quindi entro canalizzazioni in materiale termoplastico, si farà uso di cavi FG17-450/750 V.

I conduttori saranno dimensionati prevedendo una caduta di tensione massima del 4%.

Protezione dai contatti diretti

La protezione da contatti diretti è garantita dall'utilizzo di involucri e barriere con idoneo grado di protezione e dall'isolamento delle parti attive.

Protezione dai contatti indiretti

Tale protezione è realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, che prevede il coordinamento tra la misura di protezione offerta dall'impianto di terra con l'inserimento dell'interruttore automatico. Affinché la protezione sia garantita deve essere verificata la condizione

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove:

R_E = resistenza impianto di terra;

I_{dn} = corrente di intervento dell'interruttore automatico che nel caso in esame sarà uguale alla corrente di intervento del dispositivo differenziale.

U_L = è la massima tensione di contatto ammessa ($U_L \leq 50V$ ambienti ordinari; $U_L \leq 25V$ locali medici gruppo 1).

In fase di realizzazione dell'opera

Impianto di terra

Sarà realizzato ex-novo un unico impianto di terra e impianto equipotenziale esteso all'intero complesso di edifici.

In sede esecutiva, l'installatore dovrà verificare che sia soddisfatta la relazione:

$$R_t \leq 50/I_{diff}$$

in cui R_t rappresenta la resistenza di terra e I_{diff} il valore della corrente differenziale interrotta dalle apparecchiature di protezione installate.

Il progetto prevede un impianto con il nodo principale di terra in corrispondenza al quadro interruttore generale IG. All'interno di ciascuno dei quadri elettrici interni sarà predisposta una morsettiera di terra. Ai nodi equipotenziali oltre i conduttori di protezione dei diversi circuiti elettrici sarà collegato il conduttore di protezione utilizzato per il collegamento equipotenziale delle tubazioni idriche, realizzato in corrispondenza dei collettori di distribuzione nei servizi igienici.

Impianto di illuminazione

La normativa UNI12464-1:2021 è il riferimento per la progettazione dell'impianto di illuminazione artificiale della scuola. Tale norma riporta numerose specifiche sui parametri di controllo della qualità della luce, e tra questi:

- Illuminamenti;
- distribuzione delle luminanze;
- uniformità;
- abbagliamento (UGR);
- direzione della luce;
- indice di resa cromatica;
- temperatura di colore;
- flickering;
- controllo della luce naturale.

Il punto 6.2 della UNI-EN12464 “Edifici scolastici” riporta in maniera completa i parametri guida nella progettazione illuminotecnica. Nella progettazione, tuttavia, va tenuto conto del fatto che non si tratta di rendere un ambiente luminoso, ma progettare un sistema illuminotecnico per creare un'atmosfera ottimale per l'apprendimento e l'attività didattica e ottimizzare efficienza energetica e bilancio ecologico.

Poiché gli edifici scolastici operano in condizioni di luce diurna presente, è essenziale ipotizzare l'impiego di sensori di luce che rilevino la quantità di luce naturale presente nello spazio, e attivino l'accensione della componente artificiale solo nel caso in cui i valori di illuminamento letti dal sensore non soddisfino i requisiti richiesti. La luce artificiale si accenderà gradatamente in funzione della quantità di luce naturale che permeerà lo spazio.

La luce naturale rappresenta la migliore sorgente di luce per la visione, sia in termini di quantità (livelli di illuminamento), sia in termini di qualità (resa cromatica e temperatura di colore) e lo scopo della progettazione con la luce naturale è proprio quello di massimizzare il benessere all'interno degli spazi confinati e minimizzare il consumo energetico degli edifici.

Il presente progetto prevede l'installazione di corpi illuminanti ad elevata efficienza energetica affiancati a sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce con i relativi sistemi di telecontrollo.

Il progetto prevede l'installazione di apparecchi illuminanti a LED, che hanno il vantaggio di una ridotta necessità di manutenzione con perdita di efficienza massimo del 10% o 20% (a seconda dei tipi) dopo 50.000 ore. I consumi poi saranno ulteriormente inferiori a causa dell'adozione di sistemi di regolazione quali sensori di presenza e luminosità (regolazione della luce artificiale in funzione di quella naturale ove necessario), come descritto con maggiore dettaglio nella Relazione Tecnica relativa ai sistemi di automazione e controllo.

La tonalità di colore delle sorgenti luminose sarà tale da garantire un indice di risposta colore Ra pari minimo a 80.

Con queste premesse, si riporta di seguito la classificazione degli ambienti illuminati artificialmente ed i relativi parametri illuminotecnici di riferimento tratti dalla norma UNI-EN 12464-1:2021.

Locale	$\bar{E}_m$ [lx]	UGR_L	U₀	R_a
Ingresso	200	22	0.4	80
Spazio ludico	300	22	0.4	80
Aula Lavori manuali	300	19	0.6	80
Sala mensa	200	22	0.4	80
WC	100	25	0.4	80

L'uniformità di illuminamento rispetta i seguenti valori:

- Uniformità $\geq 0,7$ per la zona del compito;
- Uniformità $\geq 0,5$ per la zona immediatamente circostante.

Le valutazioni sul dimensionamento dell'impianto nei diversi ambienti, gli standard da soddisfare e le verifiche illuminotecniche saranno esplicitate con i successivi livelli di progettazione.

Impianto di illuminazione e segnalazione d'emergenza.

Il progetto dell'impianto di illuminazione di emergenza, il cui intervento è previsto in caso di mancanza dell'alimentazione ordinaria, prevede l'utilizzo delle lampade ordinarie dotate di kit emergenza e lampade autonome, in grado di garantire un'autonomia di 60' e ricarica 12 h.

Per una corretta segnalazione dei percorsi di evacuazione di emergenza, tutti i segnali utilizzati saranno conformi alle prescrizioni del D.lgs. 81/08.

Il dimensionamento dell'impianto è tale da assicurare un livello di illuminazione generale non inferiore a 2 lux e di 5 lux in corrispondenza ai cambi di direzione, ostacoli o variazioni di quota del pavimento lungo le vie di fuga individuate

Automazione e monitoraggi consumi energetici

Gli apparecchi d'illuminazione individuati, ad alta efficienza, risparmiano il massimo dell'energia se guidati da intelligenti strategie di comando. Il solo fatto che siano dotati di alimentatori elettronici con funzioni dimming permette di ridurre i consumi del 25%. I segnalatori di presenza riservano ulteriori potenziali di risparmio dal 20 al 40%. La stessa regolazione manuale delle scene di luce contribuisce a ridurre i consumi. Ma il risparmio energetico più ingente, soprattutto nelle strutture lavorative e scolastiche, lo si realizza sfruttando bene la luce diurna che è gratuita. Persino quando è schermata da tapparelle e veneziane, la luce naturale dà il suo contributo. Anzi, se le schermature sono ben coordinate con la luce, diminuisce il consumo energetico per l'aria condizionata e al contempo migliorano le condizioni visive. Per questo motivo si è pensato ad un sistema di gestione intelligente della luce che consente l'integrazione della luce naturale.

Il sistema è basato su apparecchi dotati di sensori di presenza e di luminosità che attivano e regolano, dimmerando, le sorgenti LED in funzione dei livelli di luminosità negli ambienti interni, andando ad integrare il contributo della luce naturale.

Per quanto riguarda i consumi energetici, il progetto prevede che sui quadri di distribuzione primaria siano installati apparecchiature di misura (multimetri digitali) collegate tra loro attraverso il canale di comunicazione di tipo BUS e porte RS485. Qualora si decidesse di completare il sistema con l'acquisto di interfacce web e piattaforma di gestione, l'impianto permetterà di fornire agli «energy manager» addetti, informazioni sulla produzione da rinnovabile e sull'impiego dell'energia, con dati in tempo reale ottenuti da sensori installati sui quadri e sottoquadri elettrici di distribuzione e informazioni raccolte dagli inverter FV. L'impianto è articolato in maniera da poter avere il monitoraggio, in modo distinto per zona e utenze, dei principali usi energetici presenti nell'edificio, con la possibilità concreta di lavorare all'ottimizzazione delle prestazioni e di pianificare le azioni per il miglioramento continuo della prestazione energetica dell'edificio.

In definitiva il progetto prevede che, con la semplice installazione degli opportuni sistemi di interfaccia, web server e software applicativi, sia possibile implementare le funzioni di monitoraggio energetico e automazione delle schermature.

Impianto fotovoltaico

Per l'edificio scolastico il progetto prevede la realizzazione ex novo di un impianto fotovoltaico FV da 30,00 kWp, da posizionare orizzontale in aderenza alla copertura piana dell'edificio. Come detto in precedenza, tale campo fotovoltaico sarà attestato elettricamente sul nuovo quadro Interruttori Generali immediatamente a valle del misuratore e-distribuzione.

Il nuovo generatore fotovoltaico sarà costituito da un sistema di 3 inverter trifase ibridi, predisposti quindi alla gestione di un sistema di accumulo dell'energia, ciascuno dei quali gestisce uno dei tre sottocampi da 10 kWp ciascuno. I pannelli di progetto hanno una potenza di 400 Wp e sono in tutto 75.

I quadri di stringa in cc saranno posizionati in campo; gli inverter e il quadro generale ac saranno collocati nel locale tecnico e le linee posate esternamente all'edificio opportunamente mascherate; in questo modo nessuna linea elettrica proveniente dal campo fotovoltaico transiterà all'interno della scuola.

La posa dei pannelli, come detto prevista sulla copertura dell'edificio, date le caratteristiche del solaio garantirà la necessaria compartimentazione in caso di incendio. È prevista l'installazione di un pulsante di sgancio che interrompe il flusso di energia elettrica a valle dei quadri di stringa in CC. Schede tecniche dei componenti principali e simulazione di producibilità dell'impianto sono allegate al presente documento.

Cablaggio strutturato fonia dati

È prevista l'installazione di un armadio con funzione di floor distribution rack al piano primo di nuova realizzazione. Tale rack sarà interconnesso alla rete dati esistente.

La distribuzione telefonica ed elaborazione dati consiste principalmente nella posa in tubazioni e/o canali di cavi telefonici/elaborazione dati tipo UTP categoria 7 a 4 coppie twistate di collegamento tra gli armadi principali di zona (centro stella del sistema di cablaggio strutturato) e le prese telefoniche/elaborazione dati, con connettore RJ45, installate nei vari locali all'interno dell'edificio come da tavole di progetto.

Detto armadio sarà dotato di pannelli Rack standard da 19" in cui saranno alloggiati i pannelli di distribuzione fonia, dati, ecc., i concentratori per la rete locale (SWITCH/HUB), i pannelli di permutazione per la distribuzione

orizzontale dei servizi dati e fonia con connettori RJ45 e la striscia di alimentazione elettrica costituita con prese universali di corrente 10/16A 230V.

I cavi saranno posati nelle apposite tubazioni e/o canalizzazioni per gli impianti speciali e dovranno essere installati all'interno dei locali fino all'armadio di attestazione. Durante la posa dei cavi si dovrà avere la massima cura di non superare sia la tensione di tiro sia il raggio di curvatura minimo, prescritto dai costruttori e dallo standard di riferimento. I cavi dovranno essere completamente attestati ai rispettivi pannelli di permutazione di pertinenza. Le tratte dovranno essere senza giunzioni intermedie tra i punti di attestazione.

Le caratteristiche di una rete passiva sono quelle di garantire una connettività omogenea per tutta la rete cablata, delle prestazioni adeguate alle esigenze attuali e possibilità di seguire le evoluzioni tecnologiche, la gestione, manutenzione ed espansione della rete deve essere semplice, conformità alle raccomandazioni nazionali ed internazionali in relazione sia al materiale utilizzato sia delle procedure d'installazione, certificazione e collaudo adottate, supporto di protocolli standard di comunicazione, possibilità di far evolvere le applicazioni supportate senza modificare la struttura portante dell'infrastruttura.

Manutenzione elettrica

La configurazione dell'impianto elettrico di distribuzione di nuova realizzazione è tale da permettere l'esecuzione di operazioni di manutenzione ordinaria tenendo in servizio quelle parti di impianto su cui non si sta operando. Questo perché i vari sotto quadri di piano e i circuiti di distribuzione secondaria sono totalmente sezionabili. Durante tali operazioni è obbligatorio l'impiego del cartello di sicurezza che segnali su quali circuiti sono effettivamente in corso operazioni di manutenzione.

Per verificare il corretto funzionamento degli impianti, assicurarsi della efficacia delle protezioni, garantirne la durata e l'efficienza, occorre prevedere almeno una ispezione annuale, nel corso della quale si procederà ad effettuare le seguenti attività:

- esame a vista dell'impianto;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- misura della resistenza di isolamento dei cavi;
- prova di funzionamento delle apparecchiature di protezione;
- verifica del coordinamento delle protezioni. (misura della resistenza di terra);
- pulizia dei gruppi ottici dei corpi illuminanti;
- sostituzione delle lampade (programmabile ogni 50.000 ore di funzionamento per lampade LED).

La manutenzione preventiva deve comprendere la pulizia delle apparecchiature in campo oltre alle prove di funzionamento. Tali interventi devono effettuarsi due volte l'anno con intervalli non inferiori a cinque mesi. Gli interventi correttivi devono essere effettuati entro le 24h successive alla chiamata. Gli interventi devono essere rivolti ad eliminare le irregolarità e le deficienze dell'impianto segnalate dall'operatore.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione tecnica

Tutte le ispezioni e gli interventi effettuati andranno annotati su apposito registro, in cui saranno indicate nel dettaglio le attività svolte sugli impianti, l'esito delle prove, la data e il nominativo (con timbro e firma) della Ditta esecutrice.

RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA SISTEMA IDRICO SANITARIO

Introduzione

La presente relazione tecnica descrive gli impianti idrico sanitario e di raccolta e smaltimento delle acque reflue e di quelle meteoriche; ne motiva le soluzioni adottate; individua e descrive il funzionamento complessivo della componente impiantistica, previsti nell'ambito dei lavori di *Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste*.

Il progetto di fattibilità tecnico-economica:

a) individua, tra più soluzioni possibili, quella che esprime il rapporto migliore tra costi e benefici per la collettività in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire

(Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 Codice dei contratti pubblici) e tra spunto dai rilievi e accertamenti eseguiti sul posto.

Esigenze

Innanzitutto si tratta di sviluppare la rete esistente fino al nuovo blocco servizi di nuova realizzazione in seguito alla sopraelevazione, in termini di adduzione di acqua calda(*) e fredda e di dotazione di scarichi oltre che di condotta di ventilazione. L'impianto idrico diramerà da quello esistente e quello di scarico si collegherà a quello esistente. [(*) per cui è prevista l'installazione di boiler a pompa di calore].

Inoltre sarà riorganizzato il sistema di scarico delle acque meteoriche in virtù della nuova copertura piana della sopraelevazione, facendo riferimento ai pluviali esistenti.

Gli elementi di dimensionamento preliminare (impiantistici, idraulici,...) forniti nel seguito di natura concettuale e, ove necessario, anche quantitativa consentono di giustificare le scelte progettuali compiute e utili a garantire:

- il regolare sviluppo del processo autorizzativo;
- il coerente sviluppo dei successivi livelli di progettazione;
- la coerenza delle previsioni di stima economica dell'opera.

I requisiti e i livelli di prestazione che devono essere soddisfatti con l'intervento faranno riferimento principalmente alla norma UNI 9182.

La norma UNI 9182:2014 riguarda specificamente gli Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda e la progettazione, installazione e collaudo.

La norma specifica i criteri tecnici ed i parametri da considerare per il dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua destinata al consumo umano, i criteri di dimensionamento per gli impianti di produzione, distribuzione e ricircolo dell'acqua calda, i criteri da adottare per la messa in esercizio degli impianti e gli impieghi dell'acqua non potabile e le limitazioni per il suo impiego. Fornisce inoltre indicazioni per l'installazione e il collaudo di tali impianti.

La norma si applica a impianti di nuova costruzione, a modifiche e riparazioni di impianti già esistenti, quindi correttamente nell'ambito della presente progettazione.

Di seguito la norma è stata utilizzata unitamente alle UNI EN 806-1, UNI EN 806-2, UNI EN 806-3, UNI EN 806-4, UNI EN 806-5 che riguardano le specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano.

La progettazione ha avuto particolare riguardo a ridurre gli sprechi di acqua e di energia (specificamente il trasporto di ACS); tale principio si attua mediante l'utilizzo di rubinetterie e miscelatori di più recente tecnologia e scarichi con doppia pulsantiera, oltre che:

- rendere disponibile la fornitura di acqua per ogni punto di prelievo alla pressione e temperatura di progetto;
- evitare velocità eccessive nelle tubazioni (per minimizzare il rumore e il rischio di colpi d'ariete);
- evitare l'ingresso di aria nelle tubazioni.
- salvaguardare gli occupanti di un edificio da eventuali pericoli dovuti all'utilizzo dell'impianto.
- evitare il danneggiamento delle tubazioni (corrosione) e il deterioramento della qualità dell'acqua potabile.
- facilitare l'accesso e la manutenzione del sistema.

Anche le tubazioni e i raccordi usati dovranno garantire una vita utile dell'impianto elevata, rispettando un normale programma di manutenzione per cui si rimanda alla successiva fase di progettazione.

Premessa

Si tratta del sistema della rete di distribuzione composta dalle tubazioni che partendo dall'alimentazione (direttamente dall'acquedotto cittadino consegnato nei pressi del complesso a bordo lotto), di acqua fredda e di acqua calda in uscita dal preparatore di ACS, distribuisce l'acqua ai diversi punti di erogazione presenti nell'edificio ai vari livelli. Si distingue quindi la rete di distribuzione di acqua fredda da quella di acqua calda, che fanno capo ai collettori di distribuzione presenti presso i diversi locali da servire.

Più nel dettaglio il nuovo corpo da servire è quello sul secondo livello della sopraelevazione e prevede un servizio per disabili e una batteria di n. 4+4 lavabi e wc.

E si prevede di collegarsi alla rete esistente.

La progettazione dell'impianto idrico sanitario ha individuato il sistema di distribuzione in base alla posizione delle nuove utenze che appaiono come più sfavorite, in riferimento alla provenienza dell'alimentazione principale e quindi delle pressioni residue.

Reti di acqua fredda

Distribuzione dal basso (conformazione a sorgente)

Così è detta la tipologia adottata in questo intervento, in cui il collettore principale di alimentazione è posizionato in basso al piano terra e dal quale derivano le colonne montanti ai due livelli dell'edificio.

È buona norma che all'estremità di ogni ramo nella parte superiore sia previsto un ammortizzatore di colpo d'ariete mentre alla base è prevista l'installazione di un rubinetto di arresto che ne consenta l'isolamento dal resto dell'impianto nel caso di malfunzionamenti o manutenzione.

Nella parete del locale servizi saranno collocati entro apposita assetta chiusa con sportello, i collettori di distribuzione di acqua calda e fredda al servizio dei vari sanitari.

Nella planimetria allegata è rappresentato questo sistema di tubazioni e indicati i materiali e i diametri prescelti in questa fase.

Nel nostro caso la scelta dei materiali è ricaduta sulle tubazioni multistrato adatti alla realizzazione di reti di distribuzione di acqua calda e fredda, circuiti di riscaldamento, raffrescamento e condizionamento, ecc; la

composizione di tali tubazioni che sfrutta materiali differenti e sovrapposti, conferisce a questi sistemi particolari caratteristiche offrendo notevoli vantaggi in termini di impiego, prestazione e durabilità.

Reti di acqua calda

L'alimentazione e la preparazione di acqua calda mediante boiler a pompa di calore (previsto entro l'antibagno del nuovo blocco servizi) è la tipologia di distribuzione adottata in questo intervento.

Diramazioni e collegamenti alle unità terminali

I tratti terminali della rete di distribuzione sanitaria, cioè quelli che collegano le colonne ai punti di prelievo di ogni utenza, vengono detti diramazioni.

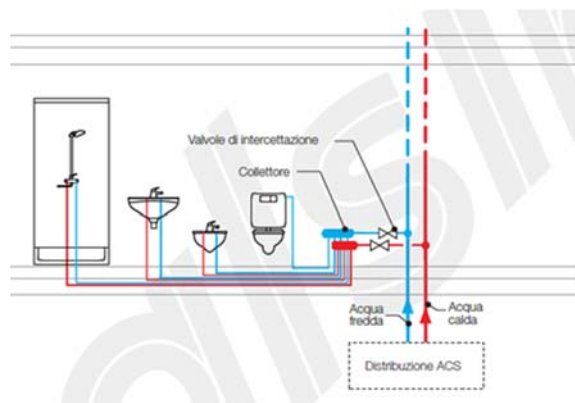
Le tubazioni di diramazione saranno installate sottopavimento, a parete e a controsoffitto, secondo gli schemi grafici progettuali allegati.

Impianti a collettore

Come anticipato l'impianto sarà composto da collettori di distribuzione installati in coppia, uno per l'acqua fredda e uno per l'acqua calda, con un numero variabile di uscite a seconda del tipo e della quantità di sanitari installati come da schemi grafici progettuali.

Su ciascuna uscita, i collettori disporranno di una valvola di arresto, in modo che sia possibile bloccare o regolare la portata per ciascun punto di prelievo.

I collettori saranno installati in una cassetta a muro ed equipaggiati da valvole di arresto che ne consentano il completo isolamento dal resto dell'impianto.



Portate d'acqua secondo UNI 9182

Per le portate Q_A ai singoli punti di prelievo (e quindi per il dimensionamento dei tratti terminali della rete) si è fatto riferimento al metodo indicato nella norma già sopra richiamata.

Per il calcolo delle portate di progetto Q_D nei tratti della rete al servizio di due o più utenze si utilizza il metodo delle unità di carico (LU).

Nella tabella seguente sono indicate le LU associate alle utenze per edifici ad uso collettivo.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
 Relazione tecnica

I valori indicati nella colonna “Acqua fredda AF” sono stati usati per dimensionare la rete di acqua fredda, quelli della colonna “Acqua calda AC” per dimensionare la rete di acqua calda mentre quelli della colonna “Totale AF + AC” per determinare le unità di carico complessive a monte del produttore di ACS.

Apparecchio	Alimentazione	Unità di carico		
		Acqua fredda AF	Acqua calda AC	Totale AF + AC
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Bidet	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Vasca	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Doccia	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Vaso	Cassetta	5,00	-	5,00
Vaso	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Orinatoio	Rubinetto a vela	0,75	-	0,75
Orinatoio	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Lavello	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00
Lavatoio di cucina	Gruppo miscelatore	3,00	3,00	4,00
Pilozzo	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00
Vuotatolo	Cassetta	5,00	-	5,00
Vuotatolo	Passo rapido o flussometro	10,00	-	10,00
Lavabo a canale (per ogni posto)	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Lavapiedi	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Lavapadelle	Gruppo miscelatore	2,00	2,00	3,00
Lavabo clinico	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Beverino	Rubinetto a molla	0,75	-	0,75
Doccia di emergenza	Comando a pressione	3,00	-	3,00
Istantino 3/8"	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Istantino 1/2"	Solo acqua fredda	4,00	-	4,00
Istantino 3/4"	Solo acqua fredda	6,00	-	6,00
Istantino 1"	Solo acqua fredda	10,00	-	10,00

Per ogni tratto di impianto al servizio di una combinazione di apparecchi sanitari si sono sommate le LU corrispondenti ad ogni apparecchio compreso nella combinazione.

Nota la somma delle unità di carico (ΣLU) si è determinato per ogni tratto di impianto la portata di progetto QD [l/s] con la tabella seguente, definita in base alla tipologia di edificio e all'utilizzo di vasi con cassetta.

ΣLU	Portata Q _D [l/s]	ΣLU	Portata Q _D [l/s]	ΣLU	Portata Q _D [l/s]
6	0,30	120	3,65	1 250	15,50
8	0,40	140	3,90	1 500	17,50
10	0,50	160	4,25	1 750	18,80
12	0,60	180	4,60	2 000	20,50
14	0,68	200	4,95	2 250	22,00
16	0,78	225	5,35	2 500	23,50
18	0,85	250	5,75	2 750	24,50
20	0,93	275	6,10	3 000	26,00
25	1,13	300	6,45	3 500	28,00
30	1,30	400	7,80	4 000	30,50
35	1,46	500	9,00	4 500	32,50
40	1,62	600	10,00	5 000	34,50
50	1,90	700	11,00	6 000	38,00
60	2,20	800	11,90	7 000	41,00
70	2,40	900	12,90	8 000	44,00
80	2,65	1 000	13,80	9 000	47,00
90	2,90			10 000	50,00
100	3,15				

Dimensionamento delle reti di distribuzione idrosanitaria secondo uni 9182

Per calcolare i diametri delle tubazioni di una rete di acqua calda o di acqua fredda, si è fatto riferimento a l'Appendice I della UNI 9182 che affronta il dimensionamento dettagliato delle reti di distribuzione idrosanitaria. In base al progetto dei diversi settori di utilizzo già detti, e in base allo schema grafico di impianto, la procedura adottata ha percorso i seguenti passaggi:

1. Per ciascun punto di prelievo si indica la portata espressa in LU sia per acqua fredda che per acqua calda e proceduto alla somma delle LU tratto per tratto risalendo fino al punto di alimentazione.
2. Sono state convertite le LU in portate di progetto.
3. È stato determinato il minimo diametro delle tubazioni in base alle massime velocità ammesse dalla norma utilizzando l'equazione di continuità:

$$V = A \cdot c \cdot 10^{-3}$$

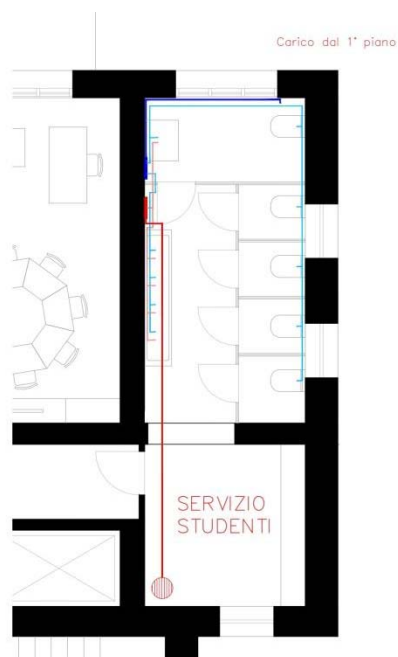
Dove V è la portata [l/s], A la sezione interna di passaggio [mm²] e c la velocità [m/s]

4. Sono state calcolate le perdite di carico lungo la tubazione dal punto di alimentazione fino al punto di prelievo più sfavorito e verificato che la somma con le perdite di carico geodetiche e con la pressione idrodinamica minima richiesta al punto di prelievo sia minore o uguale alla pressione disponibile al punto di alimentazione.

Nella tabella seguente che indica la distribuzione degli apparecchi utilizzatori nei diversi ambienti, è esposto il dato ricavato tramite il prospetto della fig. 2 .

TAB 5.4		Unità di carico per edifici ad uso pubblico e collettivo							
		Unità di carico		sommano		portata	diametro interno	diametro multistrato	velocità
		Numero AF	AC	AF+AC		(mm)		esterno x spessore	m/sec
Piano 01	COD.								
	servizio studenti	wc	5	5 ---	5	25			
		Lavabo	5	2	2	3	15	26	
						40	1,62	22,71 32x3mm	3,1
Piano 02	COD.								
	servizio studenti	wc	5	5 ---	5	25			
		Lavabo	5	2	2	3	15	26	
						40	1,62	22,71 32x3mm	3,1
								33	
						80	2,65	29,05 40x3,5mm	3,1

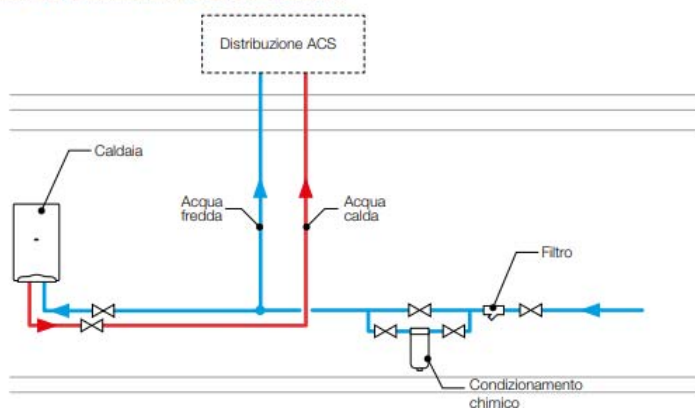
Lo schema del blocco servizi è il seguente:



Sistemi di produzione acs

Il sistema istantaneo previsto produce la quantità di acqua calda necessaria “su richiesta”, avviandosi al momento dell’erogazione da uno dei punti di prelievo dell’impianto. Si tratta della configurazione più semplice, riportata in Figura 4.1.

Figura 4.1 Impianto di produzione ACS di tipo istantaneo.



RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA SISTEMA DI SCARICO ACQUE NERE

Premessa

In generale le acque di scarico prodotte nel fabbricato possono essere distinte in:

- a. Acque nere/grigie provenienti dagli apparecchi igienico sanitari (vasi, lavabo e docce oltre gli utilizzatori della cucina);
- b. Acque bianche provenienti dalle piogge (acque meteoriche) o dall'annaffiamento di giardini, orti, parchi.

L'impianto di scarico esistente è sdoppiato per tenere separate le acque nere/grigie da quelle meteoriche (ciò evita il rischio di saturazione dell'impianto stesso in caso di piogge di notevole intensità che causerebbero un forte incremento delle portate di scarico oltre che mischiare acque con caratteristiche diverse) .

Di seguito si riporta la norma di riferimento e una breve sintesi dei temi trattati nella diverse parti.

- UNI EN 12056-1:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.

La norma si applica ai sistemi fognari per acque reflue che funzionano a gravità. Si applica ai sistemi fognari all'interno di abitazioni, edifici commerciali, edifici pubblici e industriali. La prima parte della norma stabilisce i requisiti generali e le prestazioni per sistemi fognari per acque reflue funzionanti a gravità.

- UNI EN 12056-2:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo

La norma si applica ai sistemi fognari per lo smaltimento delle acque reflue che funzionano a gravità. Essa si applica ai sistemi fognari all'interno di abitazioni, edifici commerciali, edifici pubblici e industriali. La seconda parte della norma stabilisce i principi da seguire sia per la progettazione sia per il calcolo.

- UNI EN 12056-4:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo

La norma si applica ai sistemi fognari per acque reflue che funzionano a gravità. Si applica ai sistemi fognari all'interno di abitazioni, edifici commerciali, edifici pubblici e industriali. La presente parte fornisce i requisiti per la progettazione, la gestione e la manutenzione per impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materia fecale, non contenenti materia fecale e per acque di pioggia all'interno di edifici e cantieri, e per le loro tubazioni di scarico e di collegamento alla rete fognaria. Essa tratta anche impianti di sollevamento di impianti per acque reflue fecali di applicazioni limitate.

- UNI EN 12056-5:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.

La norma si applica ai sistemi fognari per acque reflue che funzionano a gravità. Si applica ai sistemi fognari all'interno di abitazioni, edifici commerciali, edifici pubblici e industriali. La presente parte della norma stabilisce

i principi che si dovrebbero seguire durante l'installazione e la manutenzione dei sistemi fognari per acque reflue e acque di pioggia funzionanti a gravità.

Fate queste premesse, in sintesi l'impianto di scarico del nuovo blocco servizi del secondo livello della sopraelevazione dell'edificio è costituito da un collettore orizzontale principale che ha il compito di raccogliere gli scarichi dei diversi sanitari e convogliarli con adeguata pendenza alla colonna di scarico esistente.

Il sistema si completa con:

- Sifoni montati direttamente sugli apparecchi sanitari nel caso di lavabo, bidet e lavelli, collocati a pavimento nel caso di vasche e docce, incorporati nell'apparecchio nel caso di vasi e orinatoi;
- Diramazioni di scarico costituite da tubazioni prevalentemente orizzontali che collegano i sifoni al collettore di scarico;

e la rete esistente schematicamente è composta da:

- Colonne di scarico costituite da tubazioni prevalentemente verticali che collegano le diramazioni di scarico ai collettori di scarico;
- Collettori di scarico costituiti da tubazioni caratterizzate da piccole pendenze rispetto all'orizzontale che raccolgono le acque che provengono dalle colonne di scarico per convogliarle nella fognatura. I collettori di scarico possono essere interrati oppure sospesi sui soffitti;
- Condotte di ventilazione costituite da tubazioni prevalentemente verticali che, collegate alla rete di scarico, limitano le variazioni di pressione e garantiscono uno scarico silenzioso degli apparecchi sanitari.

L'impianto di scarico deve garantire:

- Una evacuazione rapida del flusso, l'assenza di depositi e di residui, la tenuta idraulica e la tenuta ai gas per poter salvaguardare la salubrità degli ambienti e la salute degli occupanti;
- I livelli di pressione di progetto durante il funzionamento consentendo il reintegro dell'aria trascinata e spinta durante il deflusso.

Le tubazioni di scarico principali si sviluppino in esterno fino al recapito finale che avverrà per mezzo di apposito pozzetto sifonato e intervallate da pozzetti di ispezione a passo regolare.

In questo caso, visto il ridotto carico che genera il nuovo blocco servizi, si è previsto l'utilizzo delle tubazioni esistenti lungo la rete esterna senza modifiche.

Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico sono costituite da tubazioni prevalentemente orizzontali che collegano gli apparecchi sanitari alle colonne di scarico per tramite del collettore orizzontale di cui si è detto. Per l'esecuzione delle diramazioni saranno rispettate alcune regole di base:

- Il diametro e la lunghezza delle tubazioni devono essere tali da garantire l'assenza di fenomeni di sifonaggio e di autosifonaggio. Onde evitare tale rischio si è previsto in ciascun servizio, un di ventilazione delle diramazioni di scarico;

- La pendenza delle diramazioni sarà realizzata nella direzione del flusso di scarico. I valori di pendenza devono essere inferiori al 5%, con un minimo di 1% per diramazioni non ventilate e di 0,5% per diramazioni ventilate (si veda il capitolo relativo al dimensionamento degli impianti di scarico);
- I cambiamenti di direzione devono essere ridotti al minimo e comunque eseguiti ad ampio raggio per evitare di rallentare il flusso di scarico;
- Si deve evitare di impiegare diametri inferiori a quelli di allaccio al sifone;
- La confluenza di più scarichi in una diramazione deve avvenire evitando angoli a 90°;
- Il passaggio verso diametri più ampi deve essere realizzato mediante riduzioni concentriche oppure eccentriche, mantenendo in asse la generatrice superiore delle tubazioni;

Collettori di scarico

I collettori di scarico sono quindi costituiti dalle tubazioni orizzontali esistenti interrate ed alle quali si allacciano le colonne di scarico e gli apparecchi sanitari.

Dimensionamento dei sistemi di scarico

Come anticipato la norma che regola il dimensionamento dei sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici è la UNI EN 12056 (composta da cinque parti di cui 4 specificamente trattano degli scarichi di acque reflue). Essa si applica ai sistemi per lo smaltimento delle acque reflue funzionanti a gravità all'interno degli edifici ad uso residenziale, commerciale, istituzionale e industriale.

Nel presente paragrafo si farà riferimento alla parte 2 della Norma, che stabilisce i principi da seguire per la progettazione ed il calcolo del sistema.

La norma classifica i sistemi in quattro tipi suddivisi a loro volta per il tipo di ventilazione adottato. La tipologia adottata in questo intervento è il “sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente”; in questo caso gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%).

Il processo di dimensionamento di un sistema di scarico può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

- calcolo delle portate in relazione alle unità di scarico degli apparecchi sanitari allacciati;
- determinazione dei diametri delle diramazioni di collegamento degli apparecchi sanitari alle colonne di scarico;
- determinazione dei diametri delle colonne di scarico;
- determinazione dei diametri dei collettori di scarico.

Le portate di scarico saranno basate sui diametri nominali delle tubazioni; la normativa UNI EN 12056 stabilisce una correlazione tra i diametri nominali ed i diametri interni minimi, e consente di definire una tabella di corrispondenza per le diverse linee di prodotti.

Il seguente procedimento è stato sviluppato al fine di verificare quanto asserito in principio e cioè che il nuovo blocco servizi possa essere collegato al sistema esistente senza modifiche di diametri e/o materiali.

Calcolo delle portate

Il dimensionamento del sistema di scarico è basato sulle portate totali Q_{tot} che circolano nei vari tratti e dovute agli apparecchi sanitari.

In generale:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

dove:

- Q_{ww} è la portata delle acque reflue dovute agli apparecchi sanitari [l/s]
- Q_c è la portata continua [l/s]
- Q_p è la portata di pompaggio [l/s] (se del caso)

Dal momento che il sistema in progetto non prevede portate a flusso continuo (o eventuali pompe di sollevamento delle acque reflue), la portata totale per ogni tratto dell'impianto di scarico è data esclusivamente dalla portata degli apparecchi sanitari e quindi la relazione precedente evidentemente si riduce a:

$$Q_{tot} = Q_{ww}$$

La portata delle acque reflue Q_{ww} in un tratto di impianto non è la somma algebrica delle portate di tutti gli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto, ma si ottiene mediante una semplice formula che tiene conto dei fattori di contemporaneità.

È infatti corretto considerare che nell'edificio scolastico non tutti gli apparecchi sanitari scarichino contemporaneamente, e quindi le portate convogliate nel sistema di scarico sono inferiori alla somma algebrica delle portate dei singoli apparecchi.

La formula che consente di calcolare la portata delle acque reflue in relazione al tipo di edificio è la seguente:

$$Q_{WW} = K \cdot \Sigma DU$$

dove:

- K è il fattore di contemporaneità (o fattore di frequenza) pari a 0.7 per gli edifici scolastici;
- ΣDU è la somma delle unità di scarico degli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto di impianto;

Per unità di scarico DU si intende la portata media di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo [l/s].

Si ricorda che il valore di Q_{ww} corrisponde come minimo alla portata dell'apparecchio sanitario con unità di scarico più grande.

Il dimensionamento dei collettori di scarico

I collettori di scarico sono stati dimensionati in base alla portata da scaricare, alla pendenza della condotta e al grado di riempimento voluto (50%).

Come suggerito dalla normativa UNI EN 12056 per il calcolo è stata utilizzata la formula di Chézy-Bazin con coefficiente di scabrezza di circa $0,16 \text{ m}^{1/2}/\text{sec}$.

Per la verifica dei diametri sono state utilizzate:

- le tabelle della norma realizzate con specifici gradi di riempimento,
- il diagramma delle portate unitamente ai fattori correttivi di portata e velocità per i diversi gradi di riempimento.

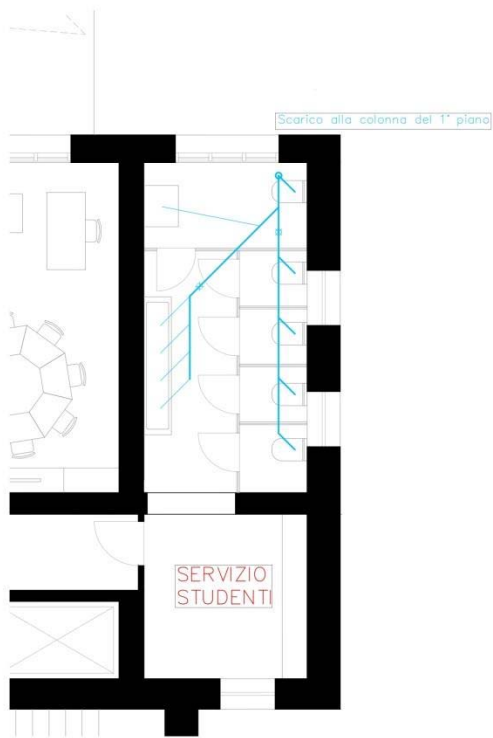
i [cm/m]	DN = 80		DN = 90		DN = 100		DN = 125		DN = 150		DN = 200		DN = 225		DN = 250		DN = 300	
	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]
0,5	0,4	0,8	0,4	1,0	0,5	1,7	0,5	2,6	0,6	5,3	0,7	9,9	0,8	13,6	0,9	18,2	1,0	33,9
1,0	0,5	1,2	0,6	1,4	0,7	2,4	0,7	3,7	0,9	7,5	1,1	14,0	1,1	19,3	1,2	25,7	1,5	48,0
1,5	0,7	1,5	0,7	1,7	0,8	2,9	0,9	4,5	1,1	9,1	1,3	17,2	1,4	23,6	1,5	31,4	1,8	58,8
2,0	0,8	1,7	0,8	1,9	0,9	3,3	1,0	5,2	1,3	10,6	1,5	19,8	1,6	27,3	1,7	36,3	2,1	67,8
2,5	0,9	1,9	0,9	2,2	1,0	3,7	1,2	5,9	1,4	11,8	1,7	22,2	1,8	30,5	2,0	40,6	2,3	75,8
3,0	0,9	2,1	1,0	2,4	1,1	4,1	1,3	6,4	1,5	12,9	1,8	24,3	2,0	33,4	2,1	44,5	2,5	83,1
3,5	1,0	2,2	1,1	2,6	1,2	4,4	1,4	6,9	1,7	14,0	2,0	26,2	2,1	36,1	2,3	48,0	2,7	89,7
4,0	1,1	2,4	1,1	2,8	1,3	4,7	1,5	7,4	1,8	14,9	2,1	28,0	2,3	38,6	2,5	51,3	2,9	95,9
4,5	1,1	2,5	1,2	2,9	1,4	5,0	1,6	7,8	1,9	15,8	2,2	29,7	2,4	40,9	2,6	54,5	3,1	101,8
5,0	1,2	2,7	1,3	3,1	1,5	5,3	1,6	8,3	2,0	16,7	2,4	31,4	2,6	43,2	2,8	57,4	3,2	107,3

TAB 4.4	Portate tipiche per apparecchi sanitari (domestici)				
			Unità di scarico		coefficiente di contemporaneità
			Numero DL (l/s)		frequente
					0,7

Piano 01 servizio studenti	COD.	apparecchio sanitario				
		wc	5	2	10	
		Lavabo	5	0,5	2,5	
					12,5	2,45
Piano 02 servizio studenti	COD.					
		wc	5	2	10	
		Lavabo	5	0,5	2,5	
					12,5	2,45
					25	3,5

Per la geometria del sistema si rimanda agli elaborati grafici.

Lo schema del blocco servizi è il seguente:



RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Premessa

Anche in questo caso si prevede di utilizzare la rete esistente per il convogliamento delle acque raccolte sulla nuova copertura del corpo in sopraelevazione. Si farà inoltre riferimento ai pluviali esistenti e se ne proporranno di nuovi posizionati circa nelle medesime posizioni.

Il presente paragrafo illustra pertanto le modalità di dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche della copertura in termini di numerosità degli scarichi e diametro dei discendenti.

Il dato di riferimento è la dimensione della copertura la cui superficie è pari a circa 543 mq.

Naturalmente tale superficie, ai fini del corretto smaltimento delle acque piovane, sarà dotata di adeguata pendenza.

La norma cui si è fatto riferimento per il dimensionamento del sistema destinato all'evacuazione delle acque meteoriche è specificamente la terza parte della UNI EN 12056-3:2001 di cui di seguito si propone un breve sunto dei suoi contenuti.

UNI EN 12056-3:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.

La norma si applica ai sistemi fognari per acque reflue che funzionano a gravità. Si applica ai sistemi fognari all'interno di abitazioni, edifici commerciali, edifici pubblici e industriali. La terza parte della norma descrive un metodo per calcolare l'adeguatezza idraulica per sistemi di drenaggio delle coperture non a sifone e fornisce requisiti prestazionali per sistemi di drenaggio delle coperture a sifone.

Si premette che si è scelto di adottare un sistema di evacuazione di tipo non sifonico che opera a riempimento parziale acqua/aria (pluviali tradizionali).

Nella presente relazione saranno ora illustrate le tecniche di calcolo applicate al dimensionamento delle colonne e dei collettori di raccolta del sistema.

Ciò detto, sommariamente il processo di dimensionamento dell'impianto pluviale ha seguito le seguenti fasi:

- calcolo della portata raccolta dalla copertura;
- calcolo dei diametri delle colonne pluviali;
- calcolo dei diametri dei collettori pluviali.

Calcolo della portata delle acque meteoriche

Il dimensionamento del sistema di scarico pluviale è basato sulla portata totale che deve defluire dalla copertura; tale portata può essere calcolata mediante la formula seguente:

$$Q = r \cdot A \cdot c1 \cdot c2$$

dove:

- “r” è l'intensità di precipitazione espressa in litri al secondo per metro quadrato di copertura [l/(s·m²)].

Come noto tale valore dipende dal luogo in questione; in questo caso, adopereremo un valore statistico come da norma.

Fornita l'altezza pluviometrica misurata in mm/h invece dell'intensità di precipitazione, il rapporto fra l'altezza pluviometrica e l'intensità di precipitazione è pari a 3600 quindi 0,0333 l/(s·m²) equivalgono a 120 mm/h.

Come da prospetto 1 seguente estratto dalla Norma citata.

prospetto 1

Intensità di precipitazione	
Intensità di precipitazione l/(s · m ²)	
	0,010
	0,015
	0,020
	0,025
	0,030
	0,040
	0,050
	0,060

- A è la superficie della copertura [m²]
- c1 è il coefficiente di scorrimento il cui valore è 1,0

Tale parametro è più basso tanto è più alta la rugosità e il potere assorbente della superficie esposta; tetti ricoperti con materiale plastico hanno una rugosità ed un potere assorbente inferiore rispetto a tetti rivestiti in ghiaietto o tetti a giardino.

- c2 è il coefficiente di rischio (prospetto 2 della norma valore per i cornicioni di gronda eccetto condizioni particolari) - Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico 1,5.

Calcolo della superficie di copertura

Il calcolo della superficie di copertura richiede una particolare attenzione quando l'effetto del vento possa influire incrementando la superficie effettiva di raccolta dell'acqua piovana.

La superficie è stata calcolata come proiezione orizzontale A_h dell'area di copertura e senza tenere in considerazione l'effetto del vento (e quindi considerando una direzione di caduta della pioggia perpendicolare, non si considera l'influenza di eventuali edifici attigui e il loro contributo di pioggia raccolta).

$$A = LR \cdot BR$$

dove:

- A è l'area effettiva della copertura, in metri quadrati;
- LR è la lunghezza della copertura da drenare, in metri;
- BR è la larghezza della copertura dal canale di gronda al colmo, in metri.

Se ne propone il calcolo nel prospetto seguente.

Q	24,03	portata raccolta dalla copertura [l/sec]
r	0,03	intensità di precipitazione [l/sec m2]
A	534	superficie della copertura [m2]
C1	1	coefficiente di scorrimento
C2	1,5	coefficiente di rischio

Il dimensionamento delle colonne pluviali

Riempimento parziale (sistemi non sifonici)

Il diametro di una colonna pluviale è stato scelto sulla base della portata e del grado di riempimento assunto.

Il grado di riempimento f utilizzato è pari a 0,20 (), come richiesto dalla normativa EN 12056-3.

Per il dimensionamento delle colonne pluviali è stata utilizzata il seguente prospetto 8 della Norma che indica la portata massima Q_{max} per ogni diametro D_e .

prospetto 8 Capacità di pluviali verticali

Diametro interno del pluviale d (mm)	Capacità idraulica Q_{DWP} (l/s)		Diametro interno del pluviale d (mm)	Capacità idraulica Q_{DWP} (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota
 Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:
 $Q_{DWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{0,167} \cdot d^{2,667} \cdot f^{1,667}$
 dove:
 Q_{DWP} è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);
 k_b è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);
 d è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);
 f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Pertanto

Q	0	portata raccolta dalla copertura [l/sec]
n. pluviali	8	3,0

Confermando quanto in premessa in relazione agli 8 pluviali esistenti, si può osservare nella tabella di cui sopra come ciascun pluviale si debba far carico di un quota parte di precipitazione raccolta per 3 l/sec. Per smaltire tale portata con un grado di riempimento estremamente cautelativo pari a $f=0,20$, servono pluviali con diametro interno pari a 85 mm (sono previsti pluviali a sezione quadra da 100x100 mm) .

Lo schema della copertura è il seguente:

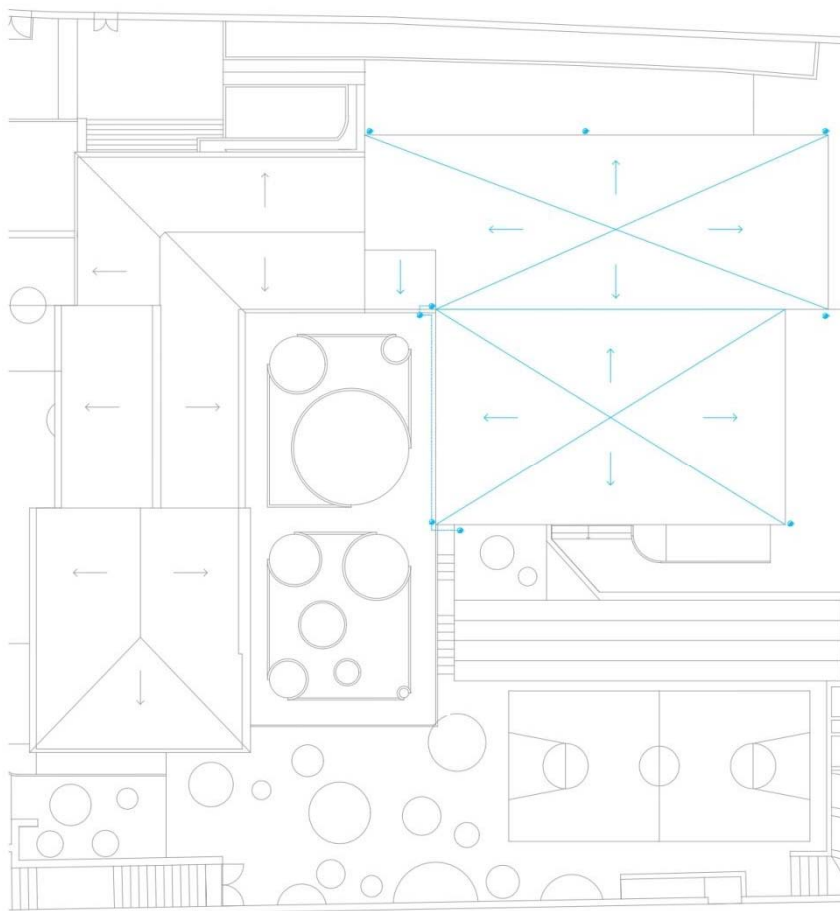


Fig. 9 – Sistema di raccolta delle acque meteoriche