

Una scuola comune

Concorso internazionale con procedura aperta in due gradi per la
"costruzione di un Polo scolastico onnicomprensivo innovativo Area
sud per la realizzazione di Poli educativi Territoriali permanenti"



Relazione tecnica impianti

Una scuola comune

1. Impianti tecnologici	5
2. Impianti idrico-sanitari-antincendio	11
3. Impianti di climatizzazione, ventilazione e produzione acqua calda sanitaria	36
4. Impianti elettrici e speciali	65
5. Approccio LCA	144
6. Consumi energetici e prestazioni globali dell'edificio	148
7. Quadro generale della manutenzione relativa agli impianti	156
8. L'utilizzo del sistema BIM (Building Information Modeling) nella progettazione e nella realizzazione dell'opera	174
9. Valutazione del confort acustico	180
10. Indicazione della spesa sommaria degli impianti	192

Una scuola comune

1. Impianti tecnologici

1.1 Premessa

Prima di inoltrarsi nella descrizione delle soluzioni impiantistiche previste nell'ambito del complesso scolastico occorre sottolineare come stia diventando prioritario, negli ultimi anni, l'obiettivo di rivedere le strutture delle nostre scuole con un particolare sguardo a criteri eco-sostenibili: una scuola moderna ed efficiente è anche una scuola sostenibile ed ecoefficiente, che produce energia da fonti rinnovabili. E' una scuola in cui si fa innovazione non solo attraverso la didattica ma che si inserisce nel territorio rispettandone le caratteristiche e valorizzandole.

Il processo metodologico che guiderà la progettazione farà, pertanto, costantemente riferimento all'obiettivo, che sta assumendo sempre maggior rilievo, di soddisfare la necessità etica della salvaguardia e rispetto dell'ambiente e dell'innalzamento efficace, oggettivo, duraturo e misurabile del comportamento sostenibile degli organismi edilizi sia da un punto di vista bioecologico che energetico.

Questa impostazione assume una valenza ancora più significativa nell'ambito degli obiettivi dell'intervento che, mira alla realizzazione di un complesso edilizio costituito da moderne e funzionali strutture di uso pubblico perfettamente integrate nel tessuto urbano capaci non solo di soddisfare le esigenze della collettività di beni e servizi per il territorio, ma anche di generare risorse economiche e sociali.

Questa non può prescindere dall'educazione al rispetto dell'ambiente inteso come risorsa irrinunciabile della collettività: è dovere, pertanto, di tutti gli attori coinvolti nei processi decisionali dare segnali forti, offrire spunti di riflessione, mostrare esempi significativi e concreti di una volontà di tutelare le risorse quale condizione essenziale per assicurare un futuro alle prossime generazioni.

In tal senso lo sviluppo deve essere sostenibile: "soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri".

Sulla base di questa esigenza e nel rispetto degli obiettivi dell'intervento sono stati fissati i requisiti funzionali del progetto degli impianti, in stretta sinergia con le componenti architettonica e strutturale, attraverso la ricerca di soluzioni finalizzate alla realizzazione di un moderno e funzionale complesso edilizio caratterizzato da una minima invasività e presenza di installazioni e apparecchiature impiantistiche, se non strettamente necessarie per garantire la funzionalità ed il confort, impiego minimo di energie da combustibili fossili, utilizzo di materiali eco e bio-compatibili, corretta gestione energetica e minimizzazione dei relativi costi, utilizzo di sistemi passivi e tecnologie innovative, impianti efficienti.

L'impostazione progettuale che si è privilegiata pone, quindi, grande attenzione al problema della riduzione dei consumi energetici e dei costi di manutenzione, non solo prestando rilievo all'aspetto semplice e banale dell'utilizzo, laddove possibile, di materiali performanti e/o di uno spinto isolamento dell'involucro, così come prescritto per la prima volta dalla ormai superata L. 373 del 1976, ma anche affrontando le problematiche più generali degli aspetti termoigrometrici, della ventilazione, del condizionamento estivo, della durabilità ed affidabilità nel tempo, della corretta gestione delle risorse, attraverso una progettazione impiantistica/architettonica integrata alle caratteristiche fisiche e distributive dell'edificio

Chiaro è il riferimento ai criteri dell'architettura bioclimatica che spinge alla ricerca di soluzioni progettuali in grado di garantire, da un lato, adeguati livelli di confort ambientale interno, limitando al massimo il ricorso ad impianti che comportano consumi energetici da fonti convenzionali, dall'altro, di assicurare il benessere psicofisico secondo i concetti dell'architettura bioecologica.

Parallelamente, per il dovuto rispetto all'ambiente la progettazione verrà affrontata con l'approccio LCA, *life cycle assessment*, consistente nell'aggregare i risultati di analisi LCA sviluppate su materiali e componenti edilizi includendo anche la valutazione delle energie necessarie al funzionamento degli edifici.

La LCA, nata in ambito industriale, è da non molti anni applicata anche al settore edilizio sia alla scala di prodotto che a quella di edificio. Il fondamento della metodologia è l'approccio "life cycle", ovvero quell'approccio che consente di acquisire consapevolezza del danno o delle potenzialità ambientali dovute a ciò che avviene in ognuna delle fasi che compongono il ciclo di vita di un prodotto/edificio: produzione, trasporto, uso, riciclo, riuso o dismissione. Quest'approccio consente di comprendere come ogni scelta fatta in fase di progettazione e produzione abbia poi delle ricadute nella fase di distribuzione, uso e dismissione. Attraverso una conoscenza approfondita dell'oggetto consente di fare scelte consapevoli sulle modalità di acquisizione delle materie prime, sui processi produttivi, su chi userà il prodotto e sulle modalità di manutenzione e dismissione. La LCA costituisce il metodo scientificamente riconosciuto di valutazione quantitativa dei danni ambientali dovuti ad un prodotto/edificio/servizio. La valutazione LCA di un edificio sia di nuova costruzione che da ristrutturare prende avvio dalla definizione della durata della vita utile dell'edificio stesso (in relazione alla funzione cui è destinato) e del sistema impiantistico. Da tale durata dipendono infatti i cicli manutentivi e la quantità di energia complessiva derivante dall'uso dello stesso. A tale scopo si vuole sottolineare che, nella scelta degli apparecchi, apparecchiature e materiali riguardanti gli impianti in genere, ci si

indirizzerà verso primari gruppi che operano a livello globale e particolarmente attenti alla qualità dei prodotti ed alla tutela dell'ambiente prestando la massima attenzione alla sostenibilità per tutti i prodotti, settori e processi: ad esempio, con i prodotti di risparmio idrico, con nuove soluzioni di logistica, con impianti di produzione ad alta efficienza energetica e formazione eticamente responsabile.

Si imporrà, nell'ambito delle specifiche dei materiali e prodotti da utilizzare nella costruzione dell'edificio, di rivolgersi ad aziende particolarmente avanzate in tema di sostenibilità, sensibili alle problematiche ambientali ed impegnate a fare un uso sostenibile dell'energia, dell'acqua e delle altre risorse naturali con il fine ultimo di ridurre al minimo le conseguenze ecologiche delle attività produttive applicando in modo coerente tutte le leggi, le direttive internazionali e gli standard settoriali in materia e fornire il giusto contributo alla risoluzione della problematica globale delle emissioni di CO₂, andando anche oltre quanto prescritto dalle disposizioni di legge e dalle norme delle autorità competenti.

Il progetto degli impianti verrà redatto in ottemperanza alle normative vigenti con riferimento oltre alle normative dello stato, anche alle disposizioni UNI, CEI ecc. o, in mancanza, alle prescrizioni di enti riconosciuti a livello europeo o internazionale.

Particolare attenzione sarà posta alle problematiche relative alla sicurezza antincendio e quindi alle misure di prevenzione e protezione da adottare in conformità, oltre che delle normative vigenti, anche delle tendenze più recenti nel campo specifico.

Il problema del risparmio energetico verrà affrontato anche adottando sistemi di controllo e gestione degli impianti di tipo "intelligente".

La progettazione sarà condotta, inoltre, tenendo conto delle esigenze dell'installazione e, quindi, parallelamente a quella della componente architettonica e strutturale in modo tale da rispettare le esigenze reciproche ed ottenere la massima integrazione. A tal scopo si prevedono nel corso della progettazione verifiche incrociate anche con il personale dell'amministrazione.

Le scelte progettuali terranno conto del pieno soddisfacimento di tutte le esigenze e dei fabbisogni espressi in relazione alla tipologia dell'intervento, l'utenza specifica, le situazioni al contorno, nonché la corrispondenza delle opere da un punto di vista dell'esercizio e della manutenzione. In tal senso saranno privilegiate le scelte che condurranno alla massima economia nella gestione e nella manutenzione.

In particolare verranno rispettati tutti i vincoli imposti e l'impiantistica sarà poco invasiva e rispettosa dell'esistente.

Particolare attenzione verrà prestata al fine di garantire la massima affidabilità degli impianti stessi e la minimizzazione dei tempi di riparazione e manutenzione prevedendo:

- macchinari o apparecchiature a minima manutenzione;
- sistemi ridondanti quali riserve in stand-by;
- l'accessibilità dei macchinari e l'interscambiabilità dei componenti;
- la facilità di sostituzione dei macchinari e/o componenti senza interferire su altri componenti;
- la completezza della documentazione tecnica;
- ispezionabilità degli impianti in modo tale che qualsiasi intervento di manutenzione non debba compromettere altri elementi strutturali, dell'edificio e/o finiture,
- attenzione alla durata di vita utile degli elementi in relazione agli altri elementi costruttivi;
- settorializzazione dei sistemi e contabilizzazione del calore, dell'energia, dell'acqua;
- materiali di elevata durabilità in modo tale da ridurre gli interventi di manutenzione straordinaria ed allungare il ciclo di vita utile dei componenti, minimizzando i costi gestionali con sistemi di facile conduzione e garantire l'affidabilità nel tempo.

Come meglio specificato in altre sezione della relazione, la progettazione sarà mirata a realizzare un edificio di alta classe energetica spingendo ben oltre i limiti normativi, di cui il D.Lgs 192/2005, modificato dal D.Lgs 311/2006, gli isolamenti dell'involucro, in modo da ridurre al minimo le dispersioni, facendo ricorso all'utilizzo delle energie rinnovabili con l'installazione di impianti fotovoltaici e solari termici, prevedendo impianti di riscaldamento a pannelli radianti che impiegano fluidi termovettori a bassa temperatura compatibili con sistemi reversibili di produzione a pompa di calore e solare termico, adottando impianti centralizzati con misuratori di calore di zona e sistemi di controllo e gestione degli impianti di tipo "intelligente", che consentono notevoli rendimenti e limitano gli sprechi.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici, anche questi saranno asserviti allo stesso sistema di gestione che prevede, tra l'altro, la possibilità di gestione in remoto, di contabilizzare i consumi e di interfacciarsi con i sistemi di rivelazione incendi, allarme e, videosorveglianza, dove necessaria l'installazione e di illuminazione.

Per l'illuminazione saranno privilegiati corpi illuminanti con lampade a LED non solo per ridurre i consumi elettrici, aumentare la durabilità dei componenti e minimizzare gli intervalli e l'entità della manutenzione, ma anche per la possibilità di realizzare scenari diversificati a seconda delle esigenze e situazioni di utilizzo.

Verrà prestata la massima attenzione alle problematiche dell'abbagliamento psicologico, del comportamento del LED al raggiungimento delle ore di vita dichiarate ed alla corretta temperatura colore della luce, utilizzando lampade di ultima generazione tecnologica. I corpi illuminanti saranno dimmerabili in modo tale da poter essere gestiti autonomamente ed, eventualmente, interfacciarsi ad un sistema integrato di controllo-monitoraggio-gestione dei flussi luminosi in modo tale da calibrare l'intensità della luce alle esigenze del caso ed all'illuminazione esterna naturale, ottenendo ulteriori risparmi energetici e da creare, negli ambienti di particolare interesse, scenografie prestabilite.

Anche per l'illuminazione esterna la soluzione ottimale è rappresentata dall'utilizzo di lampade a LED che, grazie alle loro caratteristiche, valorizzano gli spazi consentendo di creare cromatismi e molteplici scenari con possibilità di dotare l'impianto di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento (per es. sensori di luminosità daylight).

Gli impianti idrico-sanitari-antincendio saranno progettati in conformità alle normative di settore, UNI e alle regole tecniche di prevenzione incendi in base alla destinazione d'uso degli ambienti.

Particolare attenzione verrà posta negli impianti idrico-sanitari dove si utilizzeranno sistemi facilmente ispezionabili e sostituibili e ad alta durevolezza, affidabilità e resistenza, quali tubazioni in polietilene per gli scarichi, tubazioni in polietilene reticolato per l'alimentazione poste in guaine sfilabili, tubazioni insonorizzate, sistemi a collettore, apparecchi sospesi con trattamento antibatterico, rubinetterie automatiche "non tocco", sistemi di riutilizzo delle acque, recupero delle acque meteoriche.

In particolare, le apparecchiature da installare dovranno, per quanto possibile, essere classificate secondo il sistema di classificazione WELL (che sta per "Water Efficiency Label") basato su una serie di simboli già utilizzati nel sistema paneuropeo stabiliti per identificare l'efficienza energetica dei veicoli a motore e dei dispositivi elettronici, Tale sistema di classificazione è stato sviluppato, ai fini della valutazione dell'efficienza idrica, dall'Organizzazione Europea dell'industria sanitaria con un numero di noti produttori, fornisce informazioni istantanee sull'efficienza idrica di un determinato prodotto.

E' previsto un sistema di recupero, raccolta, accumulo e riutilizzo delle acque meteoriche per l'alimentazione dei wc, per il lavaggio delle aree pavimentate esterne e per l'innaffiamento delle aree a verde ed un sistema di sub-irrigazione che utilizza le acque usate provenienti dai servizi igienici previo pretrattamento, il tutto al fine di ridurre i consumi idrici ed il prelievo da acquedotto.

La progettazione terrà conto dell'utenza, delle esigenze di installazione e di manutenzione, privilegiando materiali di facile posa e ridotta manutenzione.

Massima attenzione sarà posta alla sicurezza antincendio e quindi alle misure di prevenzione e protezione da adottare in conformità, oltre che delle normative vigenti, anche delle tendenze più recenti nel campo specifico e mediante, se necessario, l'approccio prestazionale dell'ingegneria antincendio.

L'edificio sarà dotato dei seguenti impianti:

- Impianti idrico-sanitari-antincendio;
- Impianti di climatizzazione e ventilazione;
- Impianti elettrici e speciali;
- Impianti fognari

2. Impianti idrico-sanitari-antincendio

2.1 Premessa

L'alimentazione idrica verrà effettuata in pressione con prelievo dalla rete pubblica esterna esistente nella zona di intervento e il contatore previsto sarà installato in apposito armadio in prossimità dell'ingresso il più vicino possibile all'allaccio sulla rete pubblica.

Le acque nere provenienti dai servizi igienici saranno raccolte dalle rete di scarico, costituite da colonne verticali e tronchi di collettori orizzontali correnti al piano terra, e collegata alla fognatura esterna, prevista nell'area di intervento, per poi collegarsi alla rete pubblica comunale esistente.

Le acque pluviali provenienti dalle coperture saranno raccolte dalla rete fognaria acque pluviali corrente per lo più parallela alla fognatura acque fecali, e raccolte in apposita vasca di accumulo, per il loro riutilizzo ai fini antincendio, innaffiamento e lavaggio, previo trattamento di sedimentazione e disoleazione, per le acque incidenti sulle aree di parcheggio o transitabili ai mezzi.

Gli impianti comprendono:

- allacciamento all'acquedotto;
- rete di alimentazione acqua fredda e calda servizi igienici;
- rete di scarico apparecchi igienico-sanitari;
- rete di scarico acque meteoriche;
- apparecchi igienico-sanitari;
- impianto antincendio;
- impianto di produzione acqua calda sanitaria;
- reti fognarie esterne.

2.2 Allacciamento all'acquedotto

L'allacciamento all'acquedotto sarà realizzato con apposita condotta che, derivata nel punto di prelievo indicato dal gestore della rete pubblica, si attesterà in corrispondenza del misuratore posto in apposito armadio in prossimità della recinzione, dove sarà installato il valvolame di intercettazione e i necessari accessori di norma, il tutto in ottemperanza alle prescrizioni dell'azienda erogatrice.

La condotta di allacciamento, a partire dal limite della proprietà, sarà posata in un corsetto interrato, al fine di evitare danni alle strutture e facilitare l'intervento riparativo qualora si verificassero rotture delle condotte con fuoriuscita di acqua. A tal proposito il corsetto, dotato di opportuna pendenza, sarà collegato alle fognature mediante una tubazione in PVC $\Phi 100$ opportunamente sifonata. Il corsetto sarà dotato di ispezioni per consentire la verifica delle eventuali perdite delle condotte, poste per lo

più in corrispondenza dei cambi di direzione, dotate di chiusini in ghisa sferoidale classe D400. Il corsetto avrà dimensioni interne di 40x40 cm e sarà posto con il fondo ad una profondità di circa 70-80 cm tale da consentire la posa delle pavimentazioni; la copertura sarà realizzata con cospelle prefabbricate in c.a. dimensionate per traffico pesante così come i chiusini.

La tubazione sarà posta anch'essa in un corsetto interrato in posizione tale da evitare le interferenze con le fognature e/o altri sottoservizi. In alternativa al corsetto sarà possibile prevedere l'impiego di apposito controtubo in PVC di diametro $\Phi 100/150$ di lunghezza limitata per l'alloggiamento di una o più tubazioni, e con pendenza verso il corsetto dal quale si derivano.

2.3 Reti di alimentazione acqua fredda e calda servizi igienici

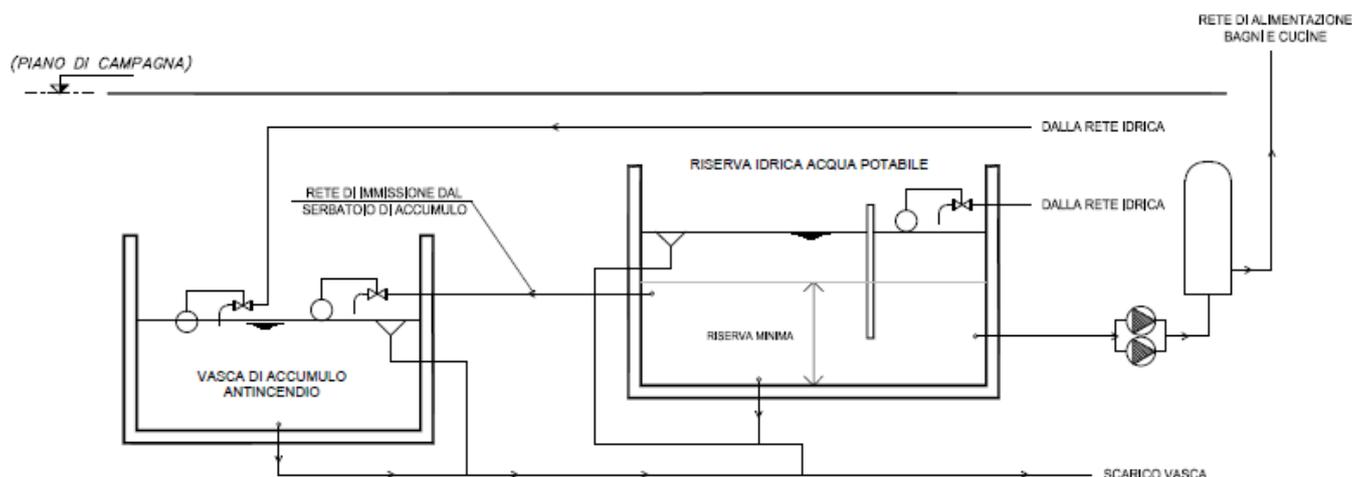
La rete di alimentazione idrica acqua provvederà a distribuire l'acqua a tutti gli apparecchi sanitari installati nei locali servizi igienici della scuola e della palestra.

In particolare detta rete è deputata all'alimentazione di tutti gli apparecchi, compreso le utenze della cucina, con esclusione dei WC di alcune zone.

Questi, unitamente agli idranti di lavaggio, previsti negli ambienti di servizio ed in copertura ad uso esclusivamente del personale, saranno alimentati da una rete indipendente che utilizza l'acqua meteorica opportunamente accumulata, filtrata e distribuita, come meglio precisato nel seguito.

La tubazione, a partire dal contatore si attesterà su un collettore di distribuzione installato in un locale tecnico che costituirà la centrale idrica, dove dipartiranno distinte tubazioni per l'alimentazione delle diverse zone e/o utenze del complesso. E' previsto un sistema di accumulo e riserva con impianto di pressurizzazione.

SCHEMA FUNZIONALE RISERVA IDRICA ACQUA POTABILE ED ANTINCENDIO



Le tubazioni costituenti i vari circuiti a partire dal collettore principale di distribuzione, posto a valle dell'impianto di pressurizzazione, saranno singolarmente intercettabili con apposita valvola di intercettazione.

Le tubazioni costituenti le reti di distribuzione principali, a partire dal locale tecnico, seguiranno un percorso che si sviluppa lungo tutto il perimetro degli edifici e saranno installate in corsetti ispezionabili e facilmente riconoscibili, tali da consentire qualsiasi intervento di manutenzione in maniera rapida ed agevole senza compromettere altri elementi edilizi. In alternativa si potrà prevedere di installare le tubazioni in copertura, in alloggiamenti predisposti e protetti dagli sbalzi di temperatura, individuati all'interno del pacchetto di isolamento e impermeabilizzazione, meglio descritto in altra sezione della presente relazione.

Alla base di tutte le montanti di alimentazione e sulla rete principale in corrispondenza delle diramazioni saranno installate valvole d'intercettazione in bronzo con rubinetto di scarico per lo svuotamento; in testa alle montanti gli ammortizzatori del colpo d'ariete.

La montante acqua fredda sarà prolungata fino alla copertura per l'alimentazione di idranti, da 3/4", ai quali poter attaccare una tubazione flessibile per la pulizia.

La rete acqua calda e ricircolo, a partire dalla centrale idrica seguirà, per quanto possibile, lo stesso percorso della rete acqua fredda.

Le reti acqua fredda e acqua calda saranno dotate di saracinesche subito a valle dello stacco dal rispettivo collettore principale posto nel locale tecnico per l'intercettazione generale delle reti e sulle varie diramazioni per il sezionamento dei circuiti; quella del ricircolo sarà dotata di rubinetti a

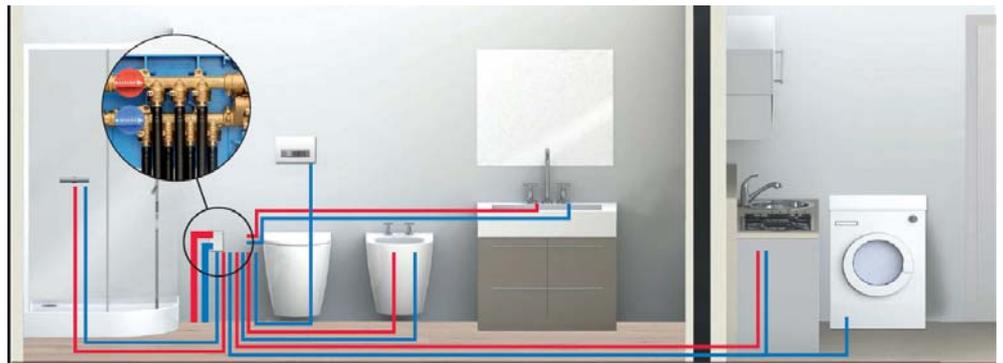
maschio per la regolazione.

Tutte le tubazioni costituenti le reti anzidette, fino ai collettori complanari, saranno in acciaio zincato senza saldatura, filettate, con manicotto di giunzione e corrisponderanno alle norme UNI EN 10255:2005 ex UNI 8863. nei diametri occorrenti.

Le tubazioni per la distribuzione dell'acqua calda e fredda saranno opportunamente isolate a norma di legge.

L'alimentazione acqua fredda e l'alimentazione acqua calda dei singoli apparecchi igienici (lavabi, bidè, beverini, apparecchiature cucina) sistemati nei relativi locali verrà effettuata con collettori complanari accoppiati di distribuzione, uno per l'acqua fredda ed uno per l'acqua calda, dai quali si staccano le tubazioni per l'alimentazione dei singoli apparecchi.

I collettori saranno in ottone con attacchi di testa da 3/4" sino ad 1 1/4" a seconda delle necessità e saranno completi di tutta la raccorderia necessaria. L'installazione è prevista a muro in idonee cassette d'ispezione in lamiera zincata con coperchio anteriore apribile previsto di feritoie di aerazione.



Collettori complanari acqua fredda e calda

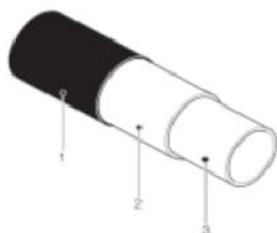
La posizione dei collettori sarà individuata in modo tale da rendere agevoli le operazioni di manutenzione.

L'installazione sarà effettuata a muro in idonee cassette d'ispezione in materiale plastico con coperchio anteriore apribile previsto di feritoie di aerazione.

Per le tubazioni di alimentazione degli apparecchi a partire dai rispettivi collettori, in luogo delle più tradizionali e utilizzate tubazioni in rame, si è preferita la tipologia di alimentazione con l'impiego di tubazioni multistrato che uniscono i vantaggi del materiale sintetico con quelli del metallo.

Il tubo multistrato nasce con la prerogativa di rispondere a tutte le esigenze di realizzazione di reti di distribuzione dell'acqua calda e fredda all'interno degli edifici: è adottabile sia per l'installazione di

impianti di riscaldamento in alta e bassa temperatura, sia per impianti idrosanitari e per il trasporto di acqua potabile, fornendo una esauriente risposta alle esigenze di colmare i limiti e integrare le caratteristiche sia delle tubazioni metalliche che di quelle polimeriche.



Componenti multistrato Mepla

1. Strato protettivo esterno
2. Strato di alluminio
3. Strato interno

Tubazioni "Multistrato"

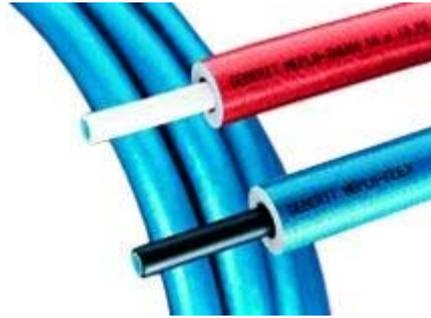
Il risultato è un tubo dalle elevate caratteristiche meccaniche di resistenza ad alte pressioni e temperature di esercizio, con ottima resistenza alla corrosione, impermeabilità all'ossigeno e inibizione rispetto a possibili interazioni elettrochimiche con l'ambiente di posa.

A tali caratteristiche si somma una grande semplicità di installazione legata all'elevata leggerezza e alla flessibilità del materiale che consente la possibilità di modellare i segmenti della rete senza la necessità di utilizzare raccordi intermedi.

Le tubazioni previste sono le multilayer M-pipes, definite dalla normativa europea UNI EN ISO 21003 "Tubazioni costituite da strati stress-designed (progettati per la tenuta della pressione interna) polimerici e metallici (ad es: PE-Xb/Al/PE-Xb o PE-RT/Al/PE-RT).

In generale, gli M-pipes sono formati da cinque strati sovrapposti così realizzati:

- Strato interno in materiale polimerico, tipicamente PE-X (polietilene reticolato) o PE-RT polietilene non reticolato a resistenza termica maggiorata); presenta una superficie molto liscia;
- sottile strato in materiale polimerico altamente adesivo;
- strato in alluminio (Al) sottile saldato con tecnologie diverse;
- sottile strato in materiale polimerico altamente adesivo;
- strato esterno in materiale polimerico, tipicamente PE-X (polietilene reticolato) o PE-RT (polietilene non reticolato a resistenza termica maggiorata).



Tubazioni preisolate acqua fredda e calda

In particolare i tubi multistrato (multilayer pipes) sono del tipo multilayer M-pipes, prodotti in conformità alla UNI EN ISO 21003 e del tipo PE-RT II/AI/PE-RT II formati da cinque strati costituiti da un rivestimento interno in polietilene RT ad alta resistenza alla temperatura, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante, un rivestimento esterno in polietilene RT, nei diametri da 16, 20 e 26 mm, a seconda delle necessità, con isolamento in polietilene espanso a celle chiuse di spessore 6 o 10 mm e protezione esterna con pellicola in polietilene blu, forniti in rotoli di 25/50 m, flessibili e con possibilità di essere curvati facilmente nella posa senza utilizzo di piegatubi.

Essi dovranno essere contrassegnati dal marchio IIPn.137 dell'Istituto Italiano dei Plastici, attestante la rispondenza delle tubazioni stesse alle norme sopra citate. Tali tubazioni sono idonee al trasporto di acqua potabile secondo il D.M. n.174 del 06/04/04.

I tubi, prodotti per estrusione, sono generalmente forniti in rotoli in funzione dei diametri di utilizzo prevalente, da d 16 a 26 mm, come risulterà dal calcolo che sarà effettuato sulla base delle unità di carico secondo la norma UNI 9182.

La giunzione del sistema sarà del tipo pressfitting, realizzata tramite raccorderia in PVDF o ottone stampato e bronzo, con O-Ring in EPDM e rondella in PE-LD antielettrocorrosione,

La giunzione delle tubazioni si effettuerà pressando direttamente il tubo sul raccordo con apposite attrezzature omologate dal produttore del sistema ed in ogni caso secondo le istruzioni del fabbricante.

Il tubo è di colorazione nera (HD-RT) ed è dotato di rivestimento con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore di 10 mm per il d 16, il d 20 e 26 mm e rivestito con foglio di protezione di colore blu, secondo quanto previsto dalla legge 10/91. Il sistema è progettato per resistere ad una pressione di esercizio di 10 Bar, con una temperatura da 0 °C a 70 °C.

Il tubo dovrà essere garantito, per campi di impiego con temperature di

esercizio da 0 °C a 70 °C, con punta massima di 100 °C per 100 ore nell'arco di 50 anni.

Le tubazioni avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

Conduttività termica	0,43 W/mK
Coefficiente di dilatazione termica	0,026 W/mK
Temperatura di esercizio	0 - 70 °C
Temperatura di punta di breve durata (DIN 1988)	100° C (max 100 ore nell'arco di 50 anni)
Pressione d'esercizio	10 bar

La marcatura sul tubo conterrà:

- Normativa di riferimento UNI EN ISO 21003
- Nome del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- Diametro nominale;
- Tipo A;
- Identificazione strati materiale (PE-RT/Al/PE-RT)
- Pressione esercizio 10;
- Classe d'appartenenza 1;
- Serie d'appartenenza S;
- Codice identificativo azienda (n. IIP 137);
- Data di produzione.

Per esempio:

"Nome ditta PE-RT-Al-PE-RT 20x 2,5/10 bar/100°C/UNI EN ISO 21003 (linea prod.), (metri prod.), (data prod.)".

I tubi dovranno essere dotati di tutte le più importanti certificazioni a livello nazionale e internazionale.

Grazie al materiale sintetico di elevata qualità, unito al polietilene ed all'alluminio, il sistema unisce in modo superlativo i vantaggi degli impianti con tubazioni metalliche e in materiale sintetico.

Lo strato di alluminio saldato longitudinalmente in modo omogeneo, con un cordone di saldatura allineato, assicura ai tubi un elevato livello di stabilità e un'eccezionale resistenza meccanica garantendo la massima sicurezza e qualità possibile.

Le caratteristiche tipicamente "plastiche" sono la leggerezza, la maneggevolezza, l'elevatissima resistenza alla corrosione e la flessibilità. Le caratteristiche tipicamente "metalliche" sono la stabilità di forma, l'impermeabilità alla diffusione dell'ossigeno e la dilatazione molto contenuta.

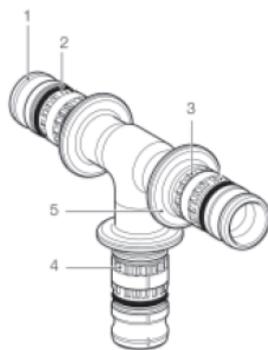
Lo strato esterno in PE-HD protegge dalla corrosione e dalle sollecitazioni meccaniche, mentre lo spesso strato intermedio in alluminio saldato longitudinalmente di testa, conferisce al tubo stabilità evitando la dilatazione a seguito di sbalzi di temperatura e mantenendo la forma data e costituisce una barriera naturale contro la diffusione dell'ossigeno. Lo strato interno di polietilene è resistente alla corrosione e sicuro dal punto di vista igienico.

I tubi da 16 e 20 mm possono essere piegati agevolmente a mano. Sono flessibili e possono essere curvati facilmente nella posa.

Lo strato interno in materiale plastico dei tubi ha una rugosità superficiale di soli 0.0009 mm, consentendo minori perdite e una maggiore portata a parità di diametro rispetto a tubazioni di altro materiale, senza trascurare il fatto che la superficie liscia previene inoltre l'adesione di calcare.

Altro elemento che rende il sistema tecnicamente ed economicamente valido è la tecnologia del collegamento a pressione rapido e affidabile. I raccordi sono dotati di tre accorgimenti di sicurezza: la profondità d'inserimento del tubo è sempre totalmente visibile e indica sempre la corretta posizione del tubo sul raccordo. La sede toroidale del raccordo aiuta a posizionare correttamente l'attrezzo per assicurare una pressatura precisa. Infine, i collegamenti non pressati possono essere identificati chiaramente durante la prova di pressione.

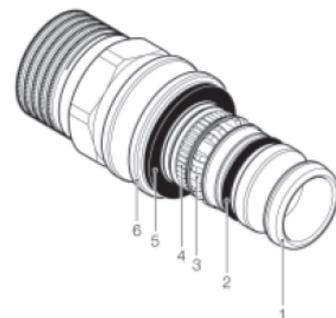
Raccordi in PVDF



Componenti del raccordo in PVDF

1. Corpo del raccordo
2. O-ring*
3. Scanalatura per tenuta meccanica
4. Sporgenze reggitubo
5. Rondella anticorrosione

Raccordi in ottone



Componenti del raccordo in ottone

1. Corpo del raccordo
2. O-ring*
3. Anello reggitubo
4. Scanalatura per tenuta meccanica
5. Rondella anticorrosione
6. Codolo guida pressatrice

Raccordi e pezzi speciali per tubazioni multistrato

Il collegamento avviene inserendo il tubo direttamente sul raccordo e pressando poi con l'apposito utensile (elettronico o manuale) che garantisce una pressatura precisa, semplice e sicura.

Nei collegamenti la profondità di inserimento è ben definita evitando così possibili errori che potrebbero compromettere la giunzione. Infatti la guida predefinita per la ganaschia a morsa sul raccordo assicura il posizionamento corretto ed esatto della ganaschia stessa evitando, inoltre, qualsiasi rischio che il tubo scivoli o sia pressato in un punto non corretto. Si assicura così una corretta procedura di giunzione e un'affidabile durata della connessione.

Ancora, la profondità d'innesto del tubo è sempre visibile: ciò, durante l'installazione, assicura che il tubo sia posizionato correttamente sul raccordo per la pressatura. In fase di premontaggio dell'impianto di tubazioni, basta un'occhiata per controllare la posizione del tubo. Esercitando pressione sul raccordo e sul tubo si ottiene la stabilità meccanica richiesta. La tenuta idraulica permanente si ottiene invece mediante la presenza dell'O-ring. Il collegamento creato tra tubo e raccordo è permanente. La giunzione avviene dunque per deformazione meccanica, garantendo una tenuta ermetica e un montaggio più veloce ed affidabile. Anche dopo la pressatura è possibile ruotare il raccordo senza compromettere la tenuta della giunzione.

Gli impianti di adduzione così realizzati hanno una durata di 50 anni a 10 bar di pressione e 70°C di temperatura d'esercizio con picchi annuali di 150 ore a 95°C, cioè ben al di là delle normali situazione di esercizio dell'impianto.

In fase di collaudo, inoltre, i raccordi segnalano la presenza di eventuali giunzioni non pressate, prima che l'impianto venga definitivamente completato e chiuso sotto traccia (murato). Infatti il profilo del raccordo e la posizione dell'O-Ring fanno sì che un eventuale raccordo non "pressato", e quindi non correttamente installato, venga immediatamente evidenziato attraverso una perdita d'acqua.

I principali vantaggi del sistema sono sintetizzabili in:

- atossicità: massima sicurezza da un punto di vista igienico-sanitario,
- attenuazione acustica: la struttura amorfa del materiale plastico riduce notevolmente la trasmissione di vibrazioni e quindi di rumore rispetto alle tubazioni metalliche,
- impermeabilità all'ossigeno ed ai raggi UVA: evita, in primo luogo, l'ossigenazione dell'acqua e la conseguente corrosione dei componenti metallici che costituiscono l'impianto; in secondo luogo,

consente di ridurre al minimo il rischio di formazione di incrostazioni e depositi e la crescita batterica e algale.

- perdite di carico basse e invariate nel tempo grazie alla ridotta scabrezza,
- facilità di montaggio grazie alla flessibilità e lavorabilità: le tubazioni possono essere piegate agevolmente anche con raggi di curvatura ridotti e mantengono la forma di posa con riduzione del rischio di rotture e di errori di montaggio limitando l'utilizzo di raccordi
- stabilità dimensionale: a differenza delle tubazioni in materiale plastico la dilatazione termica lineare è limitata e comparabile con quella delle condotte metalliche e ciò elimina i rischi di rottura delle tubazioni,
- ottima resistenza alla corrosione, al calcare e agli agenti chimici: lo strato interno, per le caratteristiche del materiale plastico che lo compone è inattaccabile da corrosioni; inoltre, grazie all'adozione di raccordi dotati di un apposito elemento dielettrico, si ha anche l'inattaccabilità dalle corrosioni elettrochimiche.
- sicurezza contro eventuali perdite e riduzione dei conseguenti danni alle opere di finitura in ragione della riduzione e sicurezza dei raccordi,
- durata pressoché illimitata grazie alle caratteristiche meccaniche altamente performanti e semplicità dei componenti,
- nessun intervento di manutenzione,
- tenuta affidabile nel lungo periodo dei raccordi: i raccordi sono dotati di tre accorgimenti di sicurezza: la profondità d'inserimento del tubo è sempre totalmente visibile e indica sempre la corretta posizione del tubo sul raccordo; la sede toroidale del raccordo aiuta a posizionare correttamente l'attrezzo per assicurare una pressatura precisa; i collegamenti non pressati possono essere identificati chiaramente durante la prova di pressione.
- il sistema è stato testato secondo la norma EN ISO 21003 ed è conforme quindi con tutti gli standard comuni,

garantendo prestazionali di durezza, affidabilità, resistenza all'usura maggiori dei sistemi tradizionale in materiale metallico che impiegano tubazioni in rame rivestito sottotraccia che si traducono in costi di gestione ridottissimi, riduzione dei guasti e quindi bassissimi costi manutentivi.

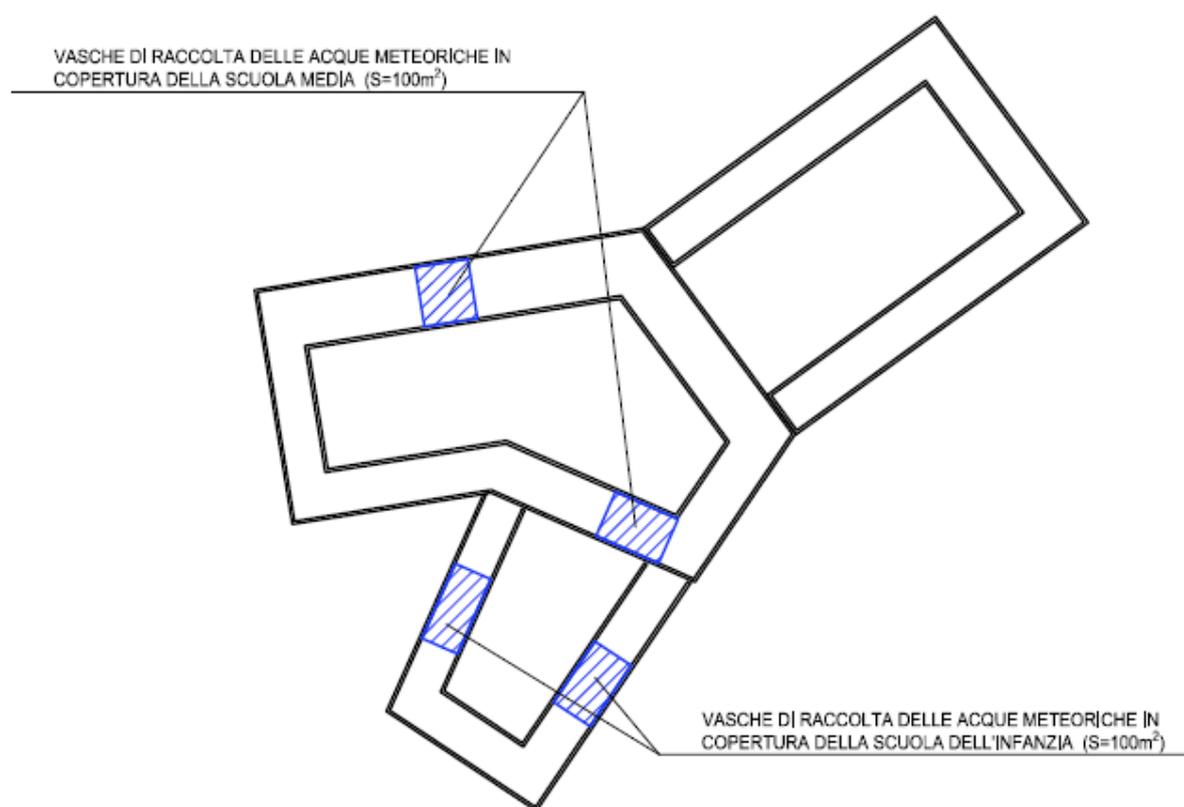
2.4 Reti di alimentazione acqua fredda wc

L'alimentazione dei vasi igienici posti nella scuola media piano terra e scuola materna ed elementare verrà effettuata con una rete indipendente alimentata con l'acqua meteorica incidente sulle coperture ed

appositamente raccolta, filtrata ed inviata a gravità agli apparecchi presenti nei vari ambienti di servizio.

L'acqua meteorica incidente sulle coperture della scuola media verrà raccolta, grazie alle pendenze assegnate alla copertura, in alcune zone ben individuate sulla copertura della scuola media (n. 4 aree di circa 100 m^2), posizionate per lo più in corrispondenza dei sottostanti locali servizi, laddove si prevederà un leggero ribassamento della quota della copertura mediante una lieve riduzione dello spessore complessivo del sovrastante pacchetto termoprotettivo tale da consentire l'accumulo dell'acqua piovana fino ad un battente limitato tale da non costituire un carico eccessivamente gravoso per la sottostante struttura portante, della stessa tipologia di quelli si utilizzano nei tetti verdi.

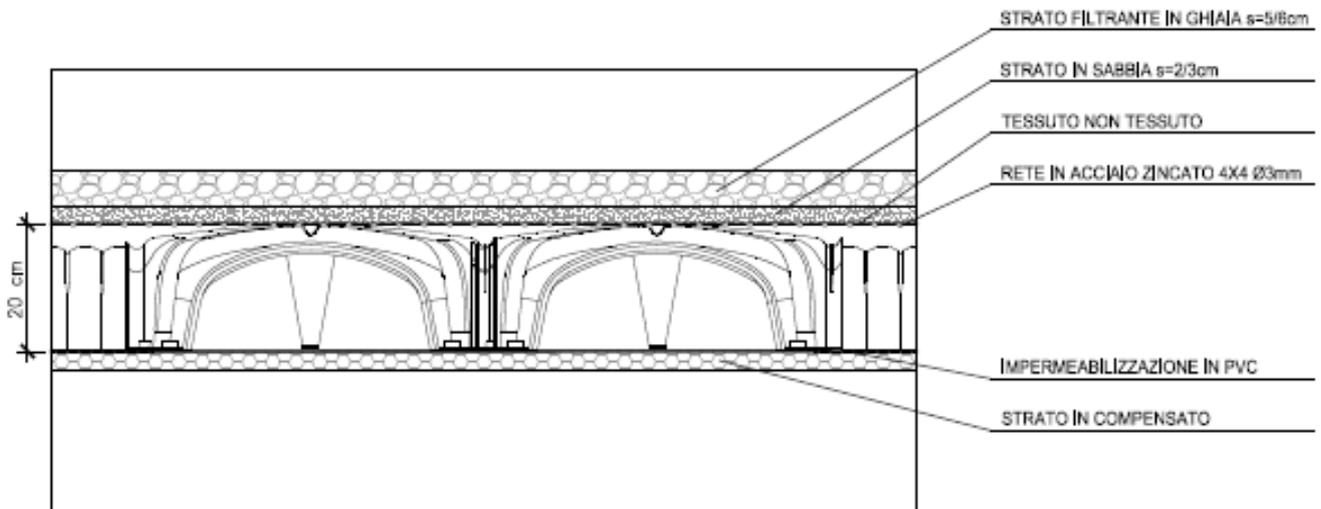
POSIZIONAMENTO DELLE VASCHE DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE IN COPERTURA



Apposite griglie, collegate tramite bocchettoni alle colonne pluviali, poste alla quota massima del livello idrico prevista nelle zone di accumulo, provvederanno allo smaltimento delle acque in eccesso. Queste saranno inviate, attraverso le colonne pluviali ed un sistema di canalizzazioni interrato, ad un altro sistema di accumulo, posto nella zona

PARTICOLARE A

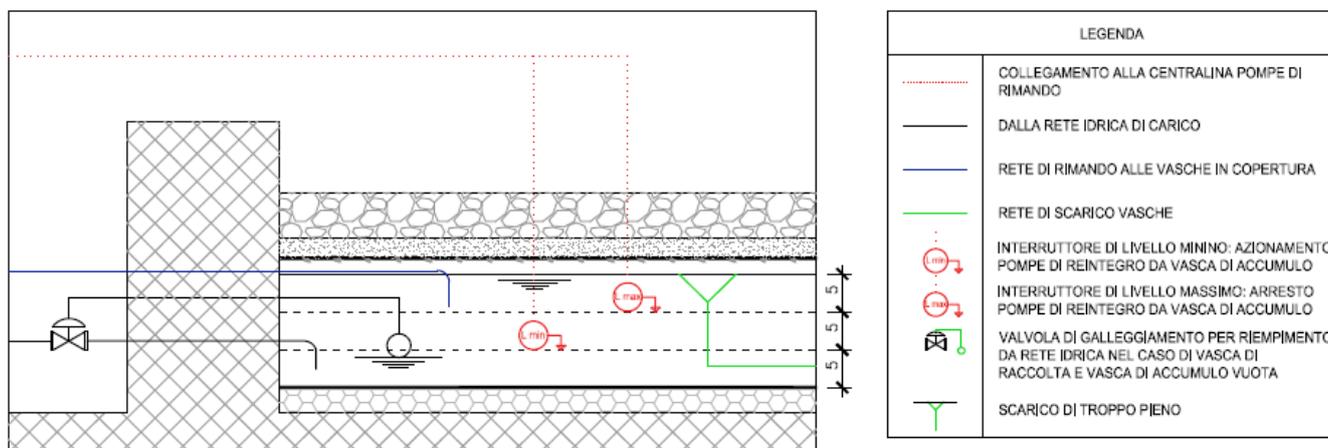
Vasca di raccolta acque meteoriche



altimetricamente più depresso del lotto, per l'ulteriore recupero, non solo quale reintegro del sistema di alimentazione delle cassette di scarico wc, ma anche ai fini di altri usi possibili quali l'innaffiamento delle aree a verde, riserva, lavaggio delle aree esterne pavimentate, come meglio descritto nel relativo paragrafo della presente relazione. Onde evitare sistemi attivi di filtrazione, in corrispondenza delle aree di accumulo, sono stati previsti materassini filtranti realizzati con materiale arido naturale o artificiale, al fine di eliminare dall'acque eventuali corpi estranei trasportati dal vento (foglie, rametti, ecc.), che saranno poggiati su elementi in polipropilene, tipo "granchi" (vedi Part. A) che, notoriamente utilizzati come casseri a perdere per la formazione di vespai areati, nel caso specifico ben si adattano alla specifica funzione assegnata di consentire la realizzazione di un vaso per l'accumulo dell'acqua.

L'alimentazione dei wc verrà garantita "a gravità" in ragione del carico idraulico determinato dal dislivello geometrico tra la copertura ed il piano non direttamente sottostante, pari a circa 7/8 m, sufficiente per garantire il funzionamento degli apparecchi erogatori, evitando, naturalmente, lunghi percorsi delle tubazioni.

PARTICOLARE B Sistema di regolazione vasca di raccolta



2.5 Impianto di scarico servizi igienici

Le acque nere provenienti dalle diramazioni di scarico degli apparecchi sanitari si immettono nelle colonne fecali alloggiate nei cavedi all'uopo predisposti.

Le colonne fecali si collegheranno alla base ad una rete di collettori sub-orizzontali correnti o in vista o a pavimento del piano terra per poi immettersi nella fognatura esterna.

Le colonne di scarico verticali proseguiranno almeno 1,00 m al di sopra della copertura e saranno munite in sommità di mitra che favorisca l'aspirazione del gas contenuto nella colonna stessa ed impedisca l'immissione di aria fredda.

Alla base, prima dell'immissione nei collettori sub-orizzontali, le colonne saranno dotate, per quanto possibile, di un sistema di ispezione.

La rete sarà dotata di ispezioni per il controllo e la pulizia in corrispondenza di ogni deviazione dalla verticale, di ogni curva, confluenza, immissione dei collettori secondari in quello principale e comunque ogni 15 m sui percorsi orizzontali.

Per ciascuna verticale di scarico è prevista una colonna di ventilazione ad essa parallela e collegata nei seguenti punti: in cima alla colonna di scarico, (ad altezza di almeno 1,5 m al di sopra dell'apparecchio più alto), alla base della stessa (prima del collegamento alla rete orizzontale) e a metà dell'altezza totale della colonna.

La chiusura idraulica di ogni singolo apparecchio servito da una stessa colonna di scarico sarà collegata alla colonna di ventilazione mediante una conduttura di adeguata sezione.

Tutte le tubazioni costituenti la rete di scarico sono previste in polietilene

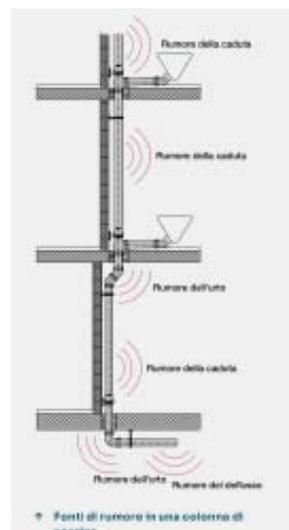
ad alta densità del tipo a saldare, a norma UNI 1519 se in vista e a norma UNI 10968 se interrate.

I tronchi interrati saranno costituiti da collettori sub-orizzontali a sezione circolare del diametro minimo 160 mm, interrati ad una profondità variabile da -0,50 a -1,00 circa dal piano viabile ed avranno una pendenza variabile tra lo 0,5% e l'1,5% compatibilmente alle quote delle fogne esistenti nei punti di immissione. Le tubazioni saranno poste in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q di cemento e saranno opportunamente rinfiaccate sempre con calcestruzzo. In corrispondenza di ogni immissione nel collettore principale, in corrispondenza dei cambi di direzione, delle confluenze e dei salti di quota sono stati previsti pozzetti di ispezione dotati di chiusino a norma UNI EN 124 in ghisa sferoidale a norma UNI 4544 classe C250 con coperchio a riempimento per consentire la posa della pavimentazione. In corrispondenza dei pozzetti dovranno essere previste sulle tubazione costituenti la rete apposite ispezioni dotate di tappo per consentire le eventuali operazioni di manutenzione. I pozzetti avranno dimensioni interne non minori di 80x80 cm e comunque tali da consentire le operazioni di ispezionabilità della rete.

Le giunzioni saranno effettuate mediante la saldatura a specchio o manicotto elettrico e comunque secondo le prescrizioni del fabbricante.

Le colonne avranno diametro costante per tutta l'altezza, quale risulta dal calcolo, e non minore di 110 mm di scarico, quelle di ventilazione non minore di 63 mm.

Per le tubazioni interrate non si adotterà un diametro inferiore a 160 mm tale da rendere agevole la manutenzione qualora sia necessario effettuare lavaggi e/o distruzioni con getti d'acqua.



Schema tubazioni di scarico

Per quanto riguarda le tubazioni costituenti l'impianto di scarico dei servizi igienici e relative colonne di scarico, si prevede l'utilizzo di tubazioni in Polietilene ad alta densità per le diramazioni di scarico dei pezzi igienici previsti nei vari ambienti di servizio e tubazioni del tipo insonorizzate, sempre in Polietilene ad alta densità, per le colonne di scarico, ma con isolamento acustico ottimizzato e integrato, costituite da un triplo strato con fibra minerale che garantisce una soglia di rumorosità inferiore ai 35 dB, con giunzioni saldate di testa o con manicotto elettrico, laddove invece il progetto prevede l'impiego di tubazioni in PVC con giunzioni a bicchiere.

Per una corretta progettazione, realizzazione e durata un impianto di scarico deve possedere i seguenti requisiti principali:

- tenuta alle acque di scarico ed ai gas;
- resistenza delle tubazioni e delle giunzioni alle dilatazioni termiche ed alle sollecitazioni meccaniche;
- buona resistenza chimica ed alla temperatura;
- assenza di riflusso e di fenomeni di sifonaggio;
- tenuta nel tempo delle giunzioni;
- rapida evacuazione ed assenza di depositi;
- resistenza alla corrosione e all'erosione;
- isolamento acustico.

Questi requisiti sono garantiti da una corretta progettazione e dimensionamento del sistema di scarico e di ventilazione, dalla qualità del materiale impiegato e dalle corrette modalità di posa in opera.

Il polietilene ad alta densità possiede ottime caratteristiche meccaniche alla trazione e compressione; resistenza alla rottura da colpi, alla torsione, flessione e all'abrasione; buona resistenza chimica; resistenza a temperature fino a 100°C; buona elasticità; le pareti non permettono la formazione di depositi; essendo cattivo conduttore di calore evita la formazione di condensa; impermeabile a gas e vapori. Il polietilene, inoltre, è ecologico e completamente riciclabile. Non emette alcuna emissione tossica né durante la lavorazione, né in caso d'incendio.

Pertanto, esso, per le precise caratteristiche di qualità e di durabilità è garanzia di un maggiore arco di vita utile e di un mantenimento nel tempo delle caratteristiche prestazionali. riducendo, quindi, i costi di utilizzazione e limitando nel tempo gli interventi di ripristino e manutenzione.

L'utilizzo del polietilene ad alta densità per gli impianti di scarico con giunzioni saldate dà la certezza di lavorare con metodi d'allacciamento sperimentati e con materiale certamente più performante e qualitativamente superiori ad altri materiali, quali il più comune PVC, e garantisce prestazioni di durevolezza, affidabilità e resistenza all'usura maggiori.

Inoltre le giunzioni mediante saldatura limitano gli sfridi e garantiscono una perfetta e duratura tenuta in quanto non garantita da guarnizioni che nel tempo subiscono il naturale degrado.

I vantaggi di tale materiale sono sintetizzabili di seguito:

- perfetta tenuta delle giunzioni saldate assicurata dalla saldatura;
- durabilità della giunzione in quanto non è assicurata da guarnizioni che nel tempo subiscono il naturale degrado;
- maggiore resistenza all'acqua bollente, al gelo, agli agenti chimici ed agli urti;
- resistenza alla trazione, ampia flessibilità, resistenza e malleabilità con maggiore possibilità di assorbire vibrazioni, spostamenti e deformazioni e conseguente limitazione dei danni in caso di eventi sismici.

Inoltre, l'utilizzo di tubazioni insonorizzate, oltre al raggiungimento di livelli fonici eccezionalmente bassi, come già detto, consente di evitare la posa di rivestimenti insonorizzanti e quindi più agevoli e rapide modalità di installazione che riducono notevolmente i normali tempi di posa in opera. Inoltre l'eliminazione della lavorazione relativa alla posa degli isolanti, che, dovendo essere effettuata necessariamente dopo l'installazione delle tubazioni in condizioni poco agevoli ed in spazi ristretti, può comportare notevoli inconvenienti quali difetti di posa, discontinuità del rivestimento, difficoltà di rivestire le giunzioni, possibili rotture a seguito delle operazioni di chiusura delle tracce o dei cavedi di passaggio, va a tutto vantaggio della migliore esecuzione a regola d'arte.

I vantaggi del sistema proposto sono sintetizzabili come di seguito:

- isolamento intrinseca ed estrinseca con una sola operazione;
- riduzione delle operazioni di posa in opera in quanto non è necessaria l'aggiunta di materiale isolante;
- montaggio semplificato e riduzione dei tempi di installazione;
- sicurezza del materiale di alta qualità;
- continuità del rivestimento con garanzia del rispetto dei livelli di insonorizzazione;
- prestazioni idrauliche ottimizzate e la riduzione dei rumori grazie al particolare disegno dei raccordi;
- facilità di riparazione in caso di interventi di manutenzione.
- migliore risposta sismica attesa la maggiore elasticità del polietilene e della tipologia di giunzione.

2.6 Apparecchi igienico-sanitari e rubinetteria

La scelta della tipologia dei servizi igienici sarà effettuata in relazione al tipo di destinazione e di utenza.

Nei locali adibiti a servizi igienici si è prevista l'installazione di lavabi, bidè

e vasi in vetrochina, docce in gres porcellanato o vasche in ghisa porcellanata.

I vasi ed i bidè, laddove presenti, saranno del tipo "sospesi", al fine di assicurare una maggiore pulibilità della pavimentazione dei locali dove sono installati e saranno dotati di sistema antibatterico "integrato" sulla superficie smaltata che conserva la sua efficacia nel tempo e non necessita di alcuna forma di ricarica o rigenerazione. Tale trattamento viene applicato sulla ceramica in fase finale di produzione applicato sulla superficie dopo lo smalto, prima del ciclo di cottura a 1250°, e non modifica né altera la superficie ceramica, lasciando intatte tutte le caratteristiche estetiche e funzionali tipiche della ceramica sanitaria. Tale prodotto offre un vantaggio in termini di accessibilità durante le operazioni di pulizia, a beneficio delle condizioni di igiene, della durabilità delle finiture e della manutenzione

Gli scarichi dei vasi potranno essere a secondo delle situazioni di installazione a pavimento o a parete.

Gli apparecchi sanitari saranno di prima scelta foggiate con porcellana dura (vetrochina) e grès porcellanato (fire-clay) secondo le definizioni della norma UNI 4542.

Gli apparecchi saranno conformi alle norme UNI per quanto concerne sia i requisiti di collaudo che di accettazione ed in particolare alle:

- UNI 4543 per i materiali ceramici;
- UNI 5717-18, UNI 6722-23-24-25 e UNI 7273 per gli smalti;
- UNI 6900 per gli acciai speciali (inossidabili);

come pure per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali.

Le rubinetterie e gli scarichi corrisponderanno alle norme dalla UNI 7014 alla UNI 7026 e alle UNI 9054.

Per quanto riguarda le rubinetterie, considerata la destinazione pubblica dell'edificio, la sempre maggiore attenzione agli sprechi di acqua che ancora oggi si registrano specialmente in tali edifici ha orientato la scelta verso l'utilizzo di rubinetteria speciale automatica temporizzata elettronica. Pertanto, nel caso specifico si prevede l'installazione in tutti gli ambienti di servizio di rubinetteria automatica "touch free" del tipo elettronica per i lavabi. In particolare sono stati previsti rubinetti dotati di un sistema di rilevamento a doppio raggio che vanta un campo di rilevamento straordinariamente ampio per la massima affidabilità rispondendo in maniera rapida azionando automaticamente il getto d'acqua. I rubinetti saranno corredati di apposito telecomando di manutenzione che consente d'impostare un limite di tempo di flusso, aumentando la sicurezza ed il risparmio d'acqua, nonché impostare vari programmi di funzionamento: modalità a risparmio idrico, a risparmio energetico, a risciacquo ad intervallo fissato per evitare il ristagno di acqua

nei tubi, a risciacquo continuo per la disinfezione termica, comportando risparmi di acqua fino al 60%.

I rubinetti proposti, inoltre, vengono offerti nella versione “idraulica” che prevede a corredo un’intelligente micro centrale elettrica che non richiede il collegamento alla rete di alimentazione: la sola pressione dell’acqua nel tubo, con pochi utilizzatori al giorno, permette ad una microturbina



Rubineria temporizzata automatica

collegata ad un piccolo generatore elettrico di produrre l’energia, di accumularla in una batteria ricaricabile e far funzionare il rubinetto automaticamente. La batteria ricaricabile è ad alto rendimento e assicura una durata di almeno 10 anni.

Le rubinetterie dovranno aver ricevuto l’etichetta WELL (Water Efficiency Label): il sistema di classificazione dei prodotti promosso dall’associazione europea dei costruttori di valvole EUnited Valves, di Classe A (massima classificazione di efficienza energetica).

Nella scelta si è privilegiata la finitura liscia in cromo lucido, in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e pulizia e conferire all’apparecchio un’estetica del tutto apprezzabile, nonché l’elevata resistenza antivandalica.

I principali requisiti prestazionali dovranno essere:

- massima sicurezza da un punto di vista igienico-sanitario,
- affidabilità nel funzionamento,
- resistenti nel tempo per le caratteristiche meccaniche altamente performanti,
- facilità di manutenzione,
- efficienza economica grazie al ridotto consumo d’acqua e di nessun consumo elettrico,
- design ricercato.

In modo tale da garantire prestazioni di sicurezza, durevolezza, affidabilità, resistenza all’usura e qualità estetica superiore alle rubinetterie tradizionali, il che si traduce in una vita utile più prolungata e riduzione

nel tempo degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e quindi dei relativi costi.

La sostituzione della rubinetteria tradizionale con quella automatica elettronica, atta a limitare l'erogazione dell'acqua per il tempo e la quantità effettivamente necessaria ai vari utilizzi consente di ottenere, oltre ai vantaggi precedentemente illustrati, un risparmio che può essere stimato ragionevolmente in circa il 60% dei consumi idrici con rubinetterie tradizionali.

2.7 Rete di scarico e raccolta acque meteoriche

Le acque meteoriche incidenti sulla copertura saranno raccolte a mezzo di bocchettoni dalle colonne pluviali installate nei cavetti all'uopo predisposti o all'esterno. L'imbocco delle colonne sarà realizzato con vaschetta, griglietta mobile, bocchettone di raccordo, controtubo, guarnizioni, e quanto altro necessario per assicurare il regolare smaltimento delle acque piovane, trattenendo però eventuali sostanze solide trascinate dall'acqua. Le colonne si collegheranno alla base a collettori sub-orizzontali correnti all'esterno degli edifici che convogliano le acque raccolte in apposite cisterne interrato per il riuso delle stesse.

Prima delle immissioni nella rete esterna acque meteoriche sono previsti pozzetti per l'ispezione del tipo senza intercettazione idraulica.

La rete sarà dotata di ispezioni per il controllo e la pulizia in corrispondenza di ogni deviazione dalla verticale e di ogni curva, confluenza, immissione dei collettori secondari in quello principale e comunque ogni 15 m sui percorsi orizzontali.

I collettori orizzontali saranno in policloruro di vinile a norme UNI 7443 (tipo 302).

Le giunzioni saranno realizzate con bicchiere a manicotto ad anello elastomerico.

Consumo quotidiano di acqua potabile: 140 litri a persona

il 50 % del consumo medio domestico di acqua può essere sostituito con acqua piovana.

	42 litri	Toilette
	17 litri	Lavaggio d'indumenti
	5.5 litri	Manutenzione del giardino
	5.5 litri	Pulizia
<hr/>		
	45 litri	Bagno/doccia
	11 litri	Igiene personale
	3 litri	Bere/cucinare
	11 litri	Lavaggio di stoviglie



Suddivisione dei consumi idrici

Gli eventuali tronchi interrati saranno costituiti da collettori sub-orizzontali a sezione circolare del diametro minimo 160 mm, interrati ad una profondità variabile da -0,50 a -1,00 circa dal piano viabile ed avranno una pendenza variabile tra lo 0,5% e l'1,0% compatibilmente alle quote delle fogne esistenti nei punti di immissione. Le tubazioni saranno poste in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q di cemento e saranno opportunamente rinfiancate sempre con calcestruzzo. In corrispondenza di ogni immissione nel collettore principale, in corrispondenza dei cambi di direzione, delle confluenze e dei salti di quota sono stati previsti pozzetti di ispezione dotati di chiusino a norma UNI EN 124 in ghisa sferoidale a norma UNI 4544 classe C250/D400 con coperchio a riempimento per consentire la posa della pavimentazione. In corrispondenza dei pozzetti dovranno essere previste sulle tubazione costituente la rete apposite ispezioni dotate di tappo per consentire le eventuali operazioni di manutenzione. I pozzetti avranno dimensioni interne non minori di 80x80 cm e comunque tali da consentire le operazioni di ispezionabilità della rete.

Le acque meteoriche saranno in generale, per quanto possibile, raccolte e riutilizzate. Oramai, infatti, è convinzione comune e condivisa universalmente dalla collettività che le riserve di acque potabile, quali risorse indispensabili per la vita di tutti gli esseri umani, devono essere protette per il futuro.

La quantità di acqua sprecata o dispersa e l'aumento significativo e accertato della percentuale di volumi di acqua prelevati dalle acque freatiche osservato negli ultimi anni, evidenziano come oggi l'acqua potabile non sia prontamente disponibile ovunque in quantità illimitata e come le sorgenti vadano progressivamente impoverendosi o a subire sempre più frequenti inquinamenti che ne rendono impossibile l'utilizzo. Studi, ricerche, statistiche sul consumo di acqua potabile per usi umani dimostrano che è possibile risparmiare circa il 50% dei costi idrici delle utenze domestiche utilizzando le acque piovane, evitando la dispersione nel terreno o il recapito nelle fognature, ma filtrandole e raccogliendole in vasche di accumulo.

L'acqua così accumulata può essere usata comodamente per diversi impieghi perfino nei giorni di pioggia, infatti essa è ideale per l'irrigazione di giardini, ma anche all'interno delle abitazioni per le normali pulizie domestiche e lo scarico dei bagni. D'altra parte è ancora viva la memoria nei nostri nonni che ricordano come le acque piovane, specialmente nelle zone rurali, venivano raccolte e accumulate nelle cisterne interrate per poi essere utilizzate anche per bere e cucinare.

L'acqua piovana previene la formazione d'incrostazioni calcaree negli impianti domestici e protegge le lavatrici. Dovunque non sia necessario utilizzare l'acqua potabile, può essere usata l'acqua piovana mantenendo

gli stessi livelli d'igiene e comodità.

I sistemi di gestione delle acque piovane possono essere usati in numerose applicazioni. Oltre all'uso nei servizi igienici e per l'irrigazione di prati/giardini, essi trovano applicazione per i lavaggi delle pavimentazioni, negli impianti di climatizzazione e nei processi produttivi idroesigenti (nelle attività industriali).

Nel caso specifico dell'intervento sono stati previsti due sistemi di gestione delle acque piovane.

Il primo, come già sinteticamente descritto in precedenza, prevede la realizzazione di invasi di limitata capacità, posti sulla copertura della scuola media, realizzati mediante un ribassamento del pacchetto di copertura, grazie all'impiego di casseri a perdere in materiale plastico (tipo "granchi") con sovrastante materasso filtrante di materiale arido, naturale o artificiale, posato sui casseri.

La granulometria del materiale sarà particolarmente studiata prevedendo inerti di dimensione progressivamente più grande procedendo dal basso verso l'alto in modo tale da garantire la più efficiente filtrazione ed evitare il passaggio di corpi estranei.

Le aree di accumulo - potremo definirle "*accumulatori idrici*" - potranno raccogliere sia l'acqua meteorica direttamente incidente sulle stesse, sia quella incidente sulle aree normalmente impermeabilizzate poste in prossimità delle zone di accumulo, in virtù delle pendenze assegnate al pacchetto di copertura, fino al raggiungimento della massima altezza di vaso fissata orientativamente in 15 cm al fine di non aumentare eccessivamente i carichi agenti sulla struttura rispetto a quelli normalmente previsti dalla norma per le coperture.

Dagli accumulatori, l'acqua verrà prelevata mediante una rete di distribuzione ed inviata a gravità ai servizi igienici per l'alimentazione delle cassette di scarico dei wc.

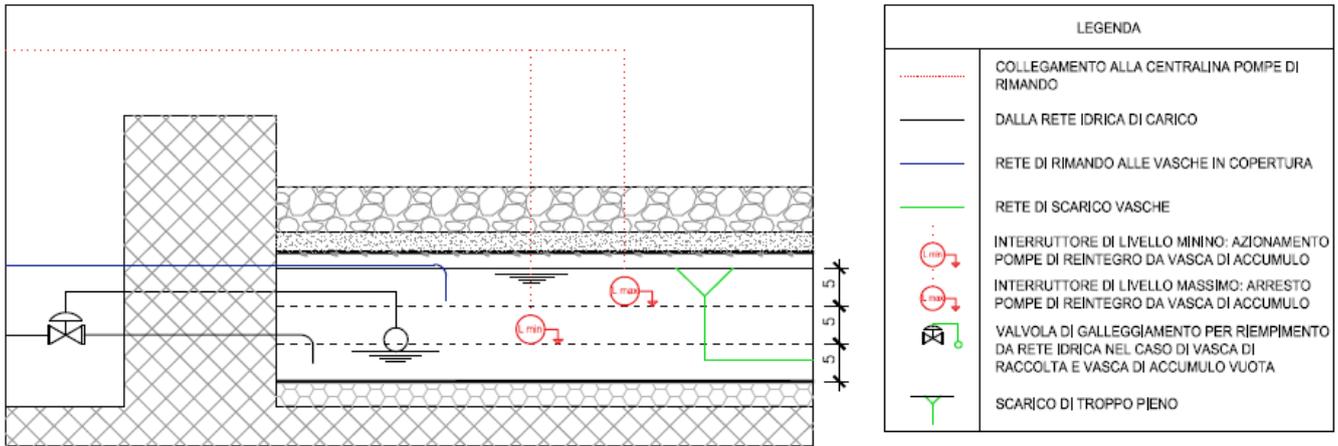
L'integrazione potrà avvenire con alimentazione in pressione dalla rete idrica, collegata mediante valvole di ritegno alla rete di distribuzione acqua accumulatori o, eventualmente, con reintegro e riempimento diretto degli accumulatori a mezzo di valvole di riempimento "a galleggiante".

In particolare, (vedi PART. B) gli "accumulatori sono concepiti a tre livelli idrici:

- "*massimo livello*" oltre il quale l'acqua sfiora nella vasca di accumulo interrata raccolta acque meteoriche;
- "*livello minimo*" al di sotto del quale si attiva, mediante interruttore a galleggiante, il sistema di pompaggio per il reintegro dalla vasca di accumulo interrata acque meteoriche e, se questa risulta vuota, si attiva l'alimentazione di reintegro da acquedotto tramite valvola a galleggiante;
- "*livello medio*" di fermo delle pompe di reintegro a mezzo di

PARTICOLARE B

Sistema di regolazione vasca di raccolta

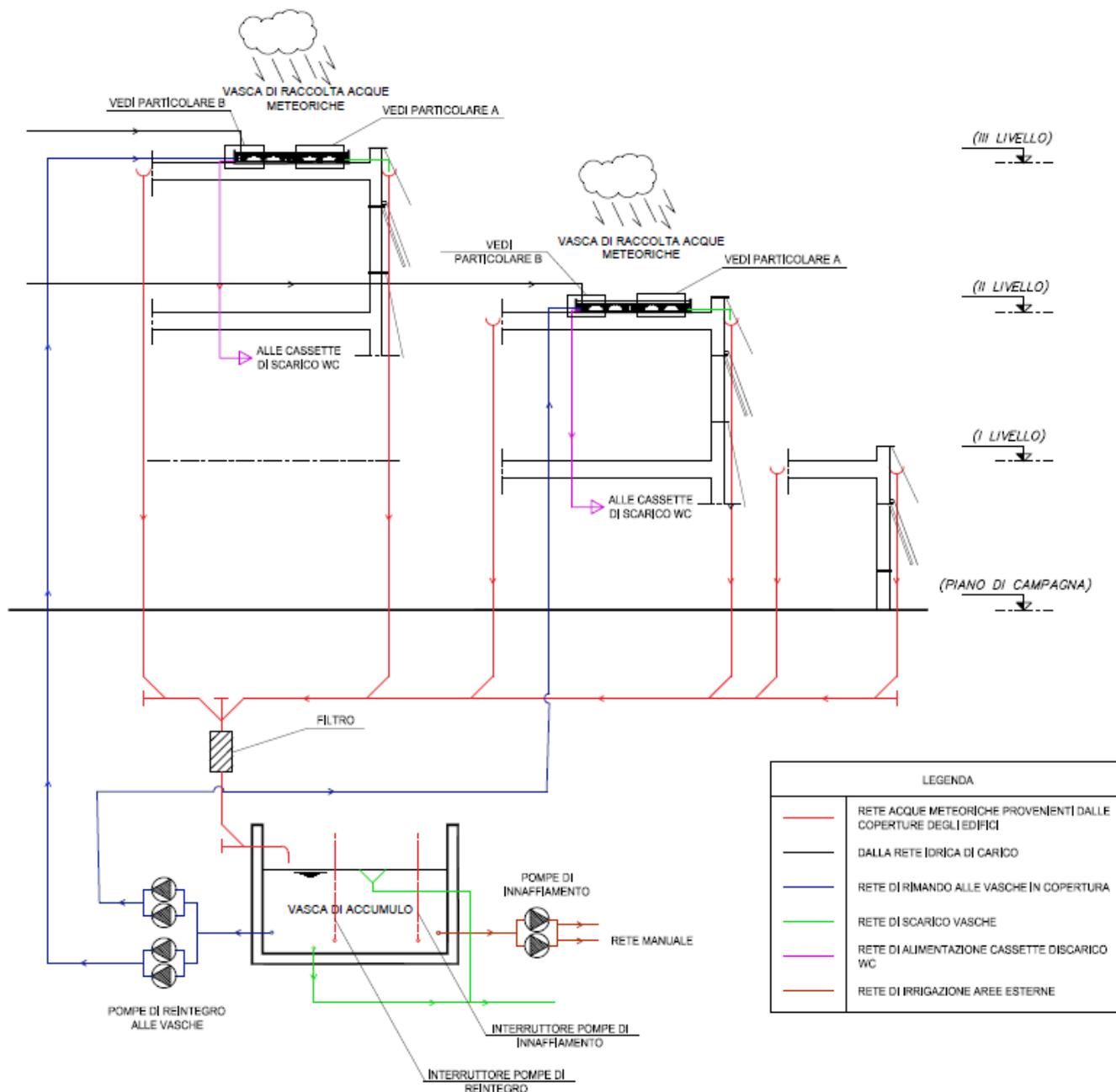


interruttore a galleggiante di massimo livello, al fine di evitare che l'accumulatore si riempi completamente ed in caso di evento meteorico, le acque vengano sfiorate nella vasca di accumulo o in fogna. In tal modo, invece, rimanendo l'accumulatore parzialmente pieno e, quindi, con un volume di accumulo ancora disponibile, in caso di evento meteorico ci sarà la possibilità di accumulare le acque.

Il secondo sistema prevede, invece, di raccogliere, recuperare ed accumulare le acque meteoriche incidenti su tutte le altre superfici della copertura, non adibite ad accumulatori. Queste, raccolte dalle colonne pluviali o dai troppo pieni degli "accumulatori", saranno inviate, mediante un sistema di canalizzazioni interrato, previsto all'esterno degli edifici e costituenti la rete fognaria acque meteoriche, in una vasca di accumulo interrata, prevista di un volume di 300 m³, dalla quale, mediante un idoneo impianto di pompaggio, saranno utilizzate essenzialmente per l'innaffiamento delle aree a verde e per l'eventuale lavaggio delle aree pavimentate.

Si fa rilevare che, come precedentemente detto, per l'irrigazione delle aree a verde si prevede l'utilizzo delle acque usate provenienti dai servizi igienici, previo i necessari pretrattamenti; che garantiscono, considerati i consumi idrici per alunno/giorno e le superfici da innaffiare, già una copertura del fabbisogno irrigua che, ottimisticamente, si può valutare intorno al 50/75% di quello complessivo stagionale. Le acque in eccesso saranno inviate per sfioro ai recapiti esterni.

SCHEMA FUNZIONALE IMPIANTO RIUTILIZZO DELLE ACQUE METEORICHE



Si riportano di seguito alcune valutazioni dei volumi di acqua in gioco che risulta possibile recuperare e riutilizzare e come questi siano tali da coprire gran parte dei fabbisogni idrici del complesso.

Per quanto riguarda gli accumulatori, previsti in numero di 4 con

superficie complessiva di circa 400 m², si fa riferimento ai seguenti dati:

- Numero di vasi igienici serviti: 40
- Utilizzi giornalieri: 10 per apparecchio
- Consumo per utilizzo: 12 l

- Totale fabbisogno giornaliero: 480 l/giorno
- Totale fabbisogno mensile per 20 giorni: 9600 l

Per quanto riguarda il fabbisogno irriguo per le aree a verde si fa riferimento ai seguenti parametri:

- Fabbisogno irriguo stagionale da aprile a ottobre: $\approx 4000 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Fabbisogno irriguo medio mensile da aprile a ottobre: $\approx 600 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Superficie aree a verde: 3.000 m^2

Facendo riferimento ai dati meteorologici della stazione di PALERMO BOCCADIFALCO e ai dati medi delle precipitazioni del trentennio 1961-1990, pari a 754,5 mm (non sono stati presi a riferimento i dati del trentennio 1971-2000 in quanto quest'ultimo presenta un valore medio della precipitazione maggiore, pari a 855,4 mm e, quindi, si è operato in maniera più prudentiale), risulta:

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Anno
P (mm)	100,5	95,5	77	58,5	26	14,5	5,0	21,5	49,5	100,5	98,5	107,5	754,5
G	11	10	9	8	4	2	1	2	5	9	10	12	83
Vma (m ³)	40	38	31	23	10	6	2	9	20	40	39	43	302
Vmc (m ³)	402	382	308	234	104	58	20	86	198	402	394	430	3018
Vtot (m ³)	442	420	339	257	114	64	22	95	218	442	433	473	3320
Vut (m ³)	332	315	254	193	86	48	17	71	163	332	325	355	2490
Fwc (m ³)	7,2	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	4,8	0	4,8	9,6	9,6	7,2	91
Fin (m ³)	0	0	0	100	200	200	200	200	200	100	0	0	1200
Ftot (m ³)	7,2	9,6	9,6	109,6	209,6	209,6	204,8	200	204,8	109,6	9,6	7,2	1291,2

Dove:

P Precipitazione in mm

G Giorni di pioggia

Vma Quantità massima di acqua meteorica incidente sugli accumulatori di area 400 m^2 (m³)

Vmc Quantità massima di acqua meteorica incidente su tutto il resto della copertura di area 4.000 m^2 (m³)

Vtot Quantità massima di acqua meteorica incidente su tutta la copertura di area 4.400 m^2 (m³)

Vut Quantità massima di acqua meteorica al netto delle perdite per evaporazione, ecc. valutate al 25%

Fwc: Fabbisogno idrico mensile per alimentazione cassette wc (m³)

Fin: Fabbisogno idrico mensile per innaffiamento aree a verde (m³).

Prevedendo, come detto, una vasca di 300 m^3 , il bilancio tra l'acqua meteorica accumulata e quella utilizzata determina i valori desumibili dalla tabella seguente:

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Anno
Vtot (m ³)	442	420	339	257	114	64	22	95	218	442	433	473	3320
Vut (m ³)	332	315	254	193	86	48	17	71	163	332	325	355	2490
Fwc (m ³)	7,2	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	4,8	0	4,8	9,6	9,6	7,2	91
Fin (m ³)	0	0	0	100	200	200	200	200	200	100	0	0	1200
Ftot (m ³)	7,2	9,6	9,6	109,6	209,6	209,6	204,8	200	204,8	109,6	9,6	7,2	1291
Vdisp (m ³)	324	306	245	83	-123,6	-162	-188	-129	-42	222	315	348	
Vfogna(m ³)	324	306	245	83	0	0	0	0	0	0	15	348	1544
DVasca	300	300	300	300	300	176	15	0	0	222	300	300	
Vacq (m ³)	0	0	0	0	0	0	173	129	42	0	0	0	343,8

Dove:

Vtot: Quantità massima di acqua meteorica incidente su tutta la copertura di area 4.400 m² (m³)

Vut: Quantità massima di acqua meteorica al netto delle perdite per evaporazione, ecc. valutate al 25%

Fwc: Fabbisogno idrico mensile per alimentazione cassette wc (m³)

Fin.: Fabbisogno idrico mensile per innaffiamento aree a verde (m³)

Vutil: Quantità di acqua meteorica utilizzata (m³)

Vdisp = Vut - Ftot: Quantità di acqua meteorica non utilizzata (m³)

Vfogna: Quantità di acqua inutilizzabile e inviata alla fognatura (m³)

Dvasca: Acqua accumulata in vasca (m³)

Vacq: Quantità di acqua prelevata dall'acquedotto (m³)

Dalle elaborazioni effettuate, in maniera semplificata e su valori medi, risulta che:

- nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile tutto il fabbisogno per l'alimentazione delle cassette dei vasi e per l'innaffiamento è completamente coperto dal recupero delle acque piovane e la vasca rimane sempre completamente piena;
- anche nei mesi di maggio e giugno il totale fabbisogno è coperto dalle acque meteoriche, in parte con gli apporti meteorici del mese ed in parte dal volume di acqua meteorica accumulata e presente nella vasca;
- nel mese di luglio il fabbisogno è coperto in minima parte dal residuo volume di acqua presente nella vasca e per il resto con prelievo dall'acquedotto;
- nei mesi di agosto e settembre il fabbisogno è coperto integralmente con prelievo dall'acquedotto;
- nei mesi ottobre, novembre e dicembre, nuovamente il fabbisogno è coperto da recupero delle acque meteoriche;
- la copertura complessiva si fa stimare intorno al 73%.

Si precisa che i fabbisogni non tengono conto di quelli relativi agli altri apparecchi igienici che sono alimentati con acqua potabile con prelievo diretto dalla rete pubblica.

2.8 Impianto innaffiamento e lavaggio aree esterne

Per l'innaffiamento delle aiuole e per il lavaggio delle aree esterne è stato previsto un impianto automatico ad aspersione mediante il sistema a pioggia supportato anche da idranti manuali che sono alimentati in pressione dalla vasca di accumulo, sistemati ad adeguati intervalli per interventi di emergenza o di integrazione al sistema automatico.

L'impianto automatico ad irrigatori è stato previsto per tutte le aree a verde (circa 0,3 ha) ed è sezionato in più circuiti indipendenti.

L'alimentazione dell'impianto verrà effettuata con una rete indipendente dagli altri servizi in pressione e per assicurare il carico necessario agli idranti ed agli irrigatori è stato previsto un sistema di sopraelevazione della pressione costituito da una coppia di elettropompe con prelievo dalla vasca di accumulo acque meteoriche, di caratteristiche idonee alle portate e prevalenza richieste dagli erogatori. previsto in prossimità della vasca. Questo, in ragione delle necessità di un modesto carico idraulico, avrà caratteristiche e consumi modesti. Da tale sistema diparte pertanto la condotta per l'alimentazione dell'impianto.

Tutta le rete sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità a norma UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494 PN16 con le giunzioni con saldatura a manicotto elettrico, materiale che assicura un'alta durabilità del sistema, cosa che altri materiali non possono garantire.

I diametri che si impiegheranno risultano compresi tra i 16 e i 90 mm, al fine di rendere ridotti i costi di gestione dell'impianto evitando un eccessivo consumo di energia elettrica da parte delle elettropompe.

Il funzionamento dell'impianto ad irrigatori è previsto automatizzato a mezzo di una apposita centralina elettronica programmabile comandata da sensori meteo che, collegati ai programmatori di irrigazione, sono tali per fare reagire i sistemi di irrigazione alle condizioni meteorologiche locali.

Gli irrigatori previsti sono del tipo statico o dinamico (da 1/2" e 3/4"), posti ad interasse variabile da 5,0 a 10,0 m in posizione tale che l'acqua venga distribuita omogeneamente in tutti i punti e in maniera tale da garantire la fornitura ed il mantenimento dei valori idrici ottimali per lo sviluppo del tappeto erboso e delle piante.

Gli idrantini di innaffiamento saranno posti in prossimità delle aiuole, delle aree a verde e delle strade in posizione tale da poter raggiungere qualsiasi zona con una manichetta flessibile.

Gli idranti saranno in bronzo del tipo presa a terra a squadra da 3/4" e saranno installati in un chiusino di ghisa con apertura a chiave.

A monte di ogni idrante è prevista una saracinesca di intercettazione in bronzo PN 10 per l'intercettazione.

La scelta di un impianto automatico comporta una serie di vantaggi che possono essere sintetizzabili:

- minor consumo della risorsa idrica in quanto l'impianto, rispetto al funzionamento manuale, si attiva in funzione delle effettivi fabbisogni irrigui in ragione delle condizioni meteo e di umidità del terreno,
- minor consumo di risorsa in quanto l'avvio dell'impianto viene programmato nelle ore mattutine o serali laddove maggiore risulta l'efficienza dell'irrigazione quando minore risulta l'evapotraspirazione rispetto alle ore in cui ragionevolmente può operare il personale impiegato per l'innaffiamento manuale;
- minor consumo di energia elettrica rispetto al funzionamento in manuale per il minor tempo di funzionamento dell'impianto automatico rispetto a quello manuale;
- migliori dosaggio di acqua in quanto l'impianto automatico, opportunamente programmato e regolato dagli appositi sensori, funzionerà solamente per il tempo strettamente necessario;
- risparmio in termini di mano d'opera del personale altrimenti impiegato per l'innaffiamento.

La previsione di un impianto automatico determina inoltre migliori condizioni manutentive delle aree a verde in quanto la fornitura d'acqua alle varie specie previste viene dosata in funzione degli effettivi fabbisogni sia in relazione alle condizione meteo e sia in relazione all'età, cosa che difficilmente si riesce ad ottenere con l'erogazione manuale che può risultare vuoi eccessiva vuoi scarsa. Inoltre in termini gestionali è evidente la riduzione del personale, con i conseguenti costi, che potrà limitarsi solo agli interventi diretti sulle varie essenze e piantumazioni previste.

2.9 Impianto antincendio

L'impianto antincendio sarà costituito essenzialmente da estintori a polvere di classe 13A-89B, ubicati nei corridoi o nei locali con carico di incendio particolare, e da un impianto manuale ad idranti.

E' prevista inoltre la realizzazione di una rete a esclusivo servizio antincendio mantenuta costantemente in pressione da una stazione di pompaggio con prelievo da una vasca di accumulo.

L'impianto ad idranti prevede l'installazione di idranti, posizionati per lo più in prossimità delle scale o delle vie di esodo e nelle autorimesse, in modo tale da proteggere tutte le superfici, cosicché ogni zona venga a trovarsi a non più di cinque metri dalla lancia di erogazione collegata ad una tubazione flessibile di 20 m.

I gruppi idranti saranno collocati nelle apposite nicchie a muro protette anteriormente da sportelli a vetro.

Ogni gruppo sarà composto da un idrante UNI 45 corredato da 20 m di

tubo di calza tessuto poliestere da 45 mm, lancia in ottone a getto regolabile con bocchello diametro 12 mm completo di portancia. La posizione del gruppo sarà indicata a mezzo di un cartello segnaletico. L'alimentazione dell'impianto sarà completamente indipendente da quella degli altri impianti e sarà assicurata in pressione dalla rete cittadina. E' previsto inoltre un sistema di pressurizzazione e riserva idrica, a servizio di tutto il complesso, con l'installazione di un gruppo di pompaggio che preleva l'acqua da una vasca in c.a. da realizzarsi, che garantirà un'autonomia di un'ora agli impianti suddetti.

Le tubazioni di alimentazione interne all'edificio, completamente indipendenti da quelle degli altri impianti, dipartono dalla rete esterna interrata.

Dalla centrale di pressurizzazione le tubazioni corrono interrate lungo la viabilità del complesso e formano un anello chiuso dal quale si diramano le tubazioni di alimentazione degli idranti soprasuolo e quelle di collegamento della rete interna. Dalla rete interna vengono derivate le tubazioni per l'alimentazione delle montanti. Da queste ad ogni piano verrà diramata la tubazione di allacciamento e alimentazione degli idranti.

I suddetti impianti saranno realizzati in conformità del DM 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi" ed alle normative UNI 10779 "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio" e UNI 12845/2015 "Impianti sprinkler" secondo quanto previsto nella "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi" di cui al D.M. 20 dicembre 2012 "Impianti di protezione attiva contro l'incendio".

All'esterno sono stati previsti gli attacchi per la autopompe dei Vigili del Fuoco a due bocche UNI 70 e gli idranti soprasuolo.

Gli attacchi dovranno essere segnalati con una targa metallica fissa con la dicitura "ATTACCO AUTOPOMPE VV.F IMPIANTO IDRANTI". Le lettere dovranno essere in rilievo e di altezza non inferiore a 40 mm.

Gli idranti soprasuolo saranno DN100 a due bocche UNI70 e saranno dotati di saracinesche per l'esclusione e installati su un pozzetto di ispezione nel quale troverà alloggiamento la saracinesca.

Tutte le tubazioni in vista saranno in acciaio zincato trafilato a manicotto filettato a norma UNI 10255.

Le tubazioni costituenti la rete interrata saranno in polietilene ad alta densità a norma UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494 con le giunzioni con saldatura a manicotto elettrico. In corrispondenza dell'attacco tra le tubazioni in polietilene e quelle di acciaio dovranno essere previsti gli idonei pezzi di accoppiamento.

L'alimentazione dei servizi antincendio sarà completamente indipendente dagli altri impianti e verrà assicurata da un stazione di pompaggio, con caratteristiche di "singola superiore" secondo le norme UNI 12845, da realizzare in un locale tecnico e da vasche di accumulo

Il sistema di pompaggio per l'impianto ad idranti dovrà garantire le necessarie condizioni di portata e pressione per il numero contemporaneo di idranti interni e, senza contemporaneità con questi, degli idranti esterni, considerato il livello "2" di pericolosità dell'edificio (Norma UNI 10779): in linea del tutto generale n. 3 idranti UNI 45 con portata di 120 l/min e n. 4 idranti esterni UNI 70 con portata ciascuno di 300 l/min.

La riserva d'acqua per gli impianti antincendio, dovrà garantire in linea di massima un'ora di autonomia all'impianto e sarà costituita da due vasche di accumulo, adiacenti al locale tecnico della centrale di pressurizzazione. Sono previste, inoltre, apparecchiature mobili di estinzione costituite da estintori che, tenuto conto dei materiali presenti, saranno del tipo a polvere per i fuochi di classe A e B; per i fuochi di classe E sono previsti estintori a CO₂.

In linea generale viene previsto un estintore a polvere da 6 kg classe 13A 89B in prossimità di ogni idrante UNI 45 e comunque in modo tale da coprire una superficie non superiore a 250 m².

Per quanto riguarda i locali elettrici in prossimità di ogni idrante viene previsto un estintore a polvere da 6 kg ed un estintore a CO₂ da 5 kg.

La posizione di ciascun estintore sarà adeguatamente segnalata da appositi cartelli.

Sarà installata cartellonistica di emergenza conforme al D.L.vo 81/2008, avente il seguente scopo:

- avvertire di un rischio o di un pericolo le persone esposte,
- vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo,
- prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza,
- fornire indicazioni relative alle uscite di sicurezza, o ai mezzi di soccorso o salvataggio,
- fornire altre indicazioni in materia di sicurezza,
- Sarà segnalato l'interruttore di emergenza atto a porre fuori tensione l'impianto elettrico dell'attività.
- Saranno apposti cartelli indicanti:
 - le uscite di sicurezza dei locali
 - gli idranti posizionati all'interno dei locali
 - gli estintori posizionati all'interno dei locali
 - l'attacco autopompa
- Saranno installati cartelli di:
 - divieto
 - avvertimento

- prescrizione
- salvataggio o di soccorso
- informazione in tutti i posti interni o esterni all'attività, nei quali è ritenuta opportuna la loro installazione.

2.10 Impianto produzione acqua calda sanitaria

L'acqua calda verrà prodotta centralmente a mezzo di due bollitori ad accumulo, della capacità di 2500 l ciascuno, sistemati anch'essi nel locale tecnico, a doppio scambiatore alimentato con il fluido termovettore riscaldato con energia solare captata da un sistema di collettori solari piani posti sulle coperture e dall'impianto di produzione del calore mediante uno dei gruppi reversibili a pompa di calore geotermiche dell'impianto di climatizzazione che vanno ad integrare il fabbisogno energetico quando l'energia solare risulta insufficiente a garantire il fabbisogno necessario. Il sistema di captazione dell'impianto solare prevede l'installazione di n. 25 collettori solari piani ad assorbimento, posti sulle coperture piane dell'edificio, per un superficie complessiva netta di circa 60 m² in grado di coprire mediamente circa il 50% del fabbisogno annuo.

Il sistema di captazione sarà tale da ottimizzare l'energia captata in tutto il periodo dell'anno e, pertanto, prevede l'installazione di collettori solari piani ad assorbimento, installati con esposizione a sud ed inclinazione sull'orizzontale di 45°. In tal modo si riesce ad ottenere la copertura di circa il 65 del fabbisogno annuale di acqua calda sanitaria.

L'impianto solare sarà costituito da:

- un parco di n. 25 collettori, di superficie netta di 2,57 m², che complessivamente determinano una superficie complessiva netta di circa 65 m² disposti sulla copertura piana dell'edificio,
- dallo scambiatore ad accumulo con doppio serpentino,
- elettropompe di circolazione,
- rete di tubazioni del circuito primario,
- centralina di regolazione.

I collettori sono stati previsti del tipo piano ad assorbimento ed alta prestazione e saranno costituiti da una vasca prestampata in alluminio, da assorbitore in rame con superficie selettiva e coibentazione ad alto spessore sia del fondo che dei bordi in lana di roccia, vetro solare di sicurezza antigrandine e pozzetto in rame per l'inserimento delle sonde, raccordi con filettatura 1", t_{max} 180°, assorbimento 0,95, emissione 0,05. Per la contabilizzazione dei consumi dei singoli plessi scolastici si prevede l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore.

L'acqua fredda proveniente dalla rete idrica principale sarà immessa nel riscaldatore ad accumulo solare laddove sarà riscaldata mediante lo scambiatore dal fluido termovettore che assorbe il calore radiante captato

dai collettori fino ad una temperatura di 50/55°C e comunque regolabile in relazione alla migliore ottimizzazione del sistema.

Il fluido termovettore viene fatto circolare nei collettori solari mediante appositi circolatori.

Il calore solare, mediante il serpentino di scambio presente nel riscaldatore solare, viene trasferito all'acqua presente nel boiler. La temperatura dell'acqua nella parte bassa del preriscaldatore e la temperatura del fluido termovettore vengono rilevate da apposite sonde e, mediante apposita centralina elettronica, attivano le pompe e la circolazione del fluido termovettore.

L'eventuale integrazione necessaria nei periodi di deficit di energia solare, per portare la temperatura dell'acqua a quella prevista, avverrà mediante una delle pompe di calore geotermiche mediante apposito scambiatore previsto nel riscaldatore solare ad accumulo.

Il circuito primario che trasporta il fluido termovettore nei collettori è previsto con il ritorno inverso in modo da equilibrare le perdite di carico in tutti i collettori e garantire in ciascuno di essi la stessa portata.

Il riscaldatore solare è previsto del tipo cilindrico orizzontale, in acciaio zincato internamente e esternamente a bagno caldo, dotato di selle di appoggio per l'installazione e dimensionato a norme I.S.P.E.S.L per una pressione di esercizio di 6 bar e protezione catodica.

La coibentazione sarà realizzata con una guaina in PVC con cerniera per lo smontaggio ed isolamento termico in lana di roccia ad alta densità dello spessore minimo di 5 cm, classe di 2" di reazione al fuoco.

Il recipiente sarà dotato di un doppio scambiatore in rame costituito da tubi di rame madrinati in una piastra tubiera per acqua calda alla $T_m = 80^\circ\text{C}$. Gli scambiatori saranno dotati di:

- attacchi di entrata e uscita per i tubi dell'acqua da riscaldare e distribuire da 2",
- manometro a quadrante con relativo rubinetto,
- termometro con scala fino a 100°C e rubinetto d'arresto,
- valvola di sicurezza e leva a contrappeso in ghisa,
- raccoglitori di impurità in ghisa e filtro in acciaio inox,
- saracinesche in ghisa a flusso avviato PN 16,
- valvole di ritegno in ghisa del tipo a clapet,
- valvole di scarico in bronzo,
- vasi di espansione da 150 l.

L'impianto sarà munito di miscelatore costituito da una valvola a tre vie azionata automaticamente da un dispositivo termostatico a dilatazione liquida, atto alla miscela di acqua calda (max 85°C) e fredda (min 10°C) proporzionandone la portata in modo da erogare acqua a temperatura costante, adatto per impianti di distribuzione di acqua calda.

Il corpo della valvola sarà in acciaio inossidabile e con giunzioni a flangia.

3. Impianti di climatizzazione, ventilazione e produzione acqua calda sanitaria

3.1 Inquadramento normativo

Per quanto riguarda la normativa ai fini del contenimento dei consumi energetici (D. lgs. 29/12/2006, n. 311 e succ. mod.) l'intervento in oggetto rientra in quelli previsti all'art. 3, comma 1, lettera a: *“edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati, di nuovi impianti installati in edifici esistenti, delle opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti”* e, quindi, vanno rispettati i requisiti minimi di cui l'ALL. I al Decreto. Le scelte della tipologia di impianti è stata improntata a perseguire l'efficienza e l'affidabilità delle soluzioni con particolare attenzione ai concetti di razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche tradizionali, della semplicità di gestione e di manutenzione, del ricorso, ove possibile alle fonti rinnovabili.

Nei paragrafi seguenti saranno descritti gli impianti di riscaldamento e raffrescamento previsti in progetto con particolare riferimento alle scelte adottate nell'ottica dell'efficienza energetica, risparmio dei consumi e riduzione delle emissioni di CO₂ nell'ambiente.

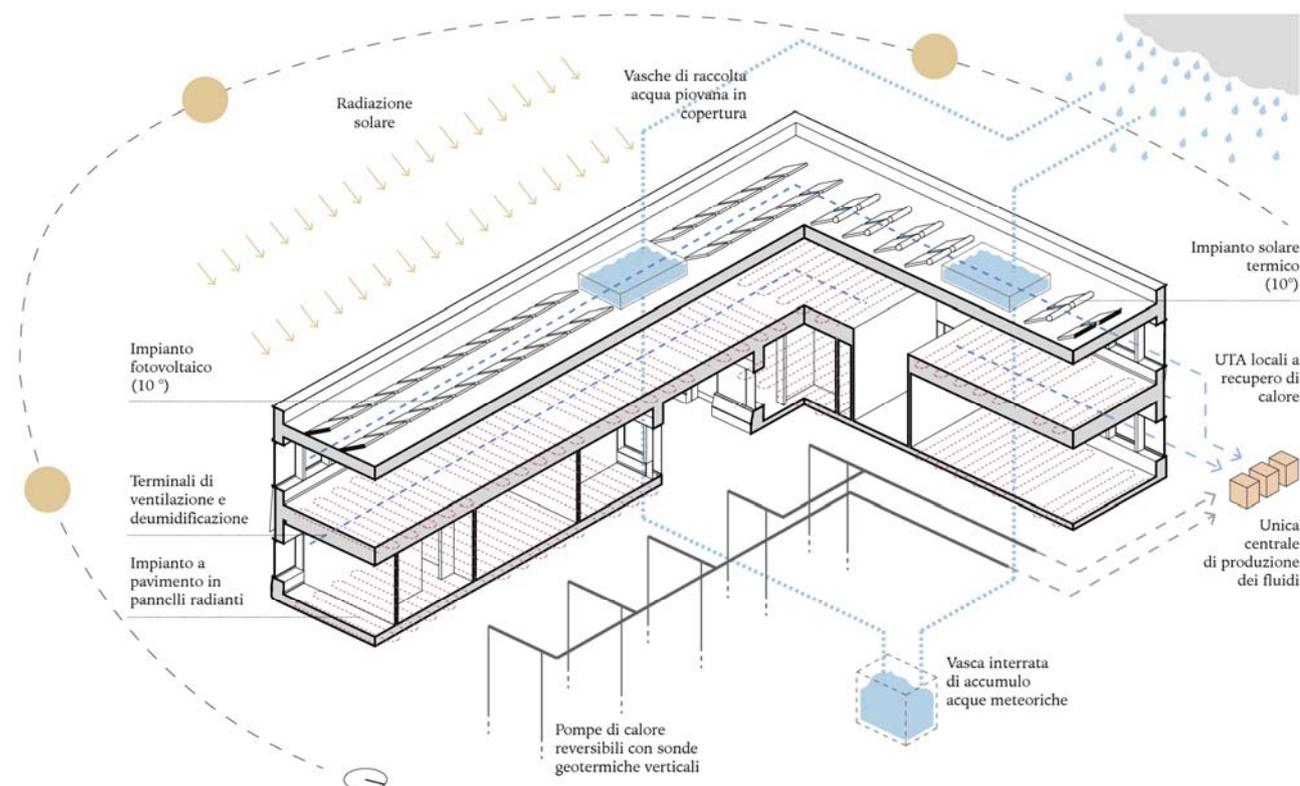
Nel dettaglio, si prevede la realizzazione di un impianto a pavimento a pannelli radianti accoppiato ad un impianto di ventilazione e deumidificazione realizzato con UTA locali a recupero di calore.

Per la produzione dei fluidi termovettori da inviare ai terminali (pannelli radianti ed UTA locali) si utilizzerà un sistema costituito da pompe di calore reversibili (a funzionamento estivo ed invernale) alimentate da un serie di sonde geotermiche verticali.

Nell'ottica di minimizzare i consumi energetici si prevede la realizzazione di un'unica centrale di produzione dei fluidi dalla quale partiranno le linee di alimentazione a servizio di ognuna delle tre strutture scolastiche (scuola dell'infanzia, scuola elementare e scuola media inferiore). In tal modo si minimizzeranno i possibili sprechi energetici connessi agli eventuali diversi periodi ed orari di funzionamento dei tre organismi scolastici.

La centrale di produzione sarà collocata in posizione pressoché baricentrica rispetto allo sviluppo dell'intero complesso in modo da minimizzare i percorsi dei fluidi termovettori e ridurre, quindi, sprechi energetici dovuti alle dispersioni.

Anche l'acqua calda sanitaria sarà prodotta dal sistema di pompe di calore geotermiche sfruttando, nel funzionamento estivo, il calore di recupero di condensazione e quindi risultando totalmente gratuito. Inoltre, sarà che realizzato un impianto solare termico che contribuirà alla produzione dell'acqua calda sanitaria sia nei periodi estivi che invernali.



3.2 Riferimenti normativi e legislativi

D.M.I. 22/02/06 - "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati a uffici"

- Decreto 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".
- Legge 09/01/1991 n° 10 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- DPR 26/08/1993 n° 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, quarto comma, della Legge 9 gennaio 1991, n°. 10.
- D.Lgs 19 Agosto 2005, n. 192: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"
- D.Lgs 29 Dicembre 2006, n. 311: "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia".

- Circ. M. Sviluppo economico 23/05/2006, n. 20 “Chiarimenti e precisazioni riguardanti e le modalità applicative del decreto legislativo 19/08/2005 n. 192”.
- D.P.R. 2-4-2009 n. 59: “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”.
- D.Lgs 09/04/2008 n. 81 “Attuazione dell’art. 1 della legge 03/08/2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavori”.
- D. Lgs 3 aprile 2006, n. 152: “Norme in materia ambientale”
- D.M. 1.12.1975 - Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione.
- Circ. M. Sanità 30.10.89 n. 26: “Apparecchiature per il trattamento di acque potabili”.
- D.M. LL.PP. 12.12.85 “Norme tecniche per le tubazioni”
- Circ. LL.PP. 20.3.86 n.27291: “Istruzioni relative alla normativa sulle tubazioni”
- UNI EN ISO 7730:2006 - “Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale”
- UNI 5364:1976 - “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell' offerta e per il collaudo.”
- UNI 8364-2:2007 - “Impianti di riscaldamento - Parte 2: Conduzione.”
- UNI 10339:1995 - “Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.2
- UNI 8863 - UNI EN 10255:2005 - “Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura.”
- UNI EN 10216-1:2002 - “Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.”
- UNI 8065 - “Trattamento delle acque negli impianti termici ad uso civile.”
- UNI 8884 - “Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e deumidificazione.”
- UNI EN 12729:2003 - “Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A.”
- UNI EN 12201-1:2004 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità.”

Inoltre, come riportato nell'allegato M del D.Lgs 192/2005 la metodologia di calcolo adottata dovrà garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche: a tale requisito rispondono le normative UNI e CEN vigenti in tale settore:

Fabbisogno energetico primario

- UNI EN ISO 6946, Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI 10347, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante – Metodo di calcolo
- UNI 10348, Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento – Metodo di calcolo.
- UNI 10349, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici UNI 10379-05, Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato.
- UNI EN 13465 Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali.
- UNI EN 13779 Ventilazione negli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento.
- UNI EN 13789, Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 13790, Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento.
- UNI EN ISO 10077-1, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato.
- UNI EN ISO 10077-2, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai.
- UNI EN ISO 13370, Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo.
- Raccomandazione CTI Esecuzione della certificazione energetica – Dati relativi all'edificio.
- Raccomandazione CTI Raccomandazioni per l'utilizzo della norma UNI 10348 ai fini del calcolo del fabbisogno di energia primaria e e del rendimento degli impianti di riscaldamento.

Impianti elettrici - norme CEI-IEC

- CEI 17.5 fasc. 1913E, EN 60947 - 2: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2. Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-13/3 fasc. 1926, CEI 17-13/3VI fasc. 2504, EN 60439-3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. Parte III: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione ASD.
- CEI 20-22II, CEI 20-35 fasc. 688, CEI 20-371 fasc. 739: Cavi isolati polivinilcloruro di qualità R2, tensione nominale 0,6/1 KV, tensione di prova 4 KV C.A. non propaganti l'incendio e la fiamma ed a ridotta emissione di gas corrosivi.
- CEI-22II, CEI 20-371 fasc. 739, CEI 20-11, CEI 20-34: Cavi isolati in gomma EPR ad alto modulo con guaina 0,6/1 KV non propaganti l'incendio e a fiamma a ridotta emissione di gas corrosivi.
- CEI 23-8 fasc. 335, CEE EL 26 1968: Tubi protettivi rigidi in PVC e loro accessori per installazione fissa per uso domestico e similare.
- CEI 23-9 fasc. 823, IEC 669-1: Apparecchi di comando non automatici interruttori per installazione fissa per uso domestico e similare.
- CEI 23-14 fasc. 297, CEI 23-14V2 fasc. 1250V: Tubi protettivi flessibili a base di cloruro di polivinile PVC e loro accessori per posa fissa.
- CEI 23-16 fasc. S430, CEI 23-16V1 fasc. S436, CEI 23-16V2 fasc. S606: Prese a spina di tipi complementari, per installazione fissa e mobile, destinate ad usi domestici e similari.
- CEI 23-18 fasc. 532, CEI 23-18V1 fasc. S635, CEI 23-18V2 fasc. S718, CEI 23-18V3 fasc. 1077V,
- CEI 23-18V4 fasc. 1522V, IEC 1009 EN 61009: Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-22 fasc. 778: Canalette portacavi di materiale plastico per quadri elettrici.
- CEI 23-32 fasc. 1278, CEI 23-32 V1 fasc. 1903V: Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete.
- CEI 23-481 ediz. fasc. 2711: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
- CEI 23-49 fasc. 2730: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Prescrizioni particolari per involucro destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non

trascurabile.

- CEI 23-51 fasc. 2731: Prescrizioni per la realizzazione, verifiche e prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico o similare.
- CEI 61-108 fasc. 2355, CEI EN 60335-2-40: Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare. Norme particolari per le pompe di calore elettriche, per i condizionatori d'aria e per i deumidificatori.
- CEI 64-8/1 fasc. 1916: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 1 Oggetto scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 fasc. 1917: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1000 in c.c. Parte 2 Definizioni.
- CEI 64-8/3 fasc. 1918: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 3 Caratteristiche generali.
- CEI 64-8/4 fasc. 1919: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 4 Prescrizioni per la sicurezza.
- CEI 64-8/5 fasc. 1920: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. Parte 5 Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 fasc. 1921: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Parte 6 Verifiche.
- CEI 64-8/7 fasc. 1922: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 15 in c.c. Parte 7 Ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI 64-12 fasc. 2093G: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

3.3 Condizioni termoigrometriche esterne ed interne

Secondo l'Art.3 comma 1 del D.P.R. 412/93, nella struttura in oggetto vengono svolte attività, tali da poterla classificare come:

- E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

I valori di progetto assunti sono riportati nelle successive tabelle, determinate conformemente a quanto previsto dalle vigenti normative (Legge 10/91, D.P.R. 412/93, Norme UNI, ecc.), tenendo anche conto dei fattori disciplinanti le condizioni ambientali.

In particolare le prestazioni nominali degli impianti sono state valutate assumendo le seguenti condizioni termoigrometriche esterne ed interne:

* Estate

Temperatura esterna:	32 °C
Umidità esterna	45 %
Temperatura interna	26 ± 1 °C
Umidità interna	55% ± 10%

* Inverno

Temperatura esterna	+5 °C
Umidità esterna	90 %
Temperatura interna	20 ± 1°C
Umidità interna	55% ± 10%

3.4 Proprieta' dei fluidi termovettori

Velocità del fluido termovettore aria per l'impianto di ventilazione e deumidificazione:

Canali principali	6	m/s
Canali secondari	2.5 ÷ 4	m/s
Presa d'aria esterna	2.5	m/s
Griglie di ripresa	2 ÷ 2.5	m/s
Griglie di transito	1 – 1.5	m/s
Diffusori	1.5 ÷ 2	m/s
Batterie di riscaldamento	2.5	m/s
Batterie di raffreddamento	2.5	m/s

3.5 Valutazione dei carichi interni e dei ricambi d'aria

Per la valutazione dei carichi termofrigoriferi si farà riferimento ai seguenti criteri:

- Affollamento:
 - A) per gli uffici si considera un affollamento limite pari a 1 persona ogni 7 m² utili;
 - B) per le aule e per le sale riunioni pari al numero delle postazioni previste.
- Il carico specifico è stato valutato in 63 W/cad sensibili e 69 W/cad latente.
- Illuminazione: è stato considerato un carico specifico pari a circa 3 W/m²;
- Ricambi orari:
 - Per gli uffici, in ottemperanza alla Norma UNI 10339, si valuta un ricambio di aria in ambiente pari a 40 m³/h persona, con un minimo per ciascun ambiente pari a 2 Vol/h.

- Per le aule, in ottemperanza alla Norma UNI 10339, è stato assunto pari a $7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ persona e cioè pari a $25.2 \text{ m}^3/\text{h}$ persona
- Carico termico per ciascuna postazione di lavoro (uffici): 250 W/PdL;

3.6 Riscaldamento e raffrescamento - impianto a pannelli radianti a pavimento

Il sistema di riscaldamento e raffrescamento a pavimento a bassa temperatura impiega l'acqua che circola in una rete di tubi annegati nella soletta del pavimento.

La diffusione del caldo e del fresco in ambiente avviene prevalentemente per irraggiamento, consentendo una ripartizione uniforme delle temperature. Questa particolare caratteristica, oltre a garantire una sensazione di benessere fisico, permette di mantenere l'impianto ad una temperatura di gestione molto bassa, riducendo sensibilmente i consumi rispetto agli impianti tradizionali.

Il sistema di riscaldamento e raffrescamento a pavimento è compatibile con qualsiasi tipo di rivestimento ed essendo invisibile, consente grande libertà nell'arredamento, con possibilità di sfruttare al meglio tutti gli spazi.

Nel caso specifico, la scelta di una tipologia di impianto di climatizzazione a pannelli radianti, si integra al meglio con la tipologia del polo scolastico proposto incentrato sul concetto di flessibilità, interpretato in modo da consentire la rimodulazione dello spazio delle aule attraverso il riposizionamento di un mobile attrezzato. In tale ottica, la piastra radiante continua a pavimento consente ogni possibile rimodulazione degli spazi interni destinate alla didattica, che risulterebbe invece impedita nel caso di utilizzo di terminali puntuali quali ad esempio radiatori, fan-coils, ecc.

Il sistema di riscaldamento e raffrescamento a pavimento prevede l'utilizzo combinato di una serie di componenti essenziali che, integrati tra loro, permettono di ottenere il massimo comfort:

- l'impianto radiante che porta l'energia termica agli ambienti;
- il sistema di ventilazione e deumidificazione che permette di tenere sotto controllo l'umidità dell'aria evitando i rischi di condensa;
- il sistema di termoregolazione che gestisce le temperature dell'acqua, dell'aria e l'umidità degli ambienti per garantire la massima efficienza del sistema.

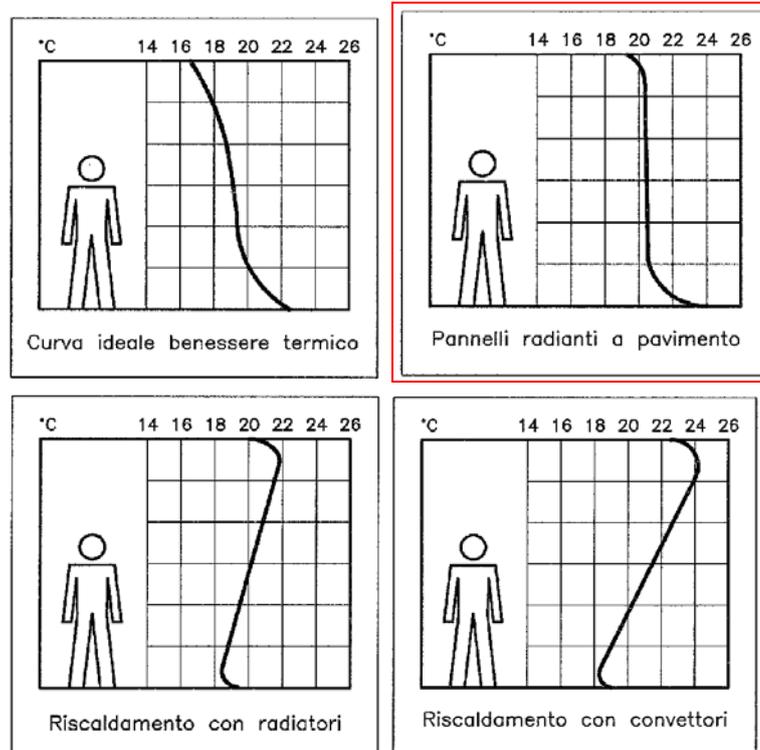
I principali vantaggi che gli impianti a pannelli possono offrire riguardano:

- il benessere termico,
- la qualità dell'aria,
- le condizioni igieniche,
- l'impatto ambientale,
- il calore utilizzabile a bassa temperatura,

- il risparmio energetico.

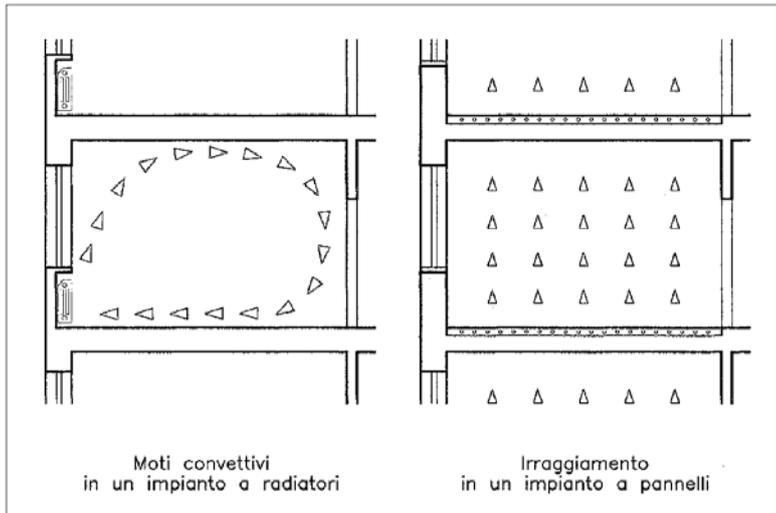
Benessere termico

Come evidenziato dalla curva ideale riportata di seguito, per poter assicurare in un locale condizioni di benessere termico si devono mantenere zone leggermente più calde a pavimento e più fredde a soffitto.



Gli impianti che meglio si prestano a offrire tali condizioni sono quelli a pavimento radiante per i seguenti motivi:

1. la specifica posizione (cioè a pavimento) dei pannelli;
2. il fatto che essi cedono calore soprattutto per irraggiamento, evitando così il formarsi di correnti convettive d'aria calda a soffitto e fredda a pavimento



Qualità dell'aria

Il riscaldamento a pannelli è in grado di evitare due inconvenienti tipici degli impianti a corpi scaldanti:

- la combustione del pulviscolo atmosferico, che può causare senso di arsure e irritazione alla gola sicuramente da evitare in ambienti scolastici;
- l'elevata circolazione di polvere, che (specie nei locali poco puliti) può essere causa di allergie e difficoltà respiratorie.

Condizioni igieniche

Gli impianti a pannelli esercitano un'azione positiva nel mantenimento di buone condizioni igieniche ambientali, in quanto evitano:

- il formarsi di zone umide a pavimento, sottraendo pertanto il loro ambiente ideale ad acari e batteri;
- l'insorgere di muffe (e della relativa fauna batterica) sulle pareti che confinano coi pavimenti caldi.

Impatto ambientale

Gli impianti a pannelli sono gli impianti a minor impatto ambientale perché:

- non pongono vincoli di natura estetica. La non visibilità dei pannelli risulta molto importante soprattutto quando si devono climatizzare edifici di rilievo architettonico, dove la presenza di corpi scaldanti può compromettere l'equilibrio delle forme originali;
- non limitano la libertà d'arredo, consentendo così il più razionale utilizzo dello spazio disponibile;
- non contribuiscono al degrado di intonaci, pavimenti in legno e serramenti, in quanto:
 - non sporcano le pareti di nerofumo,

- non consentono il formarsi di umidità a pavimento,
- limitano sensibilmente i casi di condensa interna in quanto aumentano la temperatura delle pareti vicine alle solette con pannelli.

Inoltre, l'assenza di elementi scaldanti a vista, quali ad esempio radiatori, ventilconvettori, ecc., aumenta sensibilmente la sicurezza degli ambienti serviti da bambini in quanto sono praticamente assenti rischi connessi a contatti con superfici a temperature elevate, possibilità di contatti con parte elettriche accidentalmente in tensione, problematiche connesse ad urti accidentali, ecc.

Calore utilizzabile a bassa temperatura

Per merito della loro elevata superficie disperdente, gli impianti a pannelli possono riscaldare con basse temperature del fluido termovettore. Questa caratteristica rende conveniente il loro uso con sorgenti di calore la cui resa (termodinamica o economica) aumenta al diminuire della temperatura richiesta, come nel caso specifico di utilizzo di pompe di calore.

Risparmio energetico

Rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali, gli impianti a pannelli consentono apprezzabili risparmi energetici essenzialmente per due motivi:

- la maggior temperatura operante che consente (a pari temperatura ambiente) risparmi medi variabili dal 5 al 10%;
- il minor gradiente termico tra pavimento e soffitto che comporta risparmi energetici tanto più elevati quanto maggiore è l'altezza dei locali.

Ulteriori motivi di risparmio energetico possono considerarsi anche:

- l'uso di basse temperature che riduce le dispersioni lungo le tubazioni,
- il non surriscaldamento delle pareti poste dietro i radiatori,
- la mancanza di moti convettivi d'aria calda sulle superfici vetrate.

Mediamente gli impianti a pannelli (sempre in relazione agli impianti di tipo tradizionale) consentono un risparmio energetico variabile dal 10 al 15%.

Raffrescamento dei locali

Per l'edificio in oggetto si prevede l'utilizzo di impianti a pannelli radianti anche per il raffrescamento dei locali.

Per raggiungere le condizioni igrometriche di benessere per il presente intervento progettuale è previsto l'accoppiamento dei pannelli a sistemi di

ventilazione forzata e deumidificazione. L'impianto a pannelli radianti infatti non è capace da solo di deumidificare in quanto la superficie dei pavimenti non consente di far condensare ed evacuare parte dell'acqua contenuta nell'aria.

Inoltre, per edifici quali quelli in oggetto progettati per assicurare elevate prestazioni termiche dell'involucro, sia di inverno che d'estate, i fabbisogni energetici da fornire per garantire il benessere termo igrometrico risultano molto bassi. Il raffrescamento degli ambienti può essere ottenuto, quindi, con impianti a pannelli con i quali non è possibile abbassare troppo la temperatura del pavimento senza provocare fenomeni di condensa superficiale.

Costi di realizzazione e di gestione

Gli impianti a pannelli costano mediamente dal 10 al 30% in più degli impianti a radiatori con regolazione climatica.

Invece, per quanto riguarda i costi di gestione, gli impianti a pannelli consentono risparmi mediamente variabile dal 10 al 15% rispetto agli impianti tradizionali e consentono pertanto di ammortizzare in tempi relativamente brevi il maggior costo sostenuto per la loro realizzazione.

Materiali isolanti

Per ridurre il calore ceduto verso il basso e per limitare l'inerzia termica dell'impianto, al di sotto dei pannelli radianti sarà disposto uno strato isolante.

In particolare si utilizzeranno pannelli isolanti a superfici preformate per l'ancoraggio diretto dei tubi appositamente realizzati per gli impianti a pannelli. Le loro superfici presentano profili e scanalature che consentono di fissare direttamente i tubi, a vantaggio di rendere più veloce la messa in opera dei pannelli.

Per evitare il degrado in opera dei materiali isolanti, saranno previste due tipi di protezione:

- Protezione contro l'umidità del calcestruzzo realizzata sopra l'isolante con fogli in polietilene di spessore pari a 0,20 mm;
- Protezione contro l'umidità ascendente per i pavimenti del primo livello realizzata disponendo sotto l'isolante fogli in cloruro di polivinile (di spessore pari a 0,5 mm).

Massetto

Il massetto di un riscaldamento a pavimento deve possedere una conducibilità termica elevata per garantire un'ottima trasmissione del calore verso gli ambienti sovrastanti e, di conseguenza, assicura una maggiore efficienza del sistema.

Negli impianti a pannelli radianti l'acqua può infatti circolare a temperature più basse (d'inverno), favorendo, come detto, l'utilizzo di sistemi di generazione del calore più efficienti o aumentando il loro rendimento (come nel caso di pompe di calore condensate con impianti geotermici).

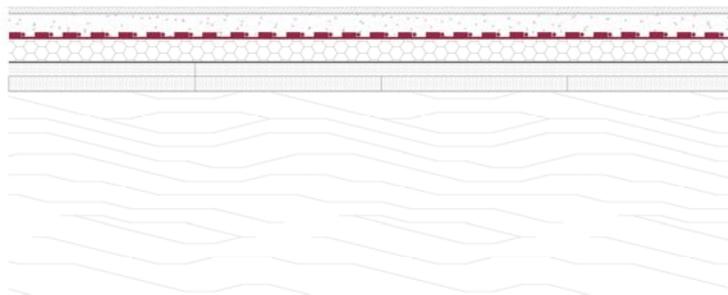
L'elevata conducibilità termica è fondamentale per condurre il calore nell'ambiente in modo omogeneo riducendo i consumi energetici. Inoltre, saranno utilizzati massetti antiritiro in grado di eseguire superfici fino a 150 m² senza giunti, in modo da aumentare la qualità e la sicurezza di posa della pavimentazione.

Lo strato di supporto del sistema di riscaldamento a pavimento contribuisce in modo significativo al contenimento delle dispersioni termiche verso il basso, in particolare nelle zone in cui sono presenti ambienti sottostanti non riscaldati. La posa di un sottofondo di livellamento leggero, isolante, compatto, planare e resistente a base di argilla espansa (10 volte più isolante di una soluzione tradizionale), integra in modo efficace lo strato isolante presente nel sistema e consente di alloggiare, oltre ovviamente ai pannelli radianti, anche altre eventuali tubazioni e cavidotti impiantistici.

Nel caso specifico di edificio scolastico sito nel comune di Palermo, e cioè in territorio caratterizzato da condizioni climatiche non molto severe d'inverno, si è scelto di prevedere massetti a ridotta inerzia termica ed alta diffusività termica, in grado di raggiungere le temperature di regime in tempi molto ridotti.

Il massetto sarà realizzato con un impasto fluido per evitare la formazione di piccole sacche d'aria che possono essere d'ostacolo alla regolare trasmissione del calore.

Lo spessore del massetto sarà pari a 40 mm ed al di sopra di esso si prevede di realizzare direttamente la posa del pavimento.



Pacchetto solaio tipo con pannello radiante a spessore ridotto in plastica riciclata con parte inferiore autoincollante e tubi in polietilene, spessore totale 18 mm

Giunti periferici e giunti principali

Per assicurare la corretta dilatazione del massetto, l'isolamento termico fra massetto e pareti e la discontinuità acustica fra pavimento e pareti saranno realizzati giunti periferici mediante la posa di strisce isolanti (in lana minerale da 10 mm) poste in opera lungo le pareti e i vari elementi costruttivi che possono delimitare il massetto.

Le strisce saranno sovrapposte (per almeno 10 cm) nei punti di giunzione. La loro parte superiore dovrà fuoriuscire dal massetto e sarà rifilata solo a pavimento finito.

Per consentire la dilatazione del massetto in corrispondenza dei giunti strutturali dell'edificio saranno realizzati giunti di separazione principali.

Distribuzione del fluido termovettore

Si realizza convogliando il fluido attraverso la rete principale installata nel controsoffitto dei corridoi, i collettori e i pannelli.

Collettori

Si prevede l'utilizzo di collettori con condotti di andata e ritorno fra loro indipendenti dotati, ognuno di essi, di valvole di regolazione con attuatori elettrotermici asservite a termostati ambiente presenti sui singoli circuiti. Per il corretto funzionamento e la manutenzione dell'impianto essi saranno dotati, oltre che delle valvole a due vie di regolazione, di:

- valvole di intercettazione generale,
- valvole di intercettazione dei singoli pannelli,
- valvole micrometriche per la regolazione dei pannelli,
- valvole automatiche di sfiato,
- rubinetti di scarico.

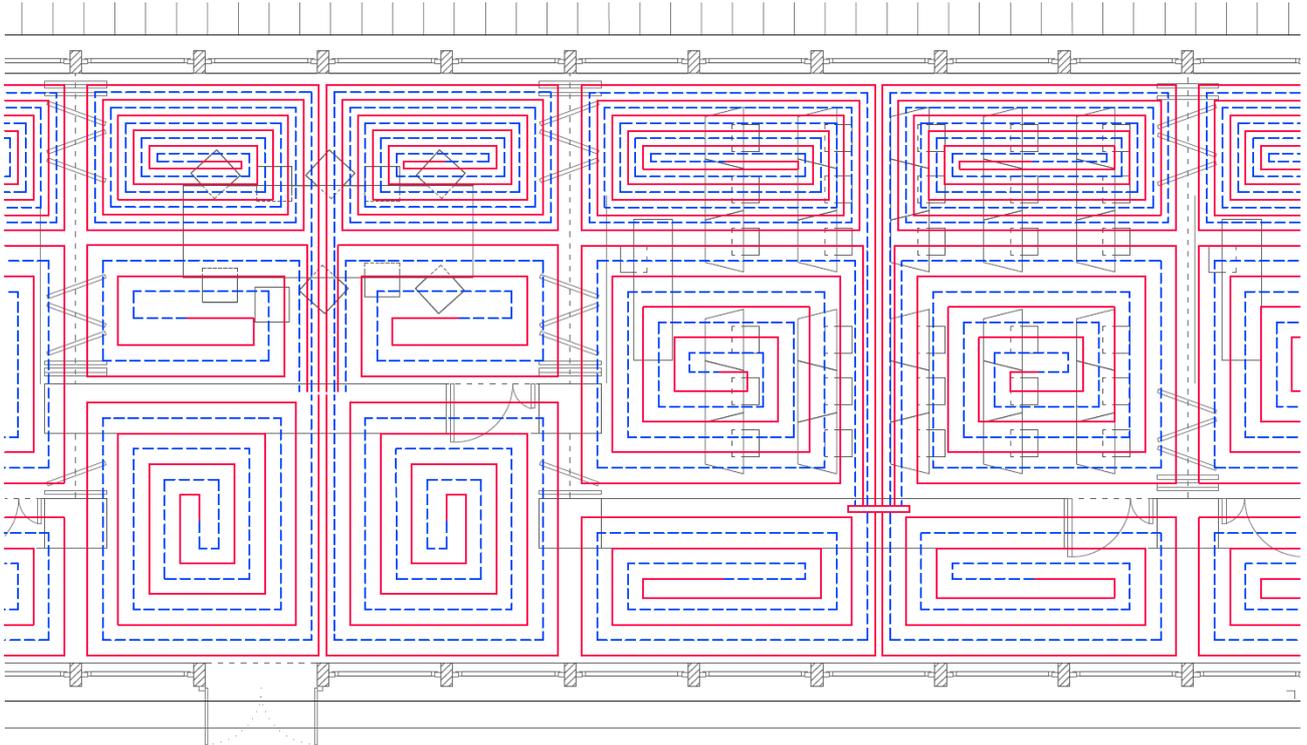
I collettori saranno posizionati in punti facilmente accessibili per le operazioni di taratura, manutenzione e controllo, come ad esempio, nei locali tecnici presenti ai piani oppure nei corridoi. In tal modo gli eventuali interventi manutentivi sui collettori da parte del personale specializzato non intralceranno il normale svolgimento delle attività scolastiche e parascolastiche.

Pannelli radianti

I tubi radianti previsti saranno in materia plastica in quanto essi meglio si prestano a realizzare i pannelli perché, a differenza dei tubi metallici, sono:

- facili da porsi in opera,
- non si corrodono,
- non consentono il formarsi di incrostazioni.

In particolare saranno utilizzati tubi in polietilene reticolato (PEX), polibutene (PB) e polipropilene (PP).



Schema tipologico disposizione pannelli radianti

I tubi in materia plastica saranno dotati di barriere contro la diffusione dell'ossigeno per impedire il diffondersi, all'interno di essi, dell'ossigeno contenuto nell'aria perché questo gas può causare la corrosione degli elementi metallici della pompa di calore e dei tubi metallici.

I diametri utilizzati per realizzare i pannelli saranno il 16/13 e/o il 20/16, a seconda delle richieste termiche e della dimensione degli ambienti da servire.

Sviluppo dei pannelli

Ogni locale sarà servito da uno o più pannelli specificatamente riservati. È così possibile regolare la sua temperatura ambiente in modo autonomo, cioè senza modificare l'equilibrio termico degli altri locali, e quindi tarare la potenza termica resa dai pannelli in funzione delle effettive richieste dei singoli ambienti.

I pannelli saranno realizzati con sviluppo a spirale. Tale sistema, a differenza di quello a serpentine, offre:

- una temperatura superficiale più omogenea, dato che i suoi tubi di andata e di ritorno si sviluppano fra loro in modo alterno (a differenza di quanto avviene con le serpentine);
- una maggior facilità di posa in opera, in quanto la realizzazione delle spirali richiede solo due curve a 180°: quelle centrali, cioè quelle in cui lo sviluppo della spirale si inverte.

3.7 Sistema di regolazione

Il sistema di regolazione degli impianti a pannelli dovrà essere in grado di consentire la cessione del calore richiesto in modo da ottimizzare il comfort termico e il risparmio energetico sei singoli ambienti serviti.

Invece, essendo il sistema di produzione del fluido termovettore a bassa entalpia, non è necessario prevedere sistemi per impedire l'invio di fluido troppo caldo ai pannelli, che potrebbe causare rotture e fessurazioni dei pavimenti e delle strutture.

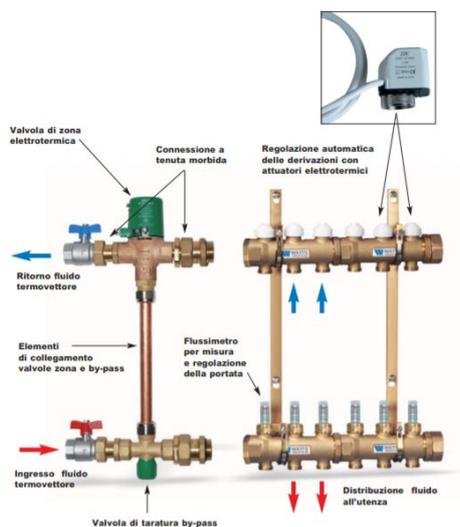
Per ottimizzare la cessione del calore sarà adottata una regolazione di tipo climatico. Essa consente di minimizzare il calore accumulato nelle solette e pertanto di minimizzare anche i tempi richiesti all'impianto per adeguarsi al variare del carico termico richiesto.

La temperatura dell'acqua di alimentazione dei pannelli sarà costantemente regolata in modo da mantenere la temperatura superficiale del pavimento a valori inferiori ai 30 °C nella stagione invernale.

Nel dettaglio, si prevede la regolazione climatica integrata con valvole a due vie elettrotermiche, asservite a termostati ambiente, installate sul singolo circuito dei pannelli radianti alimentato dal collettore di distribuzione di zona.

Come detto il sistema proposto è del tipo a bassa entalpia (funzionante cioè a "bassa" temperatura d'inverno e ad "alta" temperatura d'estate) e quindi non è necessario prevedere valvole miscelatrici a tre vie motorizzate sui collettori in quanto la temperatura del fluido prodotto è già pari a quella richiesta dai pannelli radianti.

Inoltre, per lo stesso motivo, non sono necessari sistemi di sicurezza per impedire l'invio di fluido troppo caldo ai pannelli e cioè sonde di sicurezza per il blocco delle elettropompe dell'impianto, ecc.



Collettori di distribuzione e regolazione pannelli radianti

Il circuito di alimentazione dei pannelli sarà del tipo a portata variabile in grado di adattarsi in automatico alle potenzialità richieste dall'impianto che variano, zona per zona, in funzione dei livelli di regolazione delle singole derivazioni che avviene con attuatori elettromeccanici.

Tutti i gruppi di pompaggio saranno quindi dotati di Inverter (regolatori di frequenza) in grado di variare, in funzione delle richieste, la portata del circuito di distribuzione dei fluidi. Ovviamente ciò comporta un ulteriore risparmio in termini di consumi energetici in quanto, nei circuiti a portata variabile l'energia elettrica necessaria al funzionamento delle pompe di circolazione si riduce drasticamente. Infatti, a differenza dei circuiti a portata fissa dove il volume di acqua movimentato è sempre lo stesso (pari al massimo), nei circuiti a portata variabile le pompe movimentano solo la portata idrica richiesta dall'impianto con conseguente risparmio nei consumi elettrici, soprattutto nei periodi intermedi.

3.8 Pompe di calore geotermiche

Il sistema a sonde geotermiche utilizza la temperatura costante del sottosuolo per produrre energia con ciclo ad alto rendimento e quindi con bassi consumi energetici e basse emissioni di CO² nell'ambiente.

Il terreno è un serbatoio termico naturale che non si fa influenzare dagli agenti atmosferici esterni mantenendo la temperatura costante durante tutto l'anno già a pochi metri di profondità. Questo rende la soluzione geotermica la più diffusa e conosciuta tra i sistemi in pompa di calore. Lo scambio di calore con il terreno avviene tramite delle tubazioni in polietilene (circuito chiuso) dove all'interno circola un fluido termovettore composto da acqua e glicole in modo da prevenire il congelamento del liquido.

Nello specifico, La temperatura del sottosuolo, a partire da 20m di profondità, è praticamente costante e non dipende più dal giorno e dalla notte o dalla stagione climatica.

In Italia questa temperatura varia tra gli 10 e 14° a 20m di profondità ed aumenta di 1° ogni 33m circa, assicurando, quindi, una fonte di bassissima temperatura utile per sistemi di riscaldamento centralizzati a servizio di edifici civili.

La tecnologia a sonda geotermica consiste nell'installazione di una tubazione ad U in polietilene in una perforazione nel sottosuolo da realizzare, quest'ultima, nelle vicinanze dell'edificio servito.

In particolare si prevede l'installazione di una sonda geotermica verticale (SGV) in una perforazione di diametro 20cm e di profondità pari a circa 100 m dal piano campagna.

All'interno delle tubazioni in polietilene, che fungono da scambiatori di calore con il sottosuolo, circola un fluido composto da acqua addizionata

da un antigelo per circa il 15-20%. Il fluido circolante nella perforazione accumula calore e fornisce energia geotermica (dal 65 al 75%) alla pompa di calore. La perforazione sarà riempita con una miscela di bentonite e cemento per assicurare un buon contatto termico tra i tubi e la parete della perforazione e quindi aumentare la capacità di scambio termico.



Regolatori di frequenza (Inverter)

Il fluido che circola nelle sonde geotermiche sarà inviato alle pompe di calore che provvederanno (nella stagione invernale) ad innalzare la temperatura del fluido in uscita a circa 35°, cioè la temperatura necessaria per il funzionamento dei pannelli radianti da installare a pavimento. L'energia utilizzata dalla pompa di calore sarà pari a circa il 30% di quella totale con un notevole risparmio in termini di consumi e quindi di emissioni di CO2 nell'ambiente.

L'impianto a sonde geotermiche funzionerà anche d'estate come sorgente di condensazione delle pompe di calore per produrre l'energia termica richiesta sia dai pannelli radianti che dalle UTA locali per il ricambio d'aria degli ambienti. Anche in questo caso il funzionamento dell'impianto sarà caratterizzato da alti rendimenti e bassi consumi energetici.

Nel caso specifico si prevede l'utilizzo di pompe di calore geotermiche Total Inverter e cioè apparecchiature in cui tutta la componentistica attiva (pompe di circolazione, valvole e compressori) è dotata di driver elettronici che ne regolano la potenza a vantaggio di un minor consumo elettrico ed un maggior adeguamento al carico.

Per il polo scolastico in oggetto, per la centrale di produzione che alimenta le tre scuole (dell'infanzia, elementare e media) si prevede l'installazione di 2 pompe di calore a bassa temperatura acqua/acqua con funzione di recupero per la produzione di acqua calda sanitaria, e di due pompe di calore per impianti VRF, condensate sempre dal circuito idronico delle sonde geotermiche, per l'alimentazione delle UTA locali a recupero di ventilazione e deumidificazione degli ambienti.

In tal modo si avrà la massima efficienza del sistema di produzione in quanto:

- le pompe di calore che alimenteranno i circuiti dei pannelli radianti lavoreranno a basse temperature massimizzando i rendimenti;
- le pompe di calore che alimentano l'impianto VRF a servizio delle UTA locali a recupero, dovendo deumidificare d'estate, lavoreranno a temperature più basse d'estate e più alte d'inverno, e cioè a "range" di temperature per i quali si hanno i massimi rendimenti di tali sistemi (VRF);

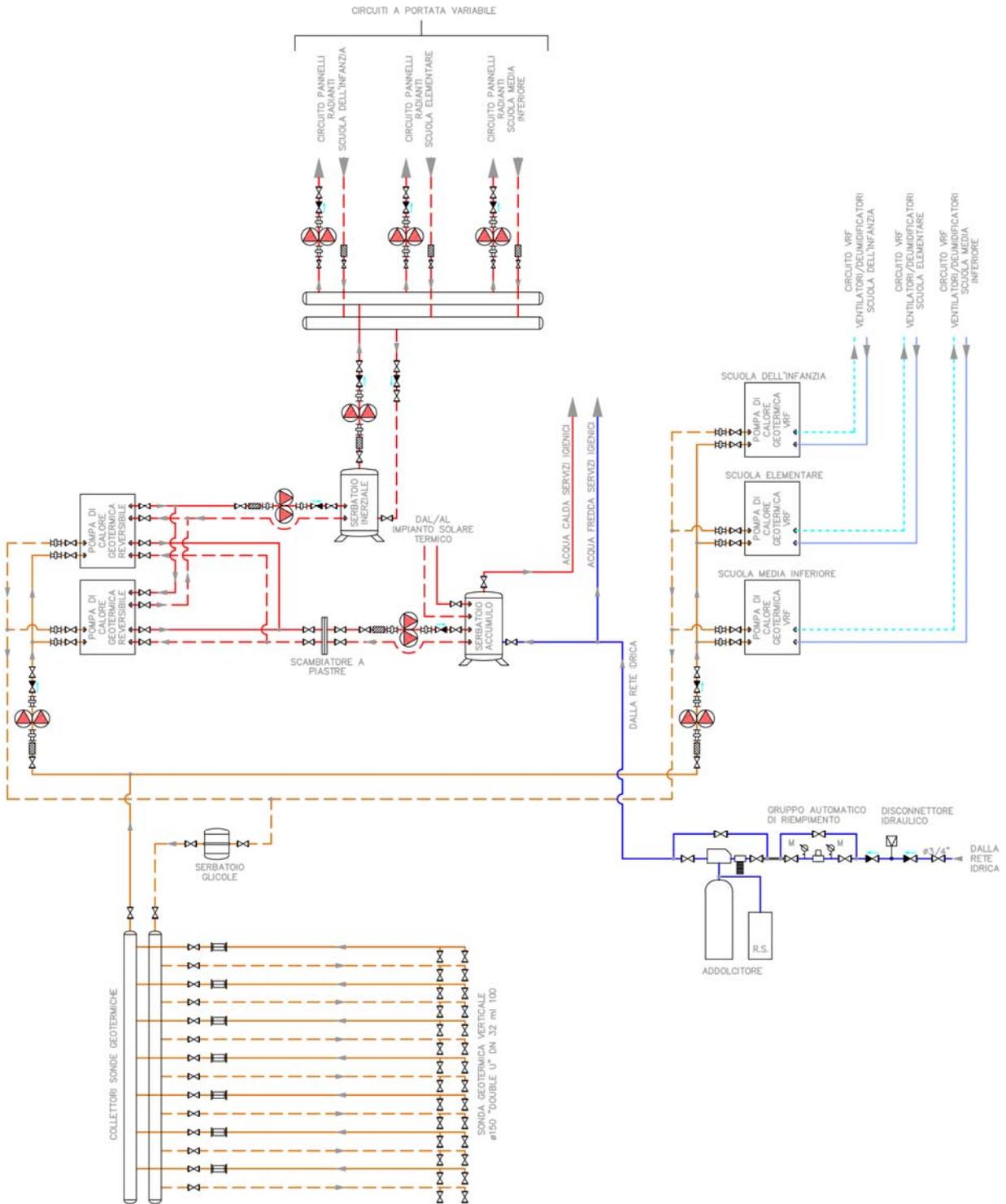
Entrambi i due tipi di pompe di calore previste saranno appositamente dimensionate per applicazioni con impianti di tipo geotermico alimentate con sistemi a circuito chiuso e quindi garantiranno il comfort ideale in qualsiasi stagione; infatti la macchina è progettata per la generazione di caldo, freddo e per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso un circuito dedicato che opera come recupero di calore.

Tutti i circuiti saranno del tipo "a portata variabile" e quindi, tutte le pompe di circolazione dei vari circuiti saranno dotate di variatori di frequenza (Inverter) in grado di fornire ai motori solo l'energia elettrica necessaria alla movimentazione delle portate idriche richieste nelle varie condizioni di funzionamento.

Attraverso la funzione di recupero, queste unità sono in grado di produrre gratuitamente acqua calda sanitaria sia in regime estivo che invernale fino a 60°C.

Il sistema di produzione geotermico, abbinato a terminali di distribuzione a bassa entalpia, come nel caso di pannelli radianti a pavimento, assicura rendimenti superiori a 5 sia nel funzionamento invernale (COP = 5.5) che nel funzionamento estivo (EER = 6.5).

Inoltre, a differenza delle pompe di calore aria-acqua, le pompe geotermiche non necessitando di scambio termico con la sorgente aria (ne d'estate e ne d'inverno) non richiedono installazioni all'aperto che spesso compromettono l'estetica degli edifici o degli spazi aperti circostanti. Infatti, nel caso specifico, tutte le apparecchiature di produzione e distribuzione dei fluidi termovettori (pompe di calore, circolatori, serbatoi, ecc) saranno installati in appositi volumi tecnici chiusi ricavati a ridosso della rampa di collegamento dei due piazzali sui quali si imposta l'edificio. Quindi, nessuna macchina sarà visibile dall'esterno a tutto vantaggio dell'armonia architettonica e paesaggistica del nuovo polo scolastico.



Schema funzionale impianto di climatizzazione

3.9 Ventilazione - impianto di ventilazione invernale ed estiva

L'impianto di ventilazione dell'edificio sarà realizzato con un sistema composto da un unità di trattamento aria (UTA) alimentata dal sistema a pompa di calore VRF condensato ad acqua con impianto a sonde geotermiche.

L'UTA prevista sarà del tipo a recupero di calore cioè capace di sfruttare l'energia termica presente nell'aria di espulsione. L'unità proposta, di tipo monoblocco, rinnova l'aria negli edifici estraendo ed espellendo il 100% dell'aria viziata e purificando l'aria esterna prima della sua immissione, anche mediante filtri elettronici ad alta efficienza su fumi, polveri fini, virus e batteri.

L'unità previste permettono di controllare l'umidità relativa in ambiente (deumidificazione e post riscaldamento estivo, riscaldamento e umidificazione invernali) in abbinamento al sistema a pannelli radianti, che opera solo sul carico sensibile.

L'aria immessa negli ambienti è sempre prelevata interamente dall'esterno, ma l'unità, grazie alla tecnologia a recupero termodinamico attivo abbinata alla tecnologia della pompa di calore e sonde geotermiche, utilizza tutto l'anno l'energia contenuta nell'aria espulsa ed elimina le elevate perdite di carico dei sistemi di trattamento aria convenzionali. La potenza termica o frigorifera così generata riduce la potenza richiesta al sistema di climatizzazione integrativo e quindi il suo costo impiantistico.

In particolare, l'aria estratta dagli ambienti, prima di essere espulsa all'esterno, passa attraverso lo scambiatore esterno, recuperandone l'energia richiesta dal circuito di recupero termodinamico attivo per il trattamento dell'aria esterna.

Tutte le canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria saranno in acciaio zincato coibentate all'esterno con materiali biocompatibili.

Come detto, per assicurare la ventilazione meccanica agli ambienti, saranno installati recuperatori di calore canalizzabili nei controsoffitti.

Il recuperatore a scambio totale di calore è costituito da uno scambiatore di calore a flussi incrociati, con elementi realizzati con setti separatori e pacco di scambio in carta trattata a basso impatto ambientale. L'unità sarà collegata in maniera singola con comando a filo, a sistemi di climatizzazione con cavo in dotazione ed al bus di comunicazione del sistema di climatizzazione VRF.

Le vie di passaggio dell'aria esterna e dell'aria espulsa saranno fisicamente separate in modo da permettere un pre-trattamento dell'aria esterna fino a livelli termoigrometrici prossimi a quelli dell'aria ambiente, evitando il rischio di indesiderate miscele con l'aria espulsa. L'unità è provvista di sonde di temperatura dell'aria esterna ed interna. Il pacco di scambio in carta trattata sarà caratterizzato da un'alta conducibilità termica

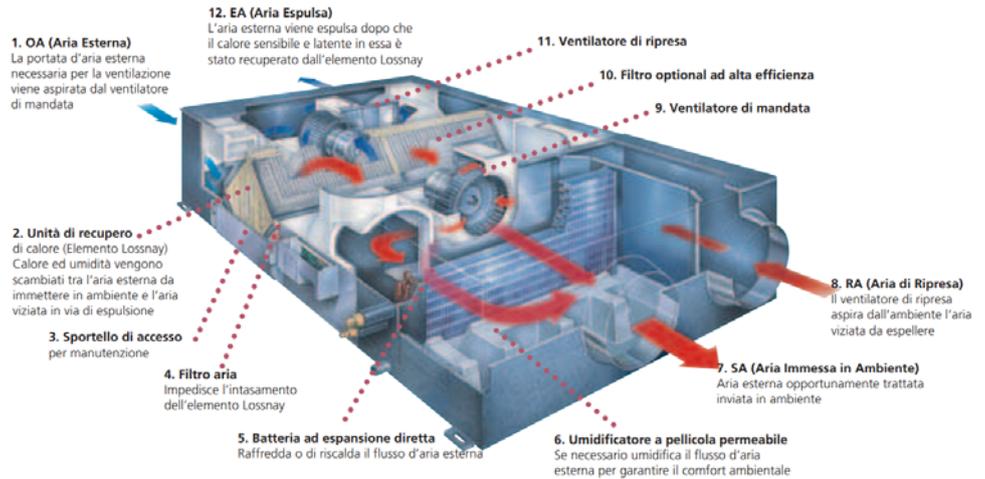
(equivalente a quella dell'alluminio e del rame) in grado di effettuare lo scambio termico sia del calore sensibile sia del calore latente.

I recuperatori saranno dimensionati in modo da svolgere anche la funzione di deumidificazione dell'aria nel periodo estivo. Essi infatti sono dotati di batterie di scambio termico alimentate dalle pompa di calore VRF, che sfruttano anch'esse l'energia geotermica del sottosuolo come sorgente.

Le unità di trattamento dell'aria saranno alimentate direttamente dal fluido refrigerante (gas/liquido), prodotto dalla pompa di calore condensata anch'essa con acqua proveniente dalle sonde geotermiche, eliminando gran parte delle apparecchiature previste in impianti che utilizzano come fluido termovettore l'acqua, per la distribuzione, circolazione, spillamento, e miscelazione del fluido termovettore acqua, con conseguente riduzione dei costi energetici e dei costi di manutenzione e di gestione degli impianti.

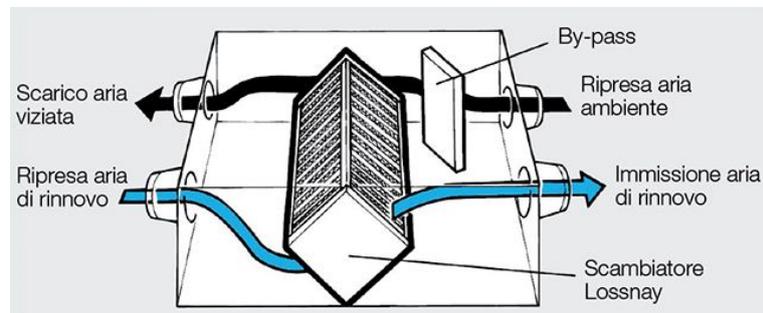
I principali vantaggi dell'impianto proposto possono così riassumersi:

- notevole risparmio energetico, grazie, non solo all'adozione di gruppi di produzione ad elevati rendimenti (COP ed EER), ma anche alla regolazione automatica in continuo della potenza assorbita dalle unità esterne in funzione dell'effettiva richiesta istantanea.
- semplicità di collegamenti, in quanto tutta la distribuzione avviene attraverso tubi in rame;
- possibilità di facili interventi successivi di modifica della distribuzione (eliminazione, spostamento e/o aggiunta di unità interne, anche di diverso tipo) entro i limiti della potenzialità delle singole unità esterne;
- possibilità di scelta, dei modi di funzionamento (riscaldamento o raffrescamento) di ogni singolo sistema, in funzione delle esigenze termiche dei locali;
- possibilità di alimentazione in contemporanea di un elevato numero di unità di vario tipo;
- possibilità di collegamenti estremamente elastici, nel senso che è possibile realizzare tubazioni con elevate lunghezze;
- ridotto impatto visivo, in quanto il limitato ingombro delle apparecchiature permette di posizionare le macchine in modo tale da mascherarle sufficientemente alla vista;
- massima silenziosità delle unità esterne ed interne;
- possibilità di facili interventi successivi di modifica della distribuzione (eliminazione, spostamento e/o aggiunta di unità interne, anche di diverso tipo) entro i limiti della potenzialità delle singole unità esterne;



Unità di ventilazione e deumidificazione a recupero

La permeabilità all'umidità del pacco consentirà il trasferimento dell'umidità stessa per capillarità in virtù della differenza tra le tensioni di vapore che esistono tra i due lati dei setti di separazione. Il recuperatore sarà dotato di un circuito di by-pass che permette il raffrescamento gratuito nelle mezze stagioni mediante la sola ventilazione (*free-cooling*).



Schema recuperatori

Inoltre, i recuperatori saranno dotati di comandi a filo a cristalli liquidi con possibilità di lettura delle temperature di ingresso e di uscita e possibilità di selezionare manualmente o automaticamente le velocità di ventilazione e le temperature di lavoro del *free-cooling*.

Le unità di ventilazione a recupero saranno installate nei controsoffitti dei corridoi in posizioni tali da minimizzare i percorsi delle canalizzazioni, sia di mandata che di ripresa, a servizio dei vari ambienti.

Invece, le canalizzazioni di presa aria esterna e di espulsione dell'aria viziata raggiungeranno l'esterno in punti non visibili in facciata, come ad esempio, all'interno della fascia inclinata frangisole che si sviluppa lungo l'intero edificio.

4. Impianti elettrici e speciali

4.1 Premessa

L'intervento progettuale prevede la realizzazione completa degli impianti elettrici e speciali a servizio di tutto il complesso scolastico.

Per impianti elettrici si intendono in generale: la cabina MT/BT, i quadri elettrici generali di distribuzione in BT, i sottoquadri di zona, i circuiti di distribuzione principale e terminale dell'energia elettrica, gli impianti di forza motrice (utilizzatori e prese), gli impianti di illuminazione, gli impianti di messa a terra.

Per impianti speciali si intendono in generale: gli impianti ausiliari, gli impianti di chiamata, gli impianti telefonici, gli impianti di cablaggio strutturato, gli impianti citofonici, gli impianti TV terrestre e satellitare, gli impianti di rivelazione incendio, gli impianti antintrusione, gli impianti di TVCC, gli impianti di home e building automation, gli impianti di supervisione, ecc.

Sono ricompresi nella definizione di impianti speciali anche tutti gli eventuali ulteriori sistemi destinati alle funzioni di "safety", "security", "building automation", "information and communication technologies", di cui si prevede di dotare l'edificio.

4.2 Criteri e scelte della progettazione

Le scelte progettuali sono state motivate dall'obiettivo di dotare il nuovo edificio di sistemi impiantistici semplici e funzionali, conformi agli standard dettati, oltre che dalle norme cogenti, anche da norme di indirizzo emanate da enti sovra ordinati o dalle stesse esperienze dei progettisti in altre simili strutture.

Ciò in considerazione del fatto che gli impianti tecnologici sono elementi di fondamentale importanza per la vita quotidiana della scuola e dei suoi ospiti, siano essi i bambini/adolescenti/ragazzi, il personale sia gli stessi genitori che con l'ambiente della scuola si rapportano.

Non potendo sottovalutare i problemi economici nei quali si dibatte oggi la finanza pubblica, che costringono numerosi enti locali a comprimere in modo a volte eccessivo le risorse da destinare alla realizzazione di nuove opere anche quando esse sono necessarie per soddisfare bisogni essenziali dei cittadini, si è cercato comunque di fare in modo che le scelte progettuali, soprattutto in termini di materiali e tecnologie, non siano rapportate esclusivamente al valore del budget o agli aspetti economici, ma - oltre a tener conto dei requisiti irrinunciabili del progetto - valutino con attenzione l'esigenza di non spostare alcuni costi dalla fase di investimento a quella di esercizio.

In particolare, a tale proposito, si è cercato di fare in modo che l'efficienza energetica del sistema "edificio-impianto" risulti particolarmente performante, mediante l'impiego sinergico di adeguate tecnologie, in modo che il loro funzionamento e la loro integrazione reciproca ottenga i migliori benefici in termini energetici, di confort funzionale, di benessere, di uso sostenibile delle risorse.

In sintesi, con riferimento agli aspetti evidenziati, le scelte effettuate riguardano principalmente i seguenti punti:

- sistemi di illuminazione artificiale, adeguatamente studiati e dimensionati per garantire una visibilità ottimale in ogni condizione e per una ottimale integrazione con l'illuminazione naturale e garantendo agli occupanti il miglior benessere e confort visivo anche nelle ore e nelle condizioni di mancato o insufficiente apporto dell'illuminazione diurna, con l'impiego, per esempio, di apparecchi a sospensione in modulo continuo particolarmente performanti sotto l'aspetto della efficienza illuminotecnica ed energetica, della qualità della luce e del confort (limitazione dell'abbagliamento, emissione diffusa up/down light, valori degli illuminamenti, della tonalità della luce e della resa cromatica agli standard più severi).

La diffusione della luce potrà essere favorita anche dal trattamento dei soffitti e delle pareti, tinteggiabili di opportuni colori chiari;

- attenzione posta al risparmio energetico, prevedendo corpi illuminanti a LED e che l'impianto luminoso possa entrare in funzione per settori, mediante sensori attivati dalla presenza degli utenti;
- la realizzazione di un sistema di home/building automation di base, legato alle funzioni essenziali, ma integrabile in futuro per una maggiore efficienza funzionale ed energetica dell'edificio (es. dimmerizzazione degli apparecchi illuminanti, apertura/chiusura di tende e tapparelle, interazione evoluta per la regolazione degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, ecc.);
- la realizzazione di un sistema di cablaggio strutturato tale da consentire l'utilizzazione integrata di eventuali tecnologie informatiche di base;
- utilizzo di sistemi blindosbarra;
- la realizzazione di un campo fotovoltaico di adeguata potenza per la produzione e l'utilizzo o lo scambio sul posto di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Infine, uno speciale rilievo hanno i criteri di sicurezza da adottare per gli impianti elettrici, finalizzati alla particolarità degli ambienti in cui devono essere inseriti.

I requisiti a cui risponderanno gli impianti sono:

- possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento individuate nel piano di gestione delle

emergenze tali da non costituire pericolo durante le operazioni di spegnimento;

- non costituire causa primaria di incendio o di esplosione;
- non fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi; il comportamento al fuoco della membratura deve essere compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
- i cavi per energia e segnali non devono determinare rischio per l'emissione di fumo, gas acidi e corrosivi, secondo le vigenti norme di buona tecnica.
- l'architettura dell'impianto non dovrà consentire che un eventuale guasto metta fuori servizio l'intera utenza: tale prestazione sarà garantita suddividendo opportunamente le linee di alimentazione delle utenze;
- gli apparecchi di manovra e protezione dovranno essere ubicati in posizioni protette con manovra riservata al personale edotto sui rischi. A tal proposito tutto l'impianto sarà sezionabile mediante pulsante di sgancio, con azione direttamente sul quadro di media tensione di cabina. Il quadro elettrico generale di BT sarà posizionato nella cabina di trasformazione in struttura separata ed adeguatamente protetta dal fuoco;
- gli impianti ed i loro componenti dovranno essere adeguati all'uso previsto,
- compatibilità tra loro e compatibili con le caratteristiche delle alimentazioni ordinarie, di sicurezza, di riserva o emergenza.

I materiali le apparecchiature da impiegarsi:

- dovranno essere nuovi, di primo impiego;
- dovranno essere adatti all'ambiente in cui è destinata la loro installazione e saranno protetti e idonei nel resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potrebbero essere esposti durante l'esercizio;
- dovranno essere provviste di marchio di conformità CE;
- dovranno avere dimensioni e caratteristiche tecniche tali da rispondere alle Norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore;
- in particolare gli apparecchi ed i materiali per i quali è prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità dovranno essere muniti del contrassegno I.M.Q. che ne attesti la rispondenza alle rispettive normative, ed essere comunque muniti di Marchio di Qualità riconosciuti a livello internazionale;
- i tubi protettivi dovranno essere di PVC pesante, recanti il contrassegno del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e la marcatura

CE. Dovranno essere del tipo flessibile se posati sotto traccia e rigido se installati in vista e avere un diametro interno almeno 1.3 volte maggiore al fascio dei conduttori contenuti con un minimo nominale di 20 mm. Dovranno essere disposti orizzontalmente o verticalmente, evitando percorsi obliqui;

- tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa, eventuali istruzioni d'uso e schemi funzionali, utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana;
- dovranno risultare accessibili in modo semplice e rapido, onde garantire le operazioni ordinarie di manutenzione preventiva (o programmata) e quelle straordinarie di manutenzione correttiva (o di emergenza).

4.3 Riferimenti normativi - prescrizione tecniche generali

Oltre alle norme di legge ed alle norme CEI (elencate di seguito) riguardanti in generale la realizzazione degli impianti elettrici, saranno applicate le seguenti norme tecniche specifiche per gli ambienti ad uso scolastico: norma CEI 64-8/7 – Parte 7 – Sezione “Ambienti a maggior rischio in caso d’incendio”, Guida CEI 64-52 “Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici”, DM 26/08/92 “Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”, con particolare riferimento ai requisiti stabiliti per le scuole classificate di tipo 3 (presenza contemporanea di un numero massimo da 501 a 800 persone), DM 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica”. Saranno applicate inoltre le disposizioni di cui al D.M. 14 giugno 1989 n° 236, allo scopo di garantire l'accessibilità e la visibilità degli ambienti dal punto di vista delle dotazioni impiantistiche, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di superamento delle barriere architettoniche.

In relazione al D.M. 22/01/2008 n. 37 sul riordino delle normative in materia di sicurezza ed installazione degli impianti, l’intervento è caratterizzato come segue.

L'attività e/o i locali della Scuola in oggetto sono rientranti tra quelle attività e/o ambienti elencate nel D.M. per le quali esiste l’obbligatorietà della redazione del progetto dell'impianto elettrico, come meglio sotto descritto, con riferimento ai seguenti articoli:

- art. 1, comma 1: "Il presente decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d’uso, collocati all’interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l’impianto è connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.

- art. 1, comma 2, lettera a): "impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;"
- art. 1 comma 2 lettera b): Impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere.
- art. 1 comma 2 lettera d): impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 mc;
- art. 1, comma 2, lettera g): "impianti di protezione antincendio"
- art. 5, comma 1: "Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettere a), b), c), d), e), g), è redatto un progetto"
- art. 5, comma 2, lettera c): "impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 mq" .

In dettaglio:

Individuazione

Edificio destinato a comprendere la scuola dell'infanzia, la scuola elementare e la scuola secondaria di I grado e sviluppato su due piani fuori terra avente una superficie in pianta di circa 7.000 m², dotato di aule, spazi per la didattica, palestra, e di altri ambienti per i servizi generali di edificio, classificato di tipo 3 in relazione alla normativa antincendio.

Destinazione d'uso

Con riferimento ai criteri di individuazione definiti dal DM 37/2008:

- Destinazione d'uso: altri usi.

Tipologia degli impianti

Con riferimento ai criteri di individuazione definiti dal DM 37/2008:

- impianti di cui all'art. 1 comma 2 lettera a): Impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché' gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;
- impianti di cui all'art. 1 comma 2 lettera b): Impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;
- impianti art. 1, comma 2, lettera g): Impianti di protezione antincendio.

Tipo di intervento

Con riferimento ai criteri di installazione definiti dal DM 37/2008: Nuova installazione

Obbligo di progettazione

In relazione alla specifica destinazione d'uso, fatta salva l'applicazione di norme che impongono una progettazione degli impianti, la redazione del progetto di cui all'art. 5 del DM 37/2008 è obbligatoria per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento dei seguenti impianti:

- *Impianti elettrici: immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione qualora la superficie superi e 200 m²; unità immobiliari provviste anche solo parzialmente di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o maggior rischio in caso d'incendio;*
- *Impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere: in quanto coesistenti con impianti elettrici per i quali è d'obbligo la progettazione;*
- *Impianti di protezione dalle scariche atmosferiche: edifici con volume superiore a 200 m³.*

4.4 Definizione degli ambienti ordinari secondo le norme CEI

In generale gli ambienti ordinari secondo le norme CEI relative agli impianti elettrici sono quelli degli edifici civili destinati alla residenza, ad uffici, negozi, altri usi del piccolo terziario; quelli contenenti bagni e docce; quelli destinati ad autorimesse con meno di 9 autoveicoli; quelli destinati ad ospitare impianti termici alimentati a gas di rete di potenzialità termica inferiore a 35 kW, ecc.

Negli edifici destinati ad attività produttiva sono considerati ambienti ordinari secondo le norme CEI quelli in cui non si svolge alcuna delle attività di cui al D.M. 16 febbraio 1982 per le quali è richiesto dalla normativa vigente il Certificato di prevenzione incendi, ed inoltre quelli privi di strutture portanti combustibili o quelle in cui non siano convogliate, manipolate o depositate sostanze infiammabili o combustibili con classe del compartimento antincendio ≥ 30 .

Trattasi quindi degli ambienti per i quali vale la norma generale per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V c.a. CEI 64-8 Parti da 1 a 6 e Parte 7 Sezione 701, ed – in generale – i criteri esecutivi di cui alla Guida CEI 64-50.

4.5 Definizione degli ambienti soggetti a norma CEI specifica

Gli ambienti soggetti a norma CEI specifica per l'esecuzione degli impianti elettrici sono quelli per i quali si rendono necessarie, in aggiunta all'applicazione delle norme generali, l'adozione di provvedimenti

impiantistici particolari e/o analisi specialistiche ulteriori, sovente di natura interdisciplinare, allo scopo di assicurare che gli impianti elettrici presenti negli ambienti medesimi non costituiscano la causa di innesco di incendi, di esplosioni, o non aumentino in modo indebito – considerata la particolare natura del luogo – il rischio per gli operatori e le altre persone che possono entrare in contatto con parti in tensione a causa di provvedimenti insufficienti, di guasti o di difetti di isolamento.

Trattasi in generale degli edifici e degli ambienti in cui si svolgono le attività di cui al D.M. 16 febbraio 1982 per le quali è richiesto dalla normativa vigente il Certificato di prevenzione incendi, ed inoltre di quelli in cui l'ampiezza e la conformazione oltre al numero di persone presenti rendono lente e difficili le operazioni di esodo in caso di emergenza, oppure quelli aventi strutture portanti combustibili, o quelli in cui sono convogliate, manipolate o depositate sostanze infiammabili o combustibili con classe del compartimento antincendio pari o superiore a 30.

Altri esempi di ambienti soggetti a norma CEI specifica per l'esecuzione degli impianti elettrici sono i luoghi in cui può esserci il rischio di accensione dovuta alla presenza di gas o vapori infiammabili in miscela con aria in condizioni atmosferiche normali; i luoghi di pubblico spettacolo; i locali ad uso medico; le cabine e le officine elettriche, gli impianti di autoproduzione dell'energia elettrica, ecc.

In tali ambienti, in aggiunta alla norma generale, gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alle ulteriori norme CEI ad essi applicabili, da individuare di volta in volta in funzione delle specifiche destinazioni d'uso.

Con riferimento alla definizione di cui al precedente punto, tutti gli ambienti dell'edificio, in particolare quelli cui hanno accesso gli alunni, gli insegnanti ed il personale di servizio sono soggetti alla norma specifica CEI 64-8/7 – Parte 7 – Sezione "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio", in quanto attività soggetta al controllo dei VVF, avente conformazione, ampiezza e numero di persone presenti tali da rendere potenzialmente lente e difficili le operazioni di esodo in caso di emergenza.

4.6 Considerazioni in ordine all'obbligo di progettazione

Nel caso specifico in relazione alla destinazione dell'immobile ed alla sua superficie, il DM 37/08 stabilisce l'obbligo della progettazione degli impianti elettrici, degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche, degli impianti elettronici coesistenti.

L'edificio, in base alla sua destinazione d'uso a struttura scolastica, rappresenta inoltre un ambiente soggetto a normativa CEI specifica, che a maggior ragione configura l'obbligo di progettazione per gli impianti elettrici ed elettronici.

Alla luce di quanto sopra gli impianti dell'edificio dovranno essere eseguiti rispettando la regola dell'arte e la normativa attualmente in vigore, le disposizioni dettate dai regolamenti comunali, del locale Comando dei Vigili del Fuoco e degli altri Enti competenti ENEL, ecc. e progettati da professionista abilitato.

In particolare gli impianti dovranno rispettare le normative, per quanto applicabili:

- *DPR 6 giugno 2001 n. 380*: “Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”,
- *D.M. 18 dicembre 1975*: “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”,
- *DM 26 agosto 1992*: “ Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica”,
- *Legge 01/03/1968 n. 168*: “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e l'installazione di impianti elettrici ed elettronici”.
- *Legge 18/10/1977 n. 791*: “Attuazione direttiva del Consiglio della Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
- *D.Lgs 09/04/2008 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”.
- *D.22/01/2008 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.”
- *D.Lgs 25/11/1996 n. 626*: “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”.
- *D.Lgs 12/06/2003 n. 233*: “Attuazione della direttiva 1999/92/CEE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive”,
- *DM 14 giugno 1989 n. 236*: “Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche”,
- *DM 10 marzo 1998*: “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”,

- *Norme C.E.I.:* indicate nei seguenti fascicoli, con l'obbligo di aggiungerne eventualmente altri pubblicati in aggiunta, sostituzione e variazione, nonché gli errata corrige:

CEI EN	FASCICOLI	DESCRIZIONE – TITOLO
0-2	6578	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
11-20	5732	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
CEI EN 60446 16-4	9347	Principi base e di sicurezza interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione. Individuazione dei conduttori tramite colori e codici alfanumerici.
CEI EN 60947-2 17-5	8917	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2.
CEI EN 60439-1 17-13/1	4152C	Interruttori automatici. Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
CEI EN 61439-1 17-113	10144	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali.
CEI EN 60439-3 17-13/3	3445C	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate nei luoghi dove il personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri distribuzione (ASD).
CEI EN 60439-3 17-13/3 17-43	3445C 5756	Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari. Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante

20-19/1	6990	estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS). Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Prescrizioni generali.
20-19/9	9168	Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 9. Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi.
20-20/14	7488	Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 14: Cavi flessibili con guaina ed isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni.
20-38	9876	Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV.
CEI EN 60898-1 23-3/1	7276	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento a corrente alternata.
CEI EN 60669-1 23-9	5645	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 60309-1 23-12/1	5484	Spine e prese per uso industriale. Parte 1 Prescrizioni generali.
CEI EN 50086-1 23-39	3480R	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 61008-1 23-42	7827	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per

CEI EN 61009-1 23-44	8561	installazioni domestiche e simili. Parte 1: Prescrizioni generali. Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e simili. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 50086-2-4 23-46	3484R	Sistemi di canalizzazioni per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.
CEI EN 60670-1 23-48	7892	Scatole ed involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili. Parte 1 Prescrizioni generali.

tutte le varianti ed aggiornamenti pubblicate dal C.E.I. relative alle norme di cui sopra e non espressamente indicate, oltre quanto stabilito da norme di legge non derogabili

4.7 Protezione contro i contatti diretti / indiretti

In linea generale le parti attive saranno poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione IP 2X/IP4X.

Involucri e barriere saranno essere saldamente fissati ed avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali. Per i quadri elettrici, in qualunque condizione di apertura, anche parziale, sarà previsto un grado di protezione minimo IP 4X.

La protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata in conformità all'art. 413.1.4 della norma CEI 64-8/4 e realizzata mediante il coordinamento dell'impianto di messa a terra e le protezioni differenziali presenti nei vari quadri elettrici.

Tutte le prese saranno protette mediante interruttori differenziali aventi corrente nominale non superiore a 30 mA, tipo inseriti nel nuovo quadro generale dell'ampliamento e negli altri sottoquadri di zona. Inoltre saranno protetti da interruttori differenziali di analoghe caratteristiche i circuiti di illuminazione e tutti gli altri circuiti di energia.

Tale accorgimento si rende estremamente necessario per poter proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale dei conduttori o per altre cause accidentali.

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata da un impianto di terra onnipresente.

4.8 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori costituenti gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. Tale protezioni saranno effettuate in ottemperanza la prescrizioni delle Norme CEI 64-8/4 e relative al Capitolo n. 43. In particolare gli interruttori saranno scelti in modo che la loro portata (I_z) sia almeno superiore o uguale alla corrente di impiego (I_b).

Gli interruttori automatici magnetotermici, scatolati e/o modulari, da installare a loro protezione avranno una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi saranno soddisfatte le relazioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

La seconda delle due equazioni sopraindicate è automaticamente soddisfatta impiegando interruttori automatici conformi alle Norme CEI 23-3 e CEI 17-5, relative alle Norme Internazionali IEC 947-1, IEC 947-2, IEC 947-3, IEC 947-5/1.

Gli interruttori automatici magnetotermici (scatolati e/o modulari) saranno tali da interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose. Essi avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego della protezione in back-up (Norme CEI 64-8/n). In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella sopportabile senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette. In ogni caso il potere di interruzione nel punto iniziale degli impianti distribuiti non dovrà essere inferiore a 6 kA.

La protezione dai cortocircuiti sia all'inizio che alla fine delle condutture sarà realizzata mediante i medesimi dispositivi di cui al precedente punto, coordinati in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I^2 t$ = energia specifica passante del dispositivo di protezione,

K = costante del tipo di conduttura,

S = sezione della conduttura.

Per guasti nel punto terminale della condotta stessa si farà riferimento alla condizione specificata dalle norme CEI 64 - 8/4 art. 435.1 e 533.3. Particolare attenzione sarà posta per i conduttori di neutro di circuiti con conduttori di fase > di 16 mmq, che saranno sempre dotati di appositi dispositivi di rivelazione delle sovracorrenti sul polo di neutro delle relative protezioni, e/o saranno dimensionati in modo da risultare coordinati con i dispositivi di rivelazione delle fasi.

E' da tenere in estrema considerazione che le apparecchiature di protezione di tipo scatolato dovranno possedere il potere di interruzione nominale di servizio (Ics) almeno uguale al 50% del potere di interruzione nominale estremo (Icu) alla tensione di impiego nominale $I_{cs} = 50\% I_{cu}$. In ogni caso il potere di interruzione nel punto iniziale degli impianti (quadro elettrico generale di distribuzione), non dovrà essere inferiore a 15 kA per gli interruttori scatalati, ovvero non inferiore a 6 kA per gli interruttori modulari.

Quanto sopra sarà definito con precisione nelle successive fasi della progettazione.

4.9 Analisi dei carichi

Fermo restando che una dettagliata analisi dei carichi verrà condotta nelle successive fasi della progettazione valutando la potenza assorbita dai vari utilizzatori e prevedendo le potenze presunte assorbibili da utilizzatori aventi caratteristiche non note a priori, si ritiene di utilizzare indicativamente, secondo le usuali metodologie di calcolo, ai fini della determinazione delle potenze di calcolo, i seguenti coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità:

Coefficienti di utilizzazione

circuiti di illuminazione interna	1,0
circuiti di illuminazione di emergenza	1,0
circuiti di illuminazione esterna	1,0
circuiti di prese industriali CEE, 1P+N+T, 230 V, 16 A	0,3
circuiti di prese industriali CEE, 3P+T, 400 V, 16 A	0,5
circuiti di prese industriali CEE, 3P+N+T, 400 V, 32 A	0,3
circuiti di prese domestiche 10 A	0,3
circuiti di prese domestiche UNEL bivalente 10/16 A	0,2
alimentazione impianto di sollevamento (ascensori)	0,8
alimentazione automazione cancelli	0,2
alimentazione impianto climatizzazione	0,7
alimentazione impianto aspirazione centralizzata servizi igienici	0,6

alimentazione utenze varie (centralino, centralino rivelazione fumo, ecc..
1,0
alimentazione impianti di sollevamento acque meteoriche/innaffiamento
1,0

Coefficienti di contemporaneità

circuiti di illuminazione interna	1,0
circuiti di illuminazione di emergenza	1,0
circuiti di illuminazione esterna	1,0
circuiti di prese industriali CEE, 1P+N+T, 230 V, 16 A	0,3
circuiti di prese industriali CEE, 3P+T, 400 V, 16 A	0,5
circuiti di prese industriali CEE, 3P+N+T, 400 V, 32 A	0,3
circuiti di prese domestiche 10 A	0,4
circuiti di prese domestiche UNEL bivalente 10/16 A	0,2
alimentazione impianto di sollevamento (ascensori)	0,8
alimentazione automazione cancelli	0,4
alimentazione impianto climatizzazione	0,6
alimentazione impianto aspirazione centralizzata servizi igienici	0,5
alimentazione utenze varie (centralino, centralino rivelazione fumo, ecc.. 1,0 alimentazione impianti di sollevamento acque meteoriche/innaffiamento 0,4	

4.10 Potenza di alimentazione

In relazione alle indicazioni fornite dalla guida CEI 64-52, la potenza apparente di alimentazione viene determinata considerando il carico convenzionale inteso come prodotto della potenza specifica presunta (VA/m^3 o VA/m^2) per un adeguato fattore di contemporaneità ($0,6 \div 0,7$), determinato sulla base dei coefficienti indicati sopra. In relazione ai volumi ed alle superfici previste, nonché ai servizi considerati.

4.11 Alimentazione ordinaria

L'alimentazione ordinaria serve per alimentare gli utilizzatori ordinari, cioè quelli che consentono il normale funzionamento di tutti i servizi e la cui interruzione non comporta situazioni di pericolo per gli occupanti l'edificio scolastico.

Sono servizi ordinari quelli in uso nei servizi generali, per es.

l'illuminazione di interni ed esterni, la distribuzione forza motrice ai punti prese ed utilizzatori in genere, ecc.

4.12 Alimentazione dei servizi di sicurezza

Le strutture scolastiche devono essere dotate di un'alimentazione di sicurezza da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria (DM 26/08/92).

Dalla sorgente di sicurezza devono essere derivate le seguenti utilizzazioni strettamente connesse alla sicurezza delle persone:

- illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux sul piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio;

- impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

Nel caso specifico è prevista una sorgente centralizzata per l'alimentazione di sicurezza a 220V-50Hz degli impianti di illuminazione di sicurezza, costituita da una apparecchiatura integrata comprendente gli accumulatori con vita attesa di almeno 10 anni, il raddrizzatore, l'inverter, il quadro di distribuzione mediante protezioni elettroniche dei circuiti, il sistema di indirizzamento per il controllo a distanza degli apparecchi illuminanti di sicurezza e per le verifiche periodiche prescritte dalle norme.

Ciò in considerazione del fatto che l'elevato numero di apparecchi costituenti l'impianto di illuminazione di sicurezza e di segnalazione delle vie di esodo, renderebbe antieconomica la gestione e la manutenzione di un così rilevante numero di apparecchi autonomi, i cui accumulatori devono essere sostituiti almeno ogni 4 anni.

In ogni caso si prevede comunque l'installazione di lampade autalimentate in corrispondenza delle vie di esodo.

Il sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale in caso di pericolo prescritto dalla normativa antincendio sarà costituito dal medesimo attivabile automaticamente dall'impianto di rivelazione incendi e sarà collegato ad un apposito alimentatore in 24V c.c. con batteria in tampone.

4.13 Alimentazione di continuità

L'alimentazione di continuità serve per l'erogazione dell'energia elettrica agli utilizzatori "sensibili" alle microinterruzioni ed ai transitori – per quanto rapidi – dei parametri di frequenza e tensione del sistema di alimentazione (normale o di emergenza).

Sono considerati "sensibili" i sistemi informatici di elaborazione dati ed i sistemi di telecomunicazione e teletrasmissione.

Di norma dispongono di una alimentazione di continuità anche alcune tipologie di circuiti ausiliari il cui funzionamento è necessario proprio nella fase transitoria in cui non è più disponibile l'alimentazione ordinaria e

deve avvenire la commutazione sulla alimentazione di emergenza e viceversa; oppure determinati circuiti di supervisione e di gestione automatica dell'edificio, o di strumentazione di processo.

Quando necessaria o richiesta, l'alimentazione di continuità viene effettuata mediante un UPS (Uninterruptable Power Station), dotato di adeguate caratteristiche di tensione, frequenza e potenza nominale rispetto al carico; generalmente sono impiegati UPS di tipo interattivo di categoria IV, definiti anche "no-break" in quanto il carico sensibile è costantemente alimentato con valori di tensione e frequenza stabilizzati in un range $\pm 8\%$ di quelle di rete, che vengono forniti dalla batteria e dall'invertitore dell'UPS quando non rientrano nei parametri stabiliti; nel caso di microinterruzioni o di interruzioni prolungate il commutatore statico dell'UPS interviene in tempi compresi tra 2 e 5 ms.

Nel caso specifico non è richiesta una alimentazione di continuità; tuttavia è prevista la realizzazione di una apposita rete di continuità collegabile in futuro e/o in caso di necessità ad un UPS del tipo descritto.

4.14 Scelta ed installazione dei componenti

La scelta dei componenti elettrici e la loro successiva messa in opera saranno tali da permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto degli impianti e le prescrizioni per la protezione dalle influenze esterne prevedibili.

I componenti e le apparecchiature saranno conformi alle corrispondenti norme CEI che ad essi si riferiscono e marcati CE in conformità alle Direttive 89/336/CEE, 73/23/CEE e 93/68/CEE, recepite dalla legislazione nazionale.

Tutti i componenti elettrici, comprese le condutture, dovranno essere disposte in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione, nonché l'accesso alle loro connessioni.

Tali requisiti non dovranno risultare compromessi dall'utilizzazione di involucri o protezioni, se non per quanto attiene il rispetto delle condizioni di sicurezza previste dalle norme, per evitare le manomissioni e/o l'accesso alle parti in tensione da parte di personale non addestrato.

I componenti elettrici di comando, segnalazione e comunicazione, necessari alle persone per la libera fruizione degli ambienti e delle attività in essi svolte, dovranno essere – sia per tipologia che per condizioni di installazione – facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, poste ad altezze comprese fra 40 e 140 cm e protetti dal danneggiamento per l'urto.

4.15 Suddivisione degli impianti

Qualunque sia il tipo di alimentazione il progetto prevede una adeguata suddivisione degli impianti, secondo le esigenze di servizio e funzionali, per:

- evitare pericoli e ridurre gli inconvenienti in caso di guasto,
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza,
- tenere conto dei pericoli che potrebbero derivare da un guasto su un singolo circuito, come per es. un circuito di illuminazione,
- realizzare dei circuiti prese destinabili ad essere collegati ad una alimentazione di continuità.

4.16 Soluzioni impiantistiche - descrizione delle opere - qualità dei componenti

4.16.1 Alimentazione

L'impianto sarà alimentato dalla rete pubblica in media tensione e, pertanto, è prevista la realizzazione di una cabina di trasformazione. E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno per l'alimentazione di riserva. La commutazione tra le sorgenti Distributore e Gruppo elettrogeno avviene tramite dispositivi di sezionamento dotati di interblocco meccanico ed elettrico pertanto in grado di escludere la possibilità di messa in parallelo delle sorgenti. Inoltre è prevista l'installazione di un gruppo di continuità per i servizi di sicurezza ed in particolare:

- illuminazione di emergenza;
- rivelazione ed allarme incendi;
- impianto di diffusione sonora.

Gli impianti elettrici comprendono:

- cabina MT/bt,
- alimentazione generale del complesso, normale, privilegiata, continuità,
- quadro elettrico generale di smistamento (QEG),
- distribuzione principale,
- quadri elettrici di edificio, di piano e di zona,
- comando e controllo del sistema di distribuzione elettrica e monitoraggio energia,
- utilizzatori,
- impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza,
- sistema di gestione del flusso luminoso,
- impianto di illuminazione di emergenza intelligente,
- impianto di illuminazione esterna,
- rete generale di messa a terra,
- sistema di gestione integrato dell'impiantistica dell'edificio,
- sistema integrato di supervisione di tutti gli impianti di sicurezza.

Gli impianti speciali comprendono:

- impianto di rivelazione e di segnalazione allarme incendi
- impianto telefonico e di cablaggio strutturato
- impianto TV terrestre e satellitare
- impianto di chiamata dalle aule e dal bagno per i disabili
- impianto di segnalazione di inizio e fine lezione
- impianto di allarme in caso di pericolo
- impianto videcitofonico e comando elettroserratura,
- impianto antintrusione,
- impianto di diffusione sonora,
- impianto TVCC,
- sistema integrato di supervisione di tutti gli impianti di sicurezza.

4.16.2 Cabina di trasformazione MT/bt

La stima preliminare dei carichi elettrici dell'edificio porta a considerare la necessità di una fornitura da parte dell'ente erogatore in media tensione e, quindi, la necessità di dotare il complesso di una cabina di trasformazione MT/bt.

In questa fase si è prevista, pertanto, la realizzazione di una cabina che verrà posizionata in apposito locale tecnico in prossimità dell'accesso. Tale locale tecnico sarà costituito principalmente da tre ambienti realizzati in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 11-35: locale di consegna, locale di misura e locale utente.

Il locale di consegna di energia e il locale di misura saranno costruiti secondo le prescrizioni dell'ENEL. A tali locali hanno accesso gli operatori dell'Ente distributrice di energia direttamente dal suolo pubblico, tramite porte di tipo unificato ENEL, fornite e installate dall'utente con una serratura fornita dall'Ente distributore di energia e installata dall'utente. Il locale di consegna dell'energia sarà ad uso esclusivo dell'ENEL che allestirà le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento. Nel locale di misura l'Ente distributore di energia installerà il gruppo di misura. A tale locale avrà accesso pure l'utente tramite una propria entrata di servizio.

Il locale utente sarà completamente allestito dall'utente, compreso il cavo di collegamento fra il dispositivo di protezione generale (che avrà caratteristiche conformi alle richieste dell'ENEL) e il punto di consegna dell'energia posto nel locale di consegna. Sarà costituito principalmente da due scomparti realizzati in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 11-35 affiancati ma indipendenti destinati rispettivamente ad ospitare i trasformatori ed il quadro MT di protezione trafo, ed il secondo il quadro bt dotati entrambi di porta di accesso a doppia anta e griglie di ventilazione in acciaio inox.

Il locale, costituente la cabina elettrica, sarà realizzato completamente in conglomerato cementizio armato con i requisiti di comportamento al fuoco previsti dalla norma CEI 17-103 con porte di accesso, omologate ENEL, in acciaio inox complete di serratura.

I locali saranno dotati di impianto di illuminazione tali da avere in corrispondenza delle zone di accesso valori di illuminamento non inferiori a 200lux.

I locali Distributore e Quadro MT protezione trafo saranno dotati di impianto di forza motrice.

A servizio della cabina al fine di garantire le condizioni di sicurezza per le persone e soddisfare i requisiti normativi sono previsti:

- pulsanti a rottura di vetro esterno con comando di sgancio degli interruttori generali di bt e MT.
- tappetino e guanti isolanti 20kV;
- estintori da 5kg ad anidride carbonica;
- cartelli di avvertimento e divieto secondo le disposizione di legge.

4.16.3 Alimentazione generale del complesso

L'alimentazione del complesso sarà realizzata in bt a partire dal quadro generale di bassa (QEG).

Dalle sbarre bt del trasformatore parte una linea cavi che si atterrerà sull'interruttore di bt del QEG di distribuzione installato nel locale tecnico.

Dal quadro generale dipartiranno le linee di alimentazione dei quadri di zona o di edificio relative all'energia della sezione normale proveniente dalla rete, della sezione di energia di emergenza generata da un gruppo elettrogeno e della sezione continuità generata dall'UPS.

Le utenze alimentate dal gruppo elettrogeno sono:

- illuminazione di emergenza;
- rivelazione ed allarme incendi;
- impianto di alimentazione impianti antincendio;
- impianto di diffusione sonora;
- circuiti FM sotto UPS
- circuiti di sicurezza e prioritari
- TVCC
- centrali tecnologiche,
- sistemi di gestione.

4.16.4 Quadro elettrico generale (QEG)

La linea elettrica che alimenta il complesso si atterrerà su un quadro generale ubicato in apposito locale tecnico, posto in prossimità del punto

di consegna dell'ente erogatore, dal quale saranno alimentati i quadri secondari di zona.

Il quadro elettrico generale sarà alimentato anche dal gruppo elettrogeno e da un gruppo statico di continuità, e conterrà:

- la commutazione rete gruppo;
- gli strumenti di misura;
- gli interruttori regolabili a protezione delle linee di alimentazione dei sottoquadri;
- la centralina di gestione relativa alla commutazione;
- morsettiera tetrapolare da barra a valle del generale per la distribuzione all'interno del quadro;
- morsettiere unipolari etichettate per il collegamento dei conduttori in uscita;
- un trasformatore di sicurezza 230/24Vac per gli ausiliari;
- un contattore per comando luci esterne, gestito da interruttore crepuscolare.

4.16.5 Distribuzione principale

Faranno parte della distribuzione principale anche le condutture di alimentazione dal quadro QEG ai sottoquadri di edificio e da questi ai quadri di piano e di zona.

La distribuzione principale, dal QEG ai quadri di piano e da questi ai quadri di zona, sarà realizzata principalmente con un sistema di blindo sbarre costituito essenzialmente da due linee blindate, una per i servizi normali di illuminazione e forza motrice ed un'altra a servizio dell'illuminazione di sicurezza e dei circuiti privilegiati quali: impianto di rivelazione incendi, impianto anti-intrusione.

Il nuovo impianto trarrà origine dal punto di consegna Enel, sito in prossimità della cabina elettrica esistente, dove sarà installato un quadro di protezione generale che alimenterà successivamente il quadro generale posto in posizione di progetto al piano terra. Dal quadro Generale trarranno origine tutte le linee di alimentazione delle utenze.

L'utilizzo delle linee blindate consente una notevole affidabilità, elevata resistenza all'usura ed una semplicità di manutenzione.

In particolare per i servizi normali sarà utilizzata una linea blindata pentapolare installata nel controsoffitto del piano terra, protetta da una linea a monte, nel quadro generale QEG. In corrispondenza di ogni montante verticale sarà derivata, attraverso una spina di prelievo, la linea elettrica che sarà protetta da un interruttore automatico ai piedi della linea. La suddetta montante verticale alimenterà i quadri elettrici di piano.

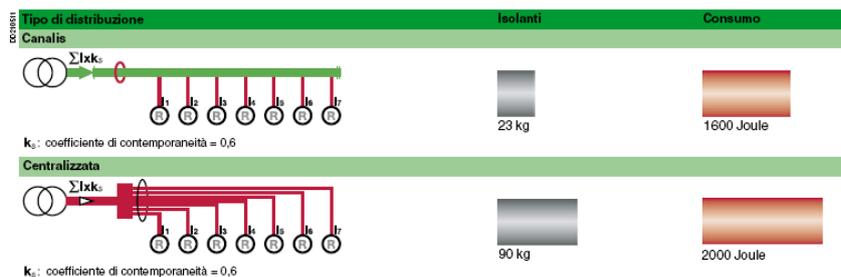
I quadri elettrici saranno realizzati con tre ingressi separati relativi alle tre tipologie di alimentazione elettrica precedentemente menzionate.

La sezione linea normale sarà dotata di interruttore generale, a valle due interruttori che dividono l'impianto in circuito luce e circuito prese. Sia il generale luci che il generale prese saranno integrati da un ausiliario per il monitoraggio dell'assorbimento elettrico e per la segnalazione dello stato interruttore e da un modulo motorizzato per il comando dello stesso. L'alimentazione delle barre dal quadro generale avverrà mediante apposite cassette di alimentazione che consentono di collegare direttamente i canali alle sbarre del quadro. Le curve e deviazione verranno realizzate con appositi pezzi speciali mentre i collegamenti con le montanti verranno realizzati con apposite spine/cassette di derivazione. Le cassette di derivazione per interruttore modulare possono ricevere interruttori modulari passo 18 mm tipo Acti 9 per un numero complessivo di 8 moduli per la taglia fino a 63A.

I vantaggi del sistema di cablaggio previsto rispetto ad un sistema di cablaggio convenzionale sono sintetizzabili come segue:

- *Coordinamento*: Il sistema previsto associa i condotti sbarre e gli interruttori automatici. Per impianti normali con potenze installate fino a 630 kVA, il coordinamento tra il quadro elettrico bassa tensione, gli interruttori automatici e i condotti sbarre, permette all'impianto di essere dimensionato in modo da rispondere adeguatamente a qualsiasi eventuale cortocircuito riscontrato.
- *Progettazione*: L'energia elettrica è disponibile in qualsiasi punto dell'impianto. Grazie al concetto di condotto sbarre, la realizzazione dell'impianto è indipendente dalla ripartizione dell'energia e dall'installazione delle utenze.
- *Utilizzo*: L'evoluzione è totale in qualsiasi punto dell'impianto. Cassette di derivazione dotate di interruttori automatici standard possono essere installate in qualsiasi punto del condotto, qualunque sia la I_{cc} presunta. Le evoluzioni dell'impianto possono essere realizzate in completa sicurezza senza stravolgimenti degli impianti. Le prese di derivazione sono inseribili ed estraibili sotto tensione ed integrano un sistema che impedisce manovre non corrette. Il coordinamento consente la loro installazione in qualsiasi punto del condotto sbarre.
- *Sistema di distribuzione ripartita*: Quando il coordinamento è totale, anche la sicurezza e la continuità di servizio sono al massimo. L'associazione delle tecniche di filiazione e di selettività garantisce una sicurezza ed una continuità di servizio ottimali.
- *Rischio in caso d'incendio*: I condotti sbarre sono privi di alogeni e quindi non rilasciano sostanze tossiche durante l'incendio e non contengono PVC la cui combustione genera volumi di fumi rilevanti con pericolosi effetti sull'essere umano, in particolare: opacità dei fumi (con conseguenti rischi di panico e difficoltà

- d'intervento dei soccorsi) e tossicità dei fumi (acido cloridrico (gas acido) e monossido di carbonio).
- *Campi elettromagnetici irradiati:* Tutti i conduttori elettrici generano un campo magnetico proporzionale alla distanza che li divide. Secondo l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), l'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici irradiati può essere pericolosa dai 0,2 micro Tesla e può provocare a lungo termine rischi di cancro. I condotti sbarre riducono i rischi dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici irradiati (Electro Magnetic Field), infatti il concetto del condotto sbarre, con involucro metallico e conduttore ravvicinati, contribuisce a ridurre in modo notevole i campi elettromagnetici irradiati. Con il sistema Canalis le caratteristiche sono note, misurate e comunque molto al di sotto del livello di pericolo.
 - *Riciclabilità:* I condotti sbarre sono naturalmente riutilizzabili. Il principio alla base della soluzione prefabbricata e la durata nel tempo con possibilità di essere facilmente smontati, puliti e riutilizzati. A fine vita i componenti sono totalmente riciclabili senza alcun pericolo. Al contrario l'incenerimento dei prodotti in PVC, obbliga una neutralizzazione dell'acido cloridrico prodotto e genera emissioni di diossina (sostanza nociva per l'uomo).
 - *Un grado di protezione elevato:* Il grado di protezione elevato consente l'installazione in tutti i tipi di edifici, in particolare:
 - IP55 garantisce la protezione contro la penetrazione di liquidi e polveri.
 - IK08 garantisce la tenuta contro gli impatti meccanici.
 - IPxxD garantisce la totale sicurezza delle condizioni di lavoro delle persone.
 - *Ingombro delle vie cavi:* Con il cablaggio tradizionale sarebbe necessario installare una passerella metallica almeno di dimensioni 500x100mm, mentre il sistema proposto richiede unicamente la posa in opera di blindo sbarre metalliche con dimensioni molto più ridotte: per esempio 50x150/50x100 mm circa.
 - *Facile ispezionabilità:* Il sistema proposto consente una facile ispezionabilità di tutta la linea elettrica costituente la dorsale, dove tutte gli elementi lineari saranno facilmente visibili, accessibili e smontabili all'occorrenza.
 - *Riduzione delle perdite di energia lungo la linea:* Nella realizzazione di un impianto il costo comprende l'acquisto e l'installazione del materiale, la manutenzione, ma anche il consumo energetico di gestione dell'impianto stesso (perdite per effetto joule) che con i condotti sbarre è ridotto.



Confronto tra il cablaggio proposto ed un cablaggio tradizionale

I condotti che dovranno essere installati saranno tali da dover superare anche lo sprinkler test e dovranno garantire la continuità di servizio di un impianto installato orizzontalmente o verticalmente sottoposto a 50 minuti di getto d'acqua.

I canali utilizzati per la dorsale principale avranno le seguenti caratteristiche:

- profilato portante in lamiera di acciaio chiuso e nervato, galvanizzato a caldo, verniciato bianco RAL 9001 che garantisce un'eccellente resistenza alla flessione e alla torsione. Con una dimensione pari a 54 mm di larghezza per le canalizzazioni da 100 a 400 A,
- conduttori attivi della stessa sezione in: colaminato alluminio/rame argentato (per le canalizzazioni da 100 e 160A) e in alluminio con cavallotti in metallo colaminato alluminio/rame argentato saldati elettricamente alle giunzioni degli elementi e alle derivazioni (per le canalizzazioni da 250 a 1000 A),
- conduttore di protezione (PE) di sezione u 50 % sezione di fase, collegato all'involucro a ciascuna giunzione di elemento,
- prese di derivazione posizionate con interasse di fissaggio 1 metro sui 2 lati dei condotti,
- un blocco di giunzione meccanica ed elettrica,
- collegamento elettrico realizzato mediante contatti a serraggio elastico in rame argentato che assorbono anche la dilatazione differenziale conduttori/involucro di ciascun elemento.

Per i condotti da 100 a 250 A, questo elemento garantisce il collegamento automatico e simultaneo di tutti i conduttori attivi e la continuità del conduttore di protezione oltre al suo collegamento con l'involucro.

Nell'attraversamento delle strutture portanti, all'interno dei cavedi e in generale in uscita da zone di compartimentazione, le forometrie saranno protette dal pericolo di propagazione degli incendi mediante la posa in opera di materassini o cuscini intumescenti chimici o altri dispositivi. Dai quadri di zona avranno origine i circuiti secondari di alimentazione delle utenze sia di illuminazione (normale e di emergenza) che di FM.

La distribuzione secondaria, a partire dai quadri di zona, e le diramazioni secondarie delle distribuzioni all'interno degli ambienti sarà sottotraccia o all'interno delle pareti o, laddove possibile, in vista o nei controsoffitti ispezionabili dei corridoi o degli ambienti.

Tutti i cavidotti elettrici saranno realizzati con utilizzo di tubazioni rigide in PVC di tipo pesante e conduttori in rame con isolamento in PVC N07VK di sezione come riportato sugli schemi elettrici di progetto.

La distribuzione terminale per l'alimentazione degli utilizzatori finali, derivata e protetta dai quadri di zona sopra enunciati, è realizzata tenendo conto delle caratteristiche architettoniche dell'edificio.

La "distribuzione secondaria" sarà costituita, pertanto, da quella derivata dai quadri elettrici di zona fino alle cassette di derivazione dorsali, dalle quali si deriverà la "distribuzione terminale o i circuiti terminali", destinati a collegare ogni singolo utilizzatore, punto presa, apparecchio illuminante. Esse saranno realizzate mediante cavi N07G9-K a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi, di adeguata sezione posti entro tubazioni flessibili in PVC incassate nell'intercapedine delle pareti o in controsoffitto.

4.16.6 Quadri elettrici di edificio, di piano e di zona

Sono previsti, in via esemplificativa e non esaustiva, i seguenti quadri elettrici secondari di piano o di zona:

- quadro elettrico edificio scuola dell'infanzia,
- quadro elettrico edificio scuola elementare,
- quadro elettrico edificio scuola media inferiore,
- quadri elettrici palestre,
- quadri secondari di piano,
- quadri di zona,
- quadri cucina,
- quadro portineria,
- quadri impianti CDZ,
- quadro centrale idrica, innaffiamento, recupero acque meteoriche,
- quadro sicurezza,
- quadro illuminazione esterna e cancelli scorrevoli,
- quadro centrale antincendio.

Potranno essere previsti, in ragione della tipologia e caratteristiche di alcuni ambienti o zone ulteriori quadri di sottozona derivati alimentati dai suindicati quadri.

All'interno dei quadri elettrici troveranno posto tutte le apparecchiature di protezione delle linee di distribuzione ai principali utilizzatori ed impianti, opportunamente dimensionate.

I quadri elettrici saranno realizzati con carpenterie metalliche modulari munite di portelle in vetro munite di serrature e chiavi e di dimensioni di dimensioni adeguate e saranno costituita da:

- strumenti di misura;
- interruttori sezionatori con funzione di generale per le diverse sezioni di energia;
- interruttori automatici magnetotermici differenziali a protezione di ogni linea; i magnetotermici previsti, dovranno essere caratterizzati da curve caratteristica C per i dispositivi delle sezioni normale e emergenza;
- scaricatori tetrapolari di sovratensioni derivati a valle dei generali e collegati alla barra di protezione;
- trasformatori 230/24Vac per gli ausiliari.

Le varie sezioni di energia all'interno dei quadri, dovranno essere segregate con pannelli di plexiglass.

La struttura dei quadri, le sbarre e tutti gli accessori di montaggio previsti nel progetto, costituiranno un sistema modulare prefabbricato di tipo AS, conforme alle norme CEI 17-13/1 e 17-13/3, con ampia produzione di serie, certificato dal "produttore" per quanto riguarda le prove di tipo (in particolare: tenuta alle correnti di corto circuito e sovratemperatura massima conseguibile nella configurazione più gravosa). A sua volta il "costruttore" sarà tenuto a fornire adeguata documentazione per quanto riguarda le prove individuali, atta a garantire la realizzazione e l'installazione dei quadri conformemente alle norme succitate, nonché alle loro eventuali modifiche ed integrazioni intervenute.

4.16.7 Comando e controllo del sistema di distribuzione elettrica e monitoraggio energia

Si prevede un sistema di comunicazione basato su protocollo Modbus in grado di fornire i dati degli apparecchi modulari in tempo reale, consentendo di controllare e monitorare i carichi in remoto in modo semplice ed affidabile. Il sistema semplifica la gestione dell'impianto elettrico velocizzando i lavori di manutenzione, riducendo le interruzioni inopportune e limitando gli interventi presso installazione poste in siti remoti.

Inoltre, data la notevole modularità della componentistica, del sistema in esame viene notevolmente ridotto il tempo di cablaggio e la possibilità di errore nel cablaggio della parte di dati.

Il sistema di comunicazione consentirà:

- il controllo remoto e la raccolta dei dati relativi allo stato degli apparecchi connessi, ai consumi energetici al numero di cicli di

- manovra al tempo di funzionamento dei carichi ed a molti parametri su protocollo universale Modbus;
- il continuo controllo e monitoraggio dei costi energetici

Il sistema proposto rientra nel più ampio sistema di **Building Management System**, che verrà dettagliatamente illustrato nei paragrafi seguenti, che rappresenta l'idea di edificio intelligente.

Gli apparecchi dovranno presentare le seguenti caratteristiche: montaggio su guida DIN (senza occupare spazio modulare); 11 canali di ingresso/uscita; connessione diretta di Smartlink alla rete Modbus RS485; compatibilità con tutti i dispositivi modulari dotati del connettore Ti24 e con tutti i dispositivi aventi uscita ad impulsi; dati trasmissibili, a seconda del dispositivo connesso: stato aperto-chiuso, segnalazione sganciato, controllo apertura e chiusura contattori, numero di cicli di apertura-chiusura, numero impulsi registrati, consumo complessivo registrato.

4.16.8 Utilizzatori

Gli impianti elettrici utilizzatori sono quelli destinati ad alimentare tutti gli apparecchi presenti nell'edificio che funzionano elettricamente e sono collegati alla rete di distribuzione dell'energia direttamente, oppure mediante prese a spina di tipo civile o "industriale". Sono inoltre impianti utilizzatori quelli per l'illuminazione artificiale degli ambienti, nonché quelli per l'alimentazione degli apparati centrali destinati al funzionamento dei sistemi e degli impianti speciali di tipo elettronico, radiotelevisivo o di telecomunicazione.

Gli impianti elettrici utilizzatori di cui alla presente relazione tecnica sono caratterizzati, oltre che dagli elementi già evidenziati ai precedenti punti, anche da quanto di seguito specificato.

I carichi elettrici relativi alla sezione di forza motrice presenti e da alimentare all'interno dei vari locali sono costituiti principalmente dalle prese di utilizzo previste all'interno degli uffici, degli alloggi e dagli impianti tecnologici.

4.17 Impianto di illuminazione

4.17.1 Premessa

Nel presente paragrafo saranno descritte le tecnologie scelte per la realizzazione degli impianti di illuminazione interna e dei sistemi intelligenti di regolazione e controllo dell'illuminazione, nell'ottica di ottimizzare la gestione e ridurre i consumi energetici.

Successivamente, saranno anche descritti i sistemi per l'illuminazione di emergenza e di sicurezza anche per i quali sono state previste tecnologie

"intelligenti" cioè in grado di eseguire diagnosi e controlli di funzionamento in automatico, oltre che dialogare con sistemi centralizzati di controllo.

Tutte le scelte progettuali mirano a massimizzare il livello qualitativo e prestazionale degli impianti e dei relativi componenti, privilegiando nelle scelte materiali, componenti e sistemi di elevata durabilità e che richiedono minori fabbisogni manutentivi, al fine del conseguimento di concreti benefici nelle attività di gestione e conduzione.

In particolare tutti i punti luce e quelli di comando negli ambienti normali, conformi alle norme CEI 23-9, saranno realizzati ad incasso a parete; i comandi saranno di tipo luminoso per facilitarne l'individuazione anche in condizioni di scarsa luminosità.

Appositi punti luce saranno realizzati per l'illuminazione esterna delle aree a verde e asserviti allo stesso sistema di regolazione e controllo.

L'impianto di illuminazione sarà idoneo a fornire un adeguato comfort visivo ed opportuni livelli di illuminamento secondo quanto specificato ai successivi punti, impiegando soluzioni e sorgenti luminose tali da favorire una distribuzione uniforme del flusso e l'assenza di abbagliamento diretto. La parzializzazione dei livelli di illuminamento sarà realizzata grazie alla dimmerizzazione degli stessi.

In generale gli impianti di illuminazione artificiale saranno studiati per una ottimale integrazione con l'illuminazione naturale e per garantire agli occupanti il miglior benessere e confort visivo anche nelle ore e nelle condizioni di mancato o insufficiente apporto dell'illuminazione diurna, con l'impiego di apparecchi particolarmente performanti sotto l'aspetto della efficienza illuminotecnica ed energetica, della qualità della luce e del confort (limitazione dell'abbagliamento, emissione diffusa up/down light, valori degli illuminamenti, della tonalità della luce e della resa cromatica agli standard più severi).

4.17.2 Impianto illuminazione ordinaria

Le costanti innovazioni introdotte nella tecnica dell'illuminazione e della produzione delle lampade rendono necessaria una continua verifica dei criteri utilizzati nel progetto degli impianti di illuminazione.

Ciò è maggiormente importante nelle aule scolastiche, ove gli utenti sono in gran parte bambini o adolescenti maggiormente esposti agli effetti negativi di una cattiva illuminazione.

Nel caso specifico dell'edilizia scolastica, assume fondamentale importanza l'illuminazione: il cuore di una scuola, infatti, è la luce che circonda l'allievo. La lettura, lo studio, la ricerca attraverso un libro, ed oggi gli strumenti elettronici (tablet, computer, lavagne luminose, ecc.), trovano l'atmosfera ideale in uno spazio pervaso dalla luce ideale alle circostanze,

che non disturba, non affatica, avvolge e mette a proprio agio, dove quella naturale e quella artificiale si completano, attraverso la ricerca di soluzioni volte a limitare al massimo lo spreco e a favorire il corretto utilizzo delle risorse che la natura offre.

E proprio integrando opportunamente l'illuminazione naturale con quella artificiale che si ottengono i migliori risultati: in particolare mediante impianti in grado di effettuare una regolazione automatica del flusso luminoso emesso dalle lampade, tenendo conto della posizione delle stesse, più prossima o più lontana dalle finestre.

Per l'illuminazione artificiale la soluzione ottimale è rappresentata dall'utilizzo di lampade a LED che, oltre ad ottimizzare i consumi elettrici in un'ottica di risparmio energetico, valorizzano, grazie alle loro caratteristiche, sia gli ambienti interni che quelli esterni. L'impiego di queste sorgenti, che sono estremamente versatili e danno la possibilità di creare cromatismi e molteplici scenari, consente di lasciare da parte il concetto di illuminazione statica del passato per abbandonarsi alla creazione di atmosfere flessibili che, per esempio, si adattano alle condizioni esterne, alle diverse luci durante la giornata o delle diverse stagioni e di offrire luci e colori come queste.

Per migliorare, inoltre, il confort ambientale ed innalzare la qualità globale dei luoghi che non devono essere solo funzionali, ma anche piacevoli, il progetto di illuminazione sarà orientato verso sistemi biodinamici che, integrando la luce naturale con quella artificiale, producono situazioni luminose secondo tabelle fisiologiche, creano un ritmo temporale nell'ambiente (ciclo circadiano) e rispondono alle esigenze mutevoli dell'utenza o alle diverse funzioni cui è preposto un ambiente, ottimizzando i consumi in relazione al reale utilizzo degli spazi ed alla disponibilità di luce naturale nei momenti della giornata e dell'anno. L'illuminazione artificiale, che ha un carattere statico, simulerà l'andamento dinamico della luce naturale che varia in intensità, colore, direzione di provenienza e tipo di direzionalità, variazioni che stimolano e creano un adeguato ritmo temporale, influenzano il nostro umore, le emozioni, la percezione degli spazi, la capacità di concentrazione e la performance.

A tale scopo le scelte saranno orientate verso apparecchiature a tecnologia "tunable white" in grado di simulare la dinamicità della luce naturale attraverso variazioni di temperatura di colore da 2700K a 5700K mantenendo costante l'intensità luminosa della luce artificiale. In questo modo anche la luce artificiale contribuisce ad assecondare l'andamento dell'orologio biologico umano, producendo effetti rilassanti in determinati momenti della giornata ed effetti stimolanti in altri.

Particolare attenzione verrà posta al problema dell'abbagliamento psicologico, eliminando la luce molesta, individuando ottiche con valori

ben al di sotto di quelli minimi pari a $UGR < 19$ e di luminanza controlla $< 3000 \text{cd/m}^2$, e nella scelta del comportamento delle lampade descritto dai parametri "L" e "B" che indicano esattamente il valore in percentuale di flusso luminoso finale (L) e la confidenza del dato espresso (B): ci si orienterà verso prodotti B10, che presentano un'affidabilità del 90% dei led sul dato di flusso dichiarato, normalmente l'80% di quello iniziale (L80) al raggiungimento della vita indicata.

Naturalmente la tipologia di corpi illuminanti e la possibilità di prevedere scenari illuminotecnici sarà calibrata in funzione delle diverse destinazioni dei vari ambienti, ognuno con specifiche esigenze, necessità e livelli di illuminamento.

Particolare attenzione verrà posta in relazione all'aspetto riguardante il comportamento del LED al raggiungimento delle ore di vita dichiarate ed alla corretta temperatura colore della luce, utilizzando lampade di ultima generazione tecnologica.

Infatti, come noto, un prodotto LED continua a funzionare anche al raggiungimento delle ore di vita (50.000 ore) dichiarate, ma è fondamentale capire quale sarà il suo comportamento descritto dai parametri "L" e "B" che indicano esattamente il valore in percentuale di flusso luminoso finale (L) e la confidenza del dato espresso (B). Ci si orienterà verso prodotti B10, che presentano un'affidabilità del 90% dei led sul dato di flusso dichiarato, normalmente l'80% di quello iniziale (L80) al raggiungimento della vita indicata.

4.17.3 Corpi illuminanti a LED con sistema DALI

Nell'ottica di ottimizzare i consumi elettrici ai fini del risparmio energetico e di aumentare la durabilità dei componenti per minimizzare il più possibile gli intervalli e l'entità della manutenzione, come già riportato sopra, si prevede l'installazione di corpi illuminanti a LED con sistema di gestione tipo DALI.

Purtroppo tali tecnologie – ancorché ampiamente disponibili – rappresentano tuttora un rilevante investimento, giustificabile ed ammortizzabile solo in relazione al risparmio energetico che esse consentono di conseguire, oltre che ai vantaggi in termini funzionali e di comfort della realizzazione.

E' evidente che nelle strutture di modeste dimensione, ove l'estensione dell'impianto di illuminazione artificiale ed il tempo di funzionamento dello stesso (in genere limitato a poche ore durante il giorno, come integrazione nel caso di scarso apporto della luminosità naturale) sono giocoforza limitati, il rapporto costi/benefici può risultare difficilmente giustificabile.

Diversamente risulta per l'intervento in oggetto dove, per caratteristiche dimensionali, esigenze, obiettivi dell'amministrazione e prospettive di utilizzo, appare assolutamente giustificabile un investimento in tal senso, anche nell'ottica di ridurre l'impatto ambientale e dei relativi costi sociali. A maggior ragione si fa inoltre, notare, così come riscontrato nel corso di varie esperienze dirette compiute negli anni quali progettisti o consulenti di istituti scolastici, che uno dei problemi che affligge l'Amministrazione Scolastica ed in particolare i Dirigenti Scolastici, è quello di operare con budget da destinare alla manutenzione generale degli edifici molto ridotti e, di conseguenza, anche a quella degli impianti.

Nell'affrontare, pertanto, la progettazione ci siamo prefissi come primo obiettivo quello di proporre soluzioni, tecnologie e sistemi a basso consumo e che richiedono interventi minimi di manutenzione, da eseguire ad intervalli quanto più lunghi possibili, tutti requisiti interpretati al meglio da sistemi a LED di ultima generazione.

Il settore delle tecnologie per l'illuminazione efficiente è in continua evoluzione e consente di conseguire risparmi energetici molto elevati, spesso compresi fra il 30% ed il 60%, offrendo contestualmente un comfort visivo migliore. Se si considera che l'illuminazione incide per un terzo circa della bolletta elettrica nel settore civile e si tiene conto dell'influsso positivo in termini di umore e sicurezza che una buona luminosità delle aree scolastiche e di lavoro in genere, si comprende che la razionalizzazione dell'illuminazione è uno degli obiettivi primari da perseguire.

LED rappresenta l'acronimo di LIGHT EMITTING DIODE (diodo ad emissione luminosa), un componente che emette luce monocromatica al passaggio di corrente elettrica. I LED hanno messo a disposizione del mondo dell'illuminotecnica nuovi ed entusiasmanti strumenti, rendendo possibile, da un lato, la creazione di prodotti fantasiosi per l'illuminazione ed effetti stupefacenti, una volta tecnicamente impossibili, e fornendo dall'altro prodotti illuminotecnici all'avanguardia dal punto di vista dei consumi e della durabilità.

La luminosità, l'omogeneità e la resa cromatica dei LED sono stati migliorati così tanto nel corso degli ultimi anni che oggi sono sempre più utilizzati ai fini dell'illuminazione vera e propria. I moduli LED sono composti da un determinato numero di diodi montati su un circuito stampato (rigido o flessibile) con dispositivi attivi o passivi di regolazione di corrente. A seconda del campo di applicazione è anche possibile aggiungere ottiche o guide di luce per ottenere diversi fasci e distribuzioni luminose.

Un LED è un dispositivo semiconduttore che converte l'energia elettrica in luce visibile. Quando viene alimentato (polarizzazione diretta), gli elettroni si muovono attraverso il semiconduttore e alcuni di loro cadono

in uno stato energetico inferiore. Nel processo, l'energia "risparmiata" viene emessa come luce.

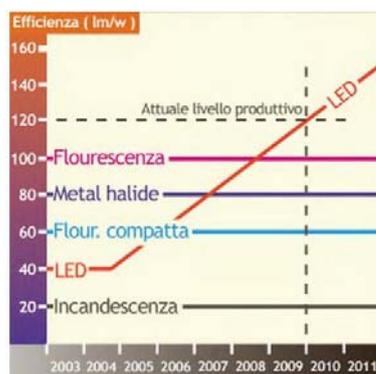
La ricerca tecnologica, in continua e costante evoluzione, ha permesso il raggiungimento ad oggi di 160 Lm/W per LED ad alta potenza ed oltre. Questo livello di prestazioni indica che la tecnologia LED, in continua crescita e non ha ancora raggiunto il suo apice.

Nella tabella seguente si riporta un confronto tra l'efficienza delle lampade a LED con le altre fonti di luce presenti sul mercato.

Come si può vedere da tale grafico, attualmente, con la tecnologia a LED si hanno valori di efficienza notevolmente maggiori rispetto a quelli posseduti da tutte le altre tecnologie.

Di seguito si riporta una sintesi dei vantaggi generali che si hanno con la tecnologia a LED:

- Vita utile lunghissima (50.000h)
- Costi di manutenzione ridotti
- Efficienza in continuo aumento
- Accensione istantanea
- Dimmerizzazione senza variazione di temperatura di colore
- Emissione diretta di luce colorata senza filtri
- Spettro completo dei colori
- Controllo dinamico del colore (DMX, DALI)
- Accensione possibile anche a bassissime temperature (-35°C)
- Emissione di luce unidirezionale (si illumina ciò che si vuole illuminare)
- Sicurezza Fotobiologica



Confronto efficienza fonti luminose

Inoltre, si hanno i seguenti vantaggi per l'ambiente:

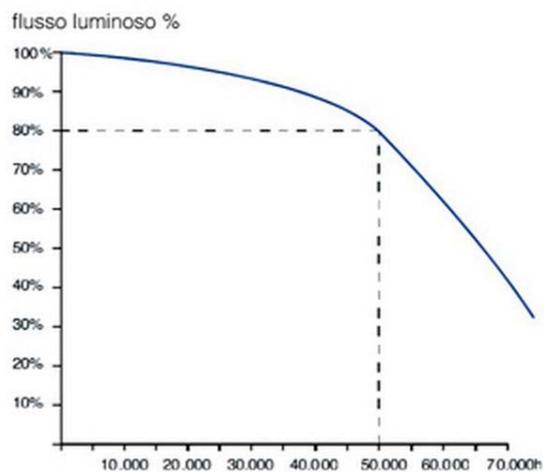
- Assenza di mercurio
- Assenza di componenti IR o UV nello spettro luce visibile
- Minor utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e non rinnovabili
- Valorizzazione dell'ambiente

- Assenza di inquinamento luminoso

Oltre ai consumi ridottissimi, uno dei principali punti di forza di questa tecnologia è la lunga durata di vita di una sorgente LED che raggiunge le 50mila ore di utilizzo, se gli apparecchi che montano i LED e le condizioni dell'impianto lo consentono. Certamente il LED, per la sua stessa natura, è la luce più intelligente ossia più modulabile secondo le esigenze reali di chi la usa.

Nell'edilizia civile i LED sono entrati soprattutto per illuminazioni decorative, ma i nuovi LED bianchi sono ormai soluzioni d'avanguardia per tutti gli ambienti di lavoro ed anche per l'edilizia scolastica.

Con riferimento alla durata di vita, la tecnologia a LED, al contrario delle lampade tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile, ma diminuiscono lentamente il loro flusso iniziale fino ad esaurirsi. Infatti, per i LED non si ha la rottura (se non per difettosità, in casi molto rari), ma si determina un decadimento continuo.



Flusso luminoso in funzione delle ore di accensione

Quindi, considerando che come detto in precedenza spesso le Amministrazioni Scolastiche convivono spesso con scarsità di risorse economiche, che rendono a volte difficile anche sostituire un gruppo di lampade esaurite, l'uso della tecnologia a LED assicura una maggiore flessibilità nella manutenzione in quanto, al crescere delle ore di utilizzo delle lampade, si ha un progressivo decadimento delle prestazioni, cioè del livello di luminosità prodotto, ma non una rottura per esaurimento improvviso.

Il calo del flusso del LED, normalmente dopo 50000h, viene definito dalla vita utile e rappresentato dalla sigla L80 (vedi figura successiva), che rappresenta il flusso all'80% dopo 50000h.

Inoltre, la tecnologia a LED assicura i massimi livelli di sicurezza fotobiologica che rappresenta la quantità delle radiazioni emesse da tutte

le sorgenti con una lunghezza d'onda compresa tra 200nm e 300nm. Se l'esposizione a tali sorgenti è eccessiva, le radiazioni possono essere dannose per l'uomo. Quindi, considerando che gli ambienti in oggetto sono destinati ad accogliere i bambini, a maggior ragione bisogna avere la massima attenzione rispetto la sicurezza nei confronti delle esposizioni a fattori dannosi per l'organismo.

La norma IEC/EN62471/10 definisce una classificazione delle sorgenti luminose nei seguenti gruppi di rischio:

- RG0 (gruppo di rischio esente): assenza pericolo
- RG1 (gruppo di rischio basso): assenza di pericolo derivante da una limitata emissione di radiazioni.
- RG2 (gruppo di rischio medio): pericolo dovuto principalmente a effetti fotochimici e termici.

I LED proposti hanno gruppo di appartenenza RG0 (gruppo di rischio esente), garantendo quindi la totale sicurezza per l'individuo.

Inoltre, la tecnologia a LED ha come ulteriore ma non secondario vantaggio, quello di garantire con assoluta semplicità la possibilità di variazione del flusso luminoso in funzione delle esigenze dell'ambiente. Ciò ovviamente si traduce in economicità dei costi di gestione in quanto, variando opportunamente il livello di luminosità prodotto dalle lampade a LED in funzione delle richieste di luce effettive in ogni situazione, si ottiene una riduzione dei consumi energetici ed anche un allungamento della vita utile. Il controllo avviene con lo standard 0-10V cioè applicando una tensione tra 0 e 10V al driver per produrre un livello di intensità variabile, proporzionale alla luce erogata dalla lampada a LED.

Il sistema illuminotecnico proposto, anche se comporta dei costi di installazione più elevati rispetto a corpi illuminanti di tipo tradizionali, comporta notevoli riduzioni nei costi di energia e di manutenzione.

L'impianto diventa ancora più efficiente se accoppiato, come descritto nel seguito, con un sistema di comando dimmerabile centralizzato e con i sensori di luce diurna. In tal modo il ricorso all'illuminazione artificiale viene dosata al minimo indispensabile, migliorando al contempo sensibilmente anche il comfort.

Si riporta di seguito in dettaglio la descrizione e le caratteristiche dei corpi illuminanti a LED proposti nell'offerta migliorativa, con riferimento alle varie tipologie e zone dell'edificio.

4.17.4 Scelta dei corpi illuminanti

Per l'illuminazione degli ambienti sono stati previsti punti luce a soffitto od a parete in numero adeguato all'utilizzo del singolo locale.

La scelta dei corpi illuminanti in sede di progetto sarà fatta con riferimento alla destinazione d'uso degli ambienti da illuminare ed il numero e la posizione degli apparecchi di illuminazione sarà tale da garantire i livelli di illuminamento e di uniformità prescritti dalle Norme UNI di cui la tabella seguente.

L'impianto di illuminazione sarà conforme alle normative tecniche di settore ed in particolare alle norme UNI EN 12464-1:2013 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro" che prevedono:

6.2

Edifici culturali				
Tipo d'interno, uso o attività	E_m (lx)	UGRL	R_a	Note
Aule	300	19	90	L'illuminazione sarà regolabile
Aule per scuole serali ed educazione per adulti	500	19	90	L'illuminazione sarà regolabile
Sala lettura	500	19	90	L'illuminazione sarà regolabile
Lavagne	500	19	90	Previene effetto specchio
Tavoli dimostrazioni pratiche	500	19	90	Nelle sale di lettura /50 lx
Sala d'arte	500	19	90	
Sale d'arte in scuole d'arte	750	19	90	$T_{co} \geq 5000$ K
Stanze per il disegno tecnico	750	16	90	
Stanze di pratica e laboratori	500	19	90	
Stanze di lavoro artigianale	500	19	90	
Seminari d'istruzione	500	19	90	
Sale prova musicali	300	18	90	
Stanze di pratica al computer	300	19	90	
Laboratori linguistici	300	19	90	
Stanze di preparazione e seminari	500	22	90	
Ingresso	200	22	90	
Corridoi, zone di passaggio	100	25	90	
Scale	150	25	90	
Stanze comuni per studenti e aule per assemblee	200	22	90	
Sala insegnanti	300	19	90	
Librerie, scaffali	200	19	90	
Librerie; Aree di lettura	500	19	90	
Magazzino per materiale didattico	100	25	90	
Sale per attrezzature sportive, palestre e piscine (uso generico)	300	22	90	Per attività specifiche, consultare la normativa EN 12193.
Mense scolastiche	200	22	90	
Cucine	500	22	90	

Caratteristiche corpi illuminati richieste per le varie destinazioni d'uso

dove: E_m : livello di illuminamento;
 UGRL: limite massimo previsto per la limitazione dell'abbagliamento;
 UO : rapporto tra l'illuminamento minimo E_{min} e quello medio E_m
 R_a : resa cromatica minima

Si precisa che, ai fini di ridurre al minimo i consumi energetici e aumentare quindi l'efficienza, si utilizzeranno corpi illuminati con resa cromatica pari o superiore a 90 sia per gli ambienti interni che esterni.

I corpi illuminanti, oltre al necessario flusso luminoso emesso, dovranno garantir il necessario confort agli utilizzatori finali.

A tal proposito non verrà trascurato nella progettazione illuminotecnica un approccio "Human Centered", ovvero centrato alle reali

esigenze dell'individuo all'interno dei luoghi, in modo da garantire la massima fruibilità degli spazi ed il massimo benessere degli utilizzatori.

Corpi illuminanti principali per le aule destinate ad attività didattiche normali e speciali

Per le aule destinate ad attività didattiche sia normali che speciali dei tre edifici scolastici (scuola dell'infanzia, elementare e media inferiore) si prevede l'installazione di corpi illuminanti con ottica Brightness.

Oltre al risparmio energetico ed alla durabilità, nell'elaborazione del progetto, è stato adottato come input quello di rendere tutte le aule del Polo Scolastico praticamente equivalenti dal punto di vista della qualità della luce, eliminando cioè la differenza di impostazione nell'illuminazione delle aule di tipo normale e quelle di tipo speciale (destinate cioè ad attività informatiche).

Considerando l'attuale evoluzione del mondo della didattica, che sta spingendo con velocità sempre maggiore verso l'utilizzo quotidiano di sistemi informatici evoluti (Tablet, smartphone multimediali, tavolette grafiche, computer portatili, lavagne elettroniche, ecc), si ritiene non confacente alle moderne modalità didattiche differenziare nettamente le funzioni nelle due tipologie di aule (normali e speciali) e di impiegare dovunque corpi illuminanti con ottiche di tipo brightness a bassissimo livello di disturbo su schermi elettronici.

La qualità della luce LUCE MORBIDA, ispirandosi alla luminosità del giorno, diffonde un'illuminazione omogenea. L'abbagliamento diretto è contenuto al minimo, le luminanze sono drasticamente ridotte a tutte le angolature.

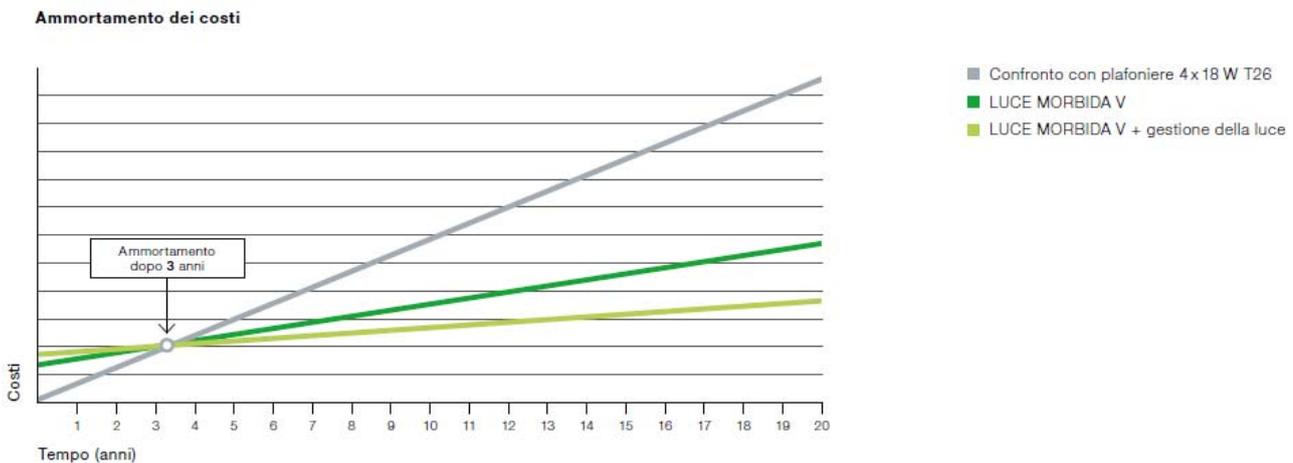
Nel grafico che si riporta di seguito è stato effettuato un confronto dei costi tra un corpo illuminante tradizionale (4x18W con lampade fluorescenti di tipo T5) e quelli offerti da un sistema a LUCE MORBIDA V semplice o accoppiato ad un sistema di gestione della luce, come nel caso in esame.

Dal grafico sopra riportato si evince che l'investimento iniziale viene ripagato in meno di 3 anni.

Le lampade rimangono invisibili, in modo da eliminare qualsiasi abbagliamento riflesso. Di conseguenza si possono disporre i posti di lavoro nella maniera preferita. A questa grande flessibilità si aggiunge il fatto che LUCE MORBIDA V richiede poca manutenzione.

L'ottica chiusa non è soggetta allo sporco come gli altri apparecchi schermati.

Il risparmio è ancor più significativo se si considerano la lunga durata di vita dei LED (50mila ore) e l'assenza di manutenzione dopo l'installazione.



Oltre ai vantaggi pratici va considerato anche il buon risultato estetico che si ottiene installando questi apparecchi dal design estremamente sottile grazie al basso profilo.

Principali caratteristiche tecniche:

- Apparecchio LED Stable White da incasso in soffitto, per illuminazione generale e di task-area
- Temperatura di colore 4000K (NW: neutra). In opzione 3000 K (WW: calda)
- Resa cromatica CRI RA > 80 per applicazioni in uffici
- Tolleranza di colore fra più apparecchi: max. 4 ellissi MacAdams
- Armatura di aspetto monolitico, con spigoli arrotondati e senza fughe, in lamiera d'acciaio
- Apparecchio ottimizzato per la massima efficienza ottica e termica
- Camera luminosa in PMMA con microprismi per luminanze ridotte in ogni direzione ed omogenee

- Sistema ottico chiuso con guarnizione e protetto dallo sporco, fissaggio senza utensili
- Durata dei LED di 50.000 h con ancora il 75 % di flusso
- Apparecchio cablato senza alogeni
- Comandabile con DALI
- Elevata efficienza dell'apparecchio, fino a 108 lm/W

Corpi illuminanti previsti nei locali tecnici

Per l'illuminazione dei locali tecnici si prevede l'utilizzo di corpi illuminanti innovativi con lampade a LED di tipo stagno con comando DALI con Converter LED. Coppa in poliestere (GRP = Glasfibre Reinforced Polyester) privo di alogeni, in colore grigio chiaro; rifrattore in policarbonato stampato in pezzo unico, con struttura prismi interni, resistente ad agenti chimici e con forte resistenza antiurto; sistema ottico chiuso, fissaggio all'armatura senza utensili.

Tutti gli apparecchi previsti dovranno prevedere adeguato grado di protezione IP IP65.

Corpi illuminanti previsti nei corridoi e nelle aree comuni open-space:

Per l'illuminazione dei locali tecnici si prevede l'installazione di corpi illuminanti innovativi con lampade a LED idoneo per comando DALI (DALI only) in profilo di alluminio estruso, anodizzato naturale.

Corpi illuminanti previsti nelle cucine e nelle aree lavorazioni

Anche per l'illuminazione delle cucine e delle aree di lavorazione in genere si prevede l'installazione di corpi illuminanti innovativi con lampade a LED idonei per comando DALI (DALI only) in profilo di alluminio estruso, anodizzato naturale.

Tutti gli apparecchi previsti dovranno prevedere adeguato grado di protezione IP IP65.

Corpi illuminanti per la palestra

Altro aspetto di notevole importanza, che richiederà uno studio specifico, sarà la scelta della tipologia di corpi illuminanti all'interno della palestra in quanto l'illuminazione degli impianti sportivi richiede molta flessibilità e resistenza, atteso che le situazioni di competizione e allenamento delle varie discipline richiedono una luminosità ideale, anche in condizioni difficili. Occorre garantire, pertanto, combinando diverse classi di illuminazione, condizioni di visibilità ideali che permettono di ridurre al minimo il rischio di incidenti. Conseguentemente ci si orienterà verso l'utilizzo di apparecchi illuminanti a prova di lancio di palla, resistenti ad urti e colpi, e di facile manutenzione e tali da garantire, per caratteristiche

di emissione e assenza di riflessi, la luce migliore anche per attività sportive con scambi di palla veloci o esercizi ginnici.

I corpi illuminanti saranno prevalentemente dimmerabili in modo tale da poter essere gestiti autonomamente ed interfacciarsi ad un sistema integrato che consentirà il controllo-monitoraggio-gestione dei flussi luminosi in modo tale da calibrare l'intensità della luce alle esigenze del caso permettendo inoltre di realizzare dei buoni risparmi energetici.

Corpi illuminanti per l'illuminazione esterna

Anche per l'illuminazione esterna la soluzione ottimale è rappresentata dall'utilizzo di lampade a LED che, grazie alle loro caratteristiche, valorizzano oltre che gli ambienti interni anche quelli esterni, consentendo di creare cromatismi e molteplici scenari, consentendo, con la dotazione di sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce (per es. sensori di luminosità daylight), ulteriori risparmi.

I corpi illuminanti saranno costituiti da globi con grado di protezione IP55. Si valuterà la possibilità e l'interesse dell'Amministrazione di dotare o predisporre i pali per l'illuminazione esterna che integrino sistemi di videosorveglianza, diffusione sonora, prese USB, WI-FI o altre dotazioni tecnologicamente innovative per rendere più funzionale e moderno il complesso.

Corpi illuminanti per i servizi igienici

Nei servizi igienici l'impianto di illuminazione sarà asservito a sensori di presenza che consentiranno di accendere le luci quando effettivamente occorre, aggiungendo ulteriori vantaggi in termini di risparmio energetico. Si prevedono plafoniere ad incasso da 15W caratterizzate da:

- Cablaggio: rapido
- Connessione: presa-spina
- Montaggio: ad incasso
- Efficienza dei led (95%)
- LED: 1600lm - 3000/4000K - Potenza 15W
- Fattore di potenza: 0.95
- Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente

Presenta una elevata efficienza dei led (95%), una protezione al surriscaldamento, un controllo della corrente e possibilità di lavoro con tensioni non stabilizzate.

I LED sono posizionati sul perimetro della plafoniera, all'interno della cornice in alluminio che funge da dissipatore. L'illuminazione è diffusa in modo uniforme dallo schermo opalino per evitare la possibilità di abbagliamento diretto.

Il cablaggio è rapido e non necessita dell'apertura dell'apparecchio, la predisposizione standard prevede una connessione presa-spina sia per

l'alimentazione sia per la regolazione 0-10V, il montaggio è previsto ad incasso. Il corpo illuminante presenta fattore di abbagliamento UGR < 19 in ogni situazione, un'accensione immediata con assenza di tremolio e assoluta silenziosità di funzionamento.

La progettazione dei circuiti è tale da rendere indipendente il funzionamento di ogni led così da non compromettere il funzionamento degli altri, il prodotto è caratterizzato dall'assenza di emissioni elettromagnetiche e interferenze RF.

Nessun rischio per l'ambiente per l'assenza di materiali contenenti mercurio o piombo.

4.17.5 Sistema di gestione del flusso luminoso

Come indicato nella norma UNIEN 12464-1:2013, ai fini del risparmio energetico:

“L'impianto d'illuminazione dovrà soddisfare i requisiti di illuminazione senza comportare sprechi di energia. Tuttavia, sarà indispensabile non compromettere gli aspetti visivi al fine di ridurre il consumo energetico; ciò richiederà un'attenta valutazione dei sistemi d'illuminazione, delle apparecchiature, dei dispositivi di controllo, appropriati così come l'impiego della luce naturale disponibile”.

Pertanto, al fine di ottimizzare l'impiego di risorse energetiche ed in relazione alla reale fruizione delle varie aree, a servizio degli impianti di illuminazione si prevede l'adozione di sistemi automatici di regolazione, di accensione e spegnimento dei punti luce (sensori di luminosità daylight e di presenza, sistemi di regolazione) che potranno essere differenziati a seconda della tipologia e utilizzo degli ambienti, permettendo in generale:

- la predisposizione di un impianto flessibile in modo da poter variare le accensioni rispetto al reale utilizzo ad opera compiuta;
- la predisposizione di dispositivi (sensori di presenza di persone) volti alla regolazione delle accensioni;
- la differenziazione delle accensioni ai diversi piani (prevedere che alcuni piani possano essere completamente spenti per alcuni intervalli di tempo);
- la differenziazione delle accensioni degli apparecchi dedicati alle diverse funzioni (es. percorsi pedonali sempre accesi);
- l'impiego di apparecchi predisposti alla regolazione del flusso luminoso emesso.

Inoltre, viene proposto un sistema per il controllo del flusso luminoso emesso con un sistema di tipo dimmerabile digitale che utilizza lo standard DALI (Digital Address Lighting Interface) che rappresenta un interfaccia per la comunicazione digitale tra un modulo di comando e gli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti. La regolazione della flusso

luminoso non avviene variando la tensione da 1-10 V come per i sistemi di tipo analogico, bensì attraverso un sistema di tipo digitale.

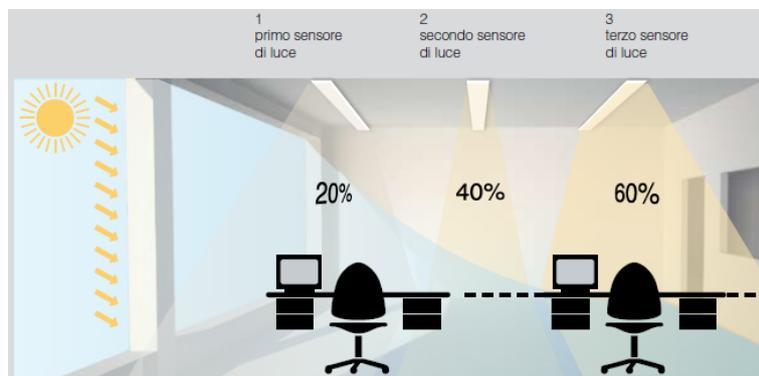
I principali vantaggi dell'utilizzo dello standard DALI sono:

- gestione completamente flessibile dei gruppi di accensione degli apparecchi illuminanti che può essere modificata senza alcuna operazione di modifica o integrazione dei cablaggi ma agendo sulla programmazione degli indirizzi IP di ogni singolo apparecchio.
- tutti gli apparecchi di comando sono attraversati da tensioni ridotte (12V) e quindi i circuiti sono di tipo SELV (Safety extra-Low Voltage) e cioè non presentano alcun pericolo per l'utilizzatore;
- cablaggi molto più semplici riducendo drasticamente la quantità di cavi di alimentazione elettrica (230V)
- possibilità di creare scenari di luce in funzione delle specifiche esigenze degli ambienti;
- la polarità delle linee elettriche è irrilevante;
- la retroazione dell'alimentatore elettrico permette di individuare per ogni lampada il valore corrente dell'emissione luminosa, se la lampada risulta accesa o se la lampada risulta guasta;
- l'accensione effettiva delle lampade al variare degli scenari di luce selezionati risulta simultanea.

L'impianto dovrà gestire i seguenti tipi di sensori/controlli:

- sensori luce naturale per tenere conto del contributo della daylight, proveniente dalle finestrate laterali.

Il sensore di luce costante, misura la luce all'interno di un ambiente e mantiene costante il livello di illuminamento, variando la luce artificiale in funzione del contributo di luce naturale.

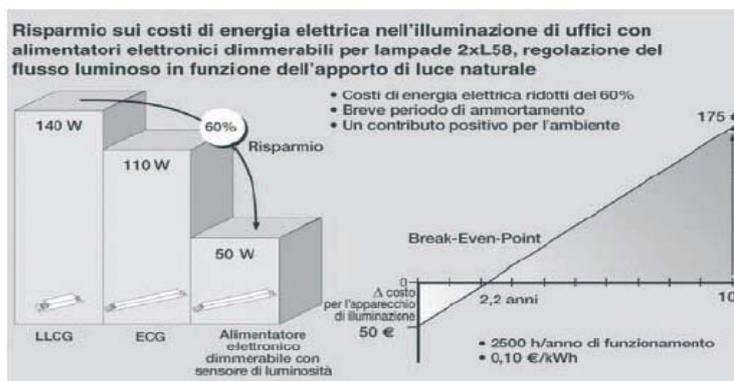


Regolazione dei livelli di illuminamento in funzione della luce naturale

Tale elemento deve essere installato a soffitto all'interno dell'ambiente da controllare, in posizione strategica rispetto alle sorgenti di illuminazione naturale (es. finestre, lucernai).

Nella proposta migliorativa si è fatto ricorso a un dispositivo multi sensore, che incorpora in unico elemento, differenti funzionalità:

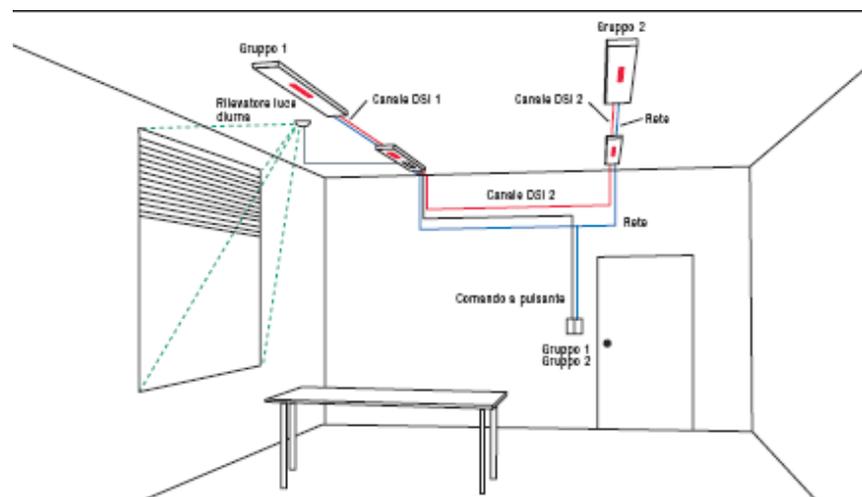
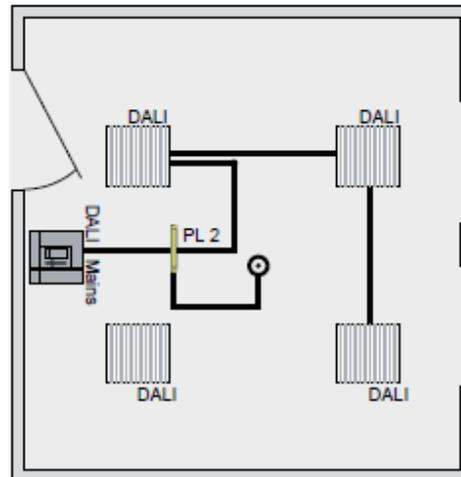
- sensore a luce costante o presenza per il controllo degli apparecchi,
- attraverso un pulsante normalmente aperto è possibile eseguire l'ON/OFF del sistema e impostare il livello di illuminamento desiderato,
- aumento-diminuzione del flusso emesso dalle sorgenti;



Risparmio energetico ottenuto con regolazione del flusso luminoso

La soluzione proposta permette una gestione ottimale di un impianto di illuminazione con la regolazione automatica che consente lo sfruttamento della luce naturale. Un impianto con regolazione dimmerabile consente di accendere le luci quando effettivamente occorre, aggiungendo vantaggi sia in termini economici che di comfort e risparmio energetico:

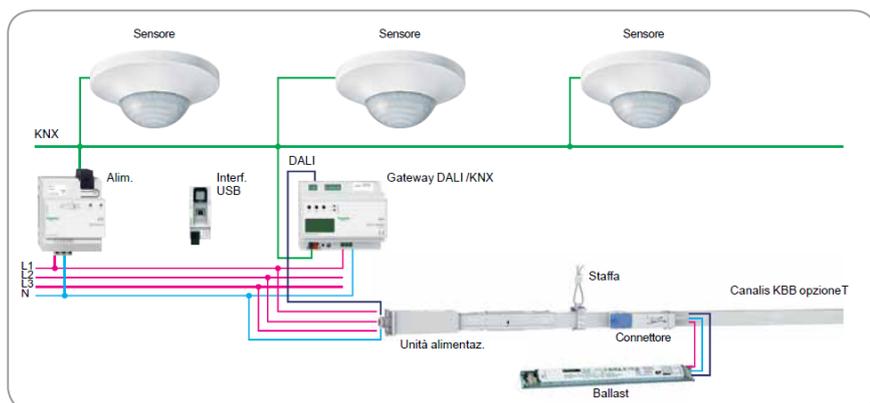
- massimo risparmio energetico e minori emissioni di CO₂,
- abbattimento dei costi,
- massimizzazione del comfort offerto all'utente,
- ampia flessibilità per ogni situazione di progetto,
- possibilità di dar luogo a scenografie luminose personalizzate.



Schema di collegamento sensori di luce naturale

Aule per la didattica, uffici, sale di lettura, ambienti comuni: ciascuna di queste situazioni necessita di un diverso livello di illuminazione che garantisca la luce giusta nel posto giusto garantendo una maggiore durata delle lampade e riducendo così i costi di gestione.

A solo titolo di esempio nella figura seguente (tratta da una primaria casa produttrice) si riporta una possibile configurazione schematica generale del sistema,



Schema sensori luminosi

La luce naturale che entra dalle finestre sarà valutata solo in termini quantitativi senza alcun riferimento alla sua cromaticità. La valutazione verrà fatta con sensori posti all'interno dell'ambiente e rivolti verso il basso; il segnale ottenuto servirà a modulare il flusso emesso dagli apparecchi in modo da ottenere un valore costante di illuminamento.

Nel caso in esame per ogni aula scolastica saranno installati tre sensori di luminosità che comanderanno, ognuno di essi, le tre lampada disposte nelle tre file parallele alla finestratura.

In tal modo l'illuminazione artificiale si regolerà in automatico in funzione di quella naturale fornendo solo ed esclusivamente il fabbisogno necessario per l'integrazione fino a raggiungere il valore necessario nell'ambiente.

Principali caratteristiche del sensore utilizzato (Rilevatore di presenza per interni):

- accoppiatore bus integrato per montaggio a soffitto.
- tecnologia di rilevamento tramite infrarossi con portata sino a 7 m di raggio a seconda del modello e seguendo le indicazioni di montaggio specificate.
- ogni blocco logico del rilevatore agisce come dispositivo indipendente in modo che in un solo apparecchio fisico si possono combinare le funzioni di un massimo di 5
- rilevatori, con regolazioni e sensibilità diverse.
- sensore di luminosità integrato da 10 a 2000 lux.
- il tempo configurato per lo spegnimento può essere fisso o auto-regolarsi in funzione della quantità di movimenti rilevati in modo da evitare lo spegnimento prematuro.
- dotazione: Con morsetto di collegamento al bus e supporto.

Anche nei servizi igienici si prevede l'installazione di sistemi automatici di accensione e spegnimento dei punti luce con sensori di luminosità e di presenza che integrano al loro interno anche i sensori di luce naturale per tenere conto del contributo della daylight, proveniente dalle finestrate, laddove presenti.

I sensori di occupazione (o sensori di presenza) hanno il compito di rilevare la presenza/assenza di persone all'interno degli ambienti in cui sono installati con l'obiettivo di accendere/spengere gli apparecchi di illuminazione. In questo modo l'utilizzo delle luci artificiali viene ottimizzato. Il sistema di funzionamento è simile a quello dei dispositivi anti-intrusione.

Si distinguono diverse modalità di funzionamento:

- Sensori a ultrasuoni: il sensore emette degli ultrasuoni a determinate frequenze nello spazio circostante. Le onde vengono riflesse in ogni punto dell'ambiente e, quando un oggetto si muove, la frequenza dell'onda riflessa cambia. La percezione del movimento avviene anche in presenza di ostacoli fra sensore e persona. La soglia di sensibilità risulta maggiore in prossimità del dispositivo e diminuisce allontanandosi.
- Sensori a infrarossi: il sensore reagisce alla variazione di temperatura determinata dal calore emesso dal corpo umano in movimento entro il raggio di azione del dispositivo. La soglia di sensibilità è maggiore in prossimità del sensore e diminuisce gradualmente allontanandosi.

Si è preferito far ricorso a dispositivi ad infrarossi multi sensori, che incorporano in unico elemento, differenti funzionalità:

- a) sensore a luce costante o presenza per il controllo degli apparecchi
- b) attraverso un pulsante normalmente aperto è possibile eseguire l'ON/OFF del sistema e impostare il livello di illuminamento desiderato
- c) aumento-diminuzione del flusso emesso dalle sorgenti;

La soluzione proposta permette una gestione ottimale di un impianto di illuminazione con la regolazione automatica che consente lo sfruttamento della luce naturale (ove presente). La luce naturale che entra dalle finestre sarà valutata solo in termini quantitativi senza alcun riferimento alla sua cromaticità. La valutazione verrà fatta con sensori posti all'interno dell'ambiente e rivolti verso il basso; il segnale ottenuto servirà a modulare il flusso emesso dagli apparecchi in modo da ottenere un valore costante di illuminamento.



Rilevatori di presenza

I rilevatori di presenza reagiscono al minimo movimento e misurano allo stesso tempo la luminosità dell'ambiente in cui sono installati. Quando non registra più alcun movimento o se il valore di luminosità impostato dall'utente viene superato, il rilevatore di presenza spegne automaticamente la luce.

4.18 Sistema di illuminazione di emergenza intelligente

4.18.1 Premessa

Sarà installato un sistema di illuminazione di sicurezza, che garantirà un'affidabile illuminazione e la segnalazione delle vie di esodo.

L'impianto di illuminazione di sicurezza risponderà ai requisiti di cui all'art. 710.564.1 della norma CEI 64-8/7 Parte 7 e della norma UNI EN 1838, in modo da garantire livelli di illuminamento e di uniformità conformi alle esigenze.

Ciò sarà ottenuto mediante una adeguata combinazione di apparecchi illuminanti appartenenti al sistema di illuminazione generale, ma alimentati da una sorgente di sicurezza centralizzata descritta in precedenza nella presente relazione.

Infatti tutto l'impianto di illuminazione sarà alimentato anche da energia di soccorso in caso di disservizio del distributore. Ciò non comporta un sovradimensionamento del gruppo elettrogeno attesi i carichi notevolmente ridotti grazie all'utilizzo della tecnologia a LED e grazie alla presenza del sistema di controllo/supervisione e di regolazione che, attraverso i sensori di presenza, consente l'accensione delle lampade solo quando necessario con conseguenti basse contemporaneità che è possibile assegnare all'impianto di illuminazione.

Alcuni apparecchi saranno muniti di pittogrammi a norme per la segnalazione delle vie di esodo.

Il sistema avrà un'alimentazione tale che, per durata e livello di illuminamento, consentirà lo sfollamento delle persone in caso di pericolo di incendio.

Per l'illuminazione di emergenza si prevede, inoltre, l'utilizzo di lampade di emergenza autoalimentate del tipo SA e SE, secondo le varie esigenze e posizione, equipaggiate con lampade a LED.

Per quanto riguarda la gestione dell'impianto di illuminazione di emergenza si prevede l'installazione di un sistema di gestione dell'illuminazione di sicurezza (percorsi vie di esodo e segnaletica) di tipo "intelligente" capace cioè di prevedere l'autodiagnosi dei corpi illuminati installati in modo da poter testare lo stato degli stessi in ottemperanza alle norme specifiche in materia di sicurezza ed antincendio degli edifici pubblici.

Il sistema, dotato di singola centrale, può essere gestito anche in un unico punto di supervisione da PC mediante l'utilizzo di software dedicato, che permette una rapida individuazione visiva delle anomalie d'impianto, potendo importare le planimetrie in autocad dei luoghi interessati. Inoltre, il sistema permette ai responsabili della sicurezza di gestire un archivio dei test effettuati, validi ai fini della compilazione del registro delle verifiche dei VV.FF.

Con tale impianto si realizza un sistema d'illuminazione d'emergenza in cui tutte le funzioni di controllo e di manovra sono centralizzate in un unico punto presso la centrale del sistema (o presso una postazione remota).

La Centrale sarà in grado di dialogare con differenti protocolli di comunicazione: questo permette di interfacciare la Centrale con sistemi di supervisione più generali.

La Centrale permette la gestione di apparecchi per illuminazione d'emergenza sulla dorsale bus (linea bus a due fili polarizzati).

4.18.2 Lampade di Emergenza Evolution Led

Le lampade di emergenza previste saranno di tipo autoalimentato pertanto dotate all'interno di una propria batteria; in caso di mancanza della tensione di rete assolvono in modo autonomo alle funzioni di emergenza. Inoltre esse sono in grado di eseguire periodicamente controlli sulla loro funzionalità, simulando la mancanza di rete (black-out) e verificando l'efficienza delle parti che la compongono.

La centrale di controllo a cui sono collegate via bus ha il compito di gestire l'esecuzione di questi test e raccoglierne i risultati rendendoli disponibili sulla stampante eventualmente collegata.

Ogni lampada sarà dotata di un identificatore (riportato su una etichetta posta sulla parabola del prodotto) che la distingue in modo univoco da

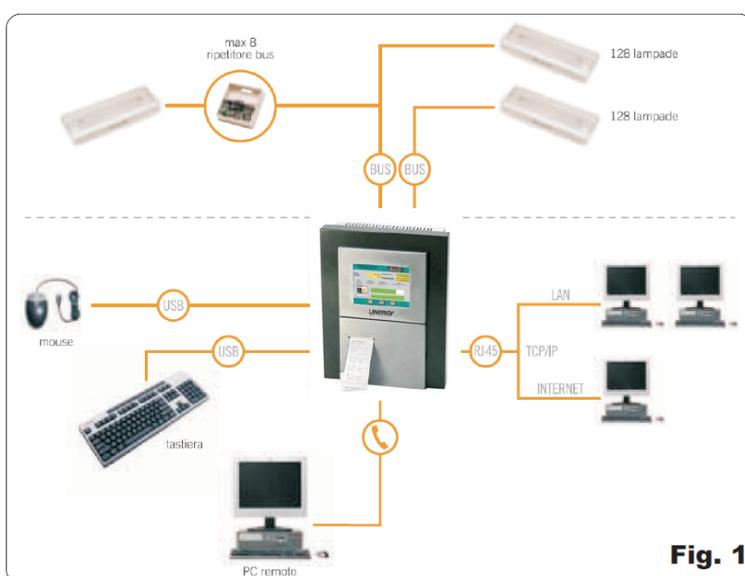
ogni altro prodotto. Tale ID diventa fondamentale quando il dispositivo viene collegato alla Centrale.

4.18.3 Centrale di Supervisione

La Centrale di Supervisione sarà munita di microprocessore in grado di eseguire automaticamente controlli centralizzati periodici per verificare lo stato di efficienza di un impianto di illuminazione di emergenza.

Interfaccia della centrale implementata su Web Server accessibile da remoto da qualsiasi PC con qualunque browser internet.

- Dotata di display TFT da 6,4" touch screen.
- Numero di apparecchi collegabili 256 su due linee bus, espandibile a 1272 tramite appositi ripetitori.
- Porta ethernet con protocollo TCP/IP per collegamento Ethernet / Internet.
- Autoacquisizione via software per l'identificazione degli apparecchi tramite Bus RS485.
- Possibilità di connessione remota tramite modem, gestione di 32 gruppi logici di apparecchi, batteria al PB per 12h di autonomia in stand-by.
- Alimentazione 230Vac 50Hz, completa di manuale di programmazione e installazione.



Schema illuminazione di emergenza "intelligente"

4.18.4 Software

Il software permetterà al manutentore di visualizzare graficamente in maniera precisa la posizione di ogni singolo apparecchio di emergenza. In caso di guasto ogni singola plafoniera sarà evidenziata semplificando la ricerca dei guasti e aumentando la rapidità di intervento.

La programmazione è estremamente semplice ed intuitiva ed avviene con tre semplici passaggi fondamentali:

- Inserire la piantina della locazione in cui si è effettuato l'impianto (formati: GIF, JPG, TIFF, PNG, BMP)
- Riportare successivamente gli oggetti da inserire con il loro codice identificativo sulla piantina (Centrale, Plafoniera, ecc.)
- Eseguire infine l'aggiornamento delle informazioni della centrale per visualizzare lo stato delle lampade.

4.18.5 Tipologia sorgente luminosa utilizzata: LED

La sorgente LED è affidabile nel tempo. La sua caratteristica di essere sorgente "solida" (si tratta di una giunzione di semiconduttore) la rende particolarmente indicata nell'illuminazione di emergenza con vantaggi sia nell'uso che nella manutenzione. I LED sono sorgenti che hanno vita nominale lunghissima, nelle migliori condizioni di funzionamento possibili, e seppur queste condizioni possano difficilmente riprodursi negli apparecchi, garantiscono comunque durate largamente superiori a 50.000h.

Questa caratteristica è particolarmente apprezzabile negli apparecchi di illuminazione di emergenza dove, fino all'avvento del LED, si dovevano impiegare lampade incandescenti (notoriamente caratterizzate da una brevissima durata e da scarsa affidabilità) o lampade fluorescenti caratterizzate da decadimento di prestazioni a causa delle anormali condizioni di alimentazione. I LED, in un'ampia gamma di correnti di alimentazioni, garantiscono un comportamento prevedibile e affidabile. Principali vantaggi della tecnologia a LED per l'illuminazione di emergenza:

- E' una sorgente puntiforme su cui è possibile calibrare fotometrie di prodotto attinenti alla funzione che si vuole realizzare e nell'illuminazione di emergenza questo è un vantaggio in quanto le vie d'esodo, le uscite e le scale di sicurezza, i punti di soccorso sono sostanzialmente aree di specifica superficie e dunque sono illuminate al meglio con apparecchi dal fascio luminoso controllato e selettivo
- La sorgente LED è caratterizzata da un'eccellente risposta flusso/tempo. All'accensione la sorgente fornisce immediatamente

il flusso massimo di prodotto e questo flusso è mantenuto indefinitamente nel tempo fino al termine dell'autonomia naturale di batteria. Questa caratteristica è particolarmente indicata nei luoghi, come le aree ad alto rischio o le aree in cui sono presenti persone che non hanno familiarità con i luoghi, per mettere subito a disposizione quel minimo di luce che consente di evitare situazioni di smarrimento che sono il preludio alle situazioni di panico.

- *Accensione E Spegnimenti:* Frequenti accensioni non determinano alcun degrado di prestazioni delle sorgenti LED che sono dunque indicate anche in combinazione con rilevatori di presenza e ogni altro comando non condizionato.
- *Robustezza:* L'impiego delle sorgenti LED aumenta la robustezza meccanica implicita alle apparecchiature in quanto non vi è presenza di parti fragili come sono i tubi delle lampade fluorescenti, i bulbi o i filamenti delle lampade incandescenti. I prodotti LED possono essere utilizzati anche in installazioni particolarmente precarie a causa di vibrazioni che in altre situazioni avrebbero causato problemi di connessione e sicurezza con lampade tradizionali.
- *Temperatura:* Le sorgenti LED sono, a differenza delle lampade fluorescenti, insensibili alle variazioni termiche ambientali, sono quindi particolarmente consigliate nelle situazioni in cui la temperatura ambiente possa variare in particolare con escursioni sottozero, condizioni in cui le lampade fluorescenti riducono sensibilmente il flusso luminoso emesso.
- *Consumo:* l'elevata efficienza raggiunta dalle sorgenti LED (100lm/Watt e oltre) e la particolare emissione di flusso (lambertiana, ma raccolta in un angolo di 120°) consente di limitare la potenza di lampada impiegata garantendo con pochi W o frazioni di W quello che prima si doveva fornire con lampade fluorescenti di potenza nominale ben maggiore. Il minor consumo in modalità emergenza consente di ridurre la capacità delle batterie associate al prodotto e con esse anche la potenza elettrica assorbita da rete per la loro ricarica. In termini relativi l'assorbimento di potenza attiva da rete è inferiore a oltre il 50%. Questa situazione è particolarmente apprezzabile nei prodotti Permanenti dove la lampade è costantemente accesa. In questi il vantaggio dell'impiego del LED è indubbio in quanto limita fortissimamente gli interventi di manutenzione.
- *Manutenzione:* La manutenzione dei nuovi apparecchi per illuminazione di emergenza LED si limita di fatto agli interventi sugli accumulatori ricaricabili quando questi non assicurano più

l'autonomia prevista ed anche questi interventi saranno ben meno frequenti in quanto il principale elemento fisico di degrado, il calore interno ai prodotti, è fortemente ridotto negli apparecchi LED a causa della riduzione di energia impiegata nei processi di ricarica.

- *Durata Del Prodotto:* Il prodotto LED è caratterizzato da una complessiva durata nel tempo. I principali fattori che determinano questa maggior durata sono l'impiego di una sorgente luminosa a vita "illimitata" e la riduzione degli stress termici e funzionali conseguenti sulle altre parti elettroniche e meccaniche del prodotto.
- *Ecologia:* La sorgente di illuminazione LED sostituisce nel mercato dell'illuminazione di emergenza la lampada fluorescente che al momento dello smaltimento rappresenta sempre un problema per la presenza di sostanze tossiche come il mercurio. Inoltre, i benefici effetti e la conseguente maggior durata nel tempo degli apparecchi, riducono le prospettive di impatto ambientale e semplificano il riciclaggio del prodotto nel suo complesso. Anche l'uso di accumulatori di capacità complessiva ridotta è garanzia di una scelta ecologica.
- *Eстетica:* Le nuove sorgenti luminose (LED) così diverse da ogni altra sorgente ad oggi utilizzata, consentono sviluppi nuovi, mai prima ipotizzati. I nuovi apparecchi, più piccoli, più sottili, si integrano nelle architetture elegantemente.
- *Sicurezza:* Le sorgenti LED sono sorgenti ad alta intensità, la loro visione diretta è fastidiosa alla vista e contiene un residuo di rischio per la retina a causa delle relative forti emissioni nelle lunghezze d'onda del blu (380-430nm). I prodotti LED Beghelli sono esenti dal rischio Fotobiologico (IEC 62471) e il loro impiego non determina alcuna azione aggiuntiva ai sensi dei rischi da radiazioni identificati dal Capo V del DLgs 81/2008 (prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro).
- Elevata uniformità quando utilizzata come segnaletica di sicurezza secondo quanto previsto da UNI EN 1838.

4.18.6 Impianto illuminazione esterna

Esternamente ai fabbricati, saranno installati i corpi illuminanti per l'illuminazione delle aree esterne equipaggiati con lampade a LED che saranno individuati sulla base del layout di sistemazione delle aree esterne, differenziando le zone carrabili da quelle pedonali e, da quelle a verde e, comunque, in modo tale da armonizzarsi con l'illuminazione esistente.

I corpi illuminanti saranno sottesi a linee attestate al quadro illuminazione esterna/guardiana e saranno, comunque, sottesi al controllo attraverso il sistema di supervisione.

Sarà previsto, inoltre, un'illuminazione notturna 'di cortesia', in prossimità degli accessi e lungo i percorsi pedonali o carrabili.

4.18.7 Impianto di terra

L'impianto di protezione sarà costituito da:

- Conduttore di terra dal quadro fino al sistema disperdente esistente in cavo N07V-K G/V, della sezione di 35mmq;
- conduttori di protezione in uscita dal quadro elettrico e gli utilizzatori;
- conduttori equipotenziali tra nodo e masse estranee (tubazioni gas, acqua, ecc.);
- dispersori intenzionali verticali in tondo di acciaio ramato della lunghezza di metri 2 e diametro 18mm;
- corda nuda interrata della sezione di 35mmq;
- nodo di terra di edificio in barra di rame e morsetti;
- nodi supplementari di alloggio per locali bagno.

Il sistema dovrà assicurare la rispondenza ai criteri di sicurezza, un basso valore di resistenza totale e una resistenza meccanica e chimica prolungata nel tempo.

4.18.8 Sistema di gestione integrato dell'impiantistica dell'edificio

Il tema dell'efficienza e sostenibilità ambientale applicato agli edifici, rappresenta uno degli aspetti prioritari delle attuali politiche mondiali ed europee. La riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili e delle emissioni, oggetto delle direttive europee e recepite dalle applicazioni legislative nei singoli paesi dell'Unione, rappresenta un obiettivo primario comportando una nuova visione dell'edificio che non può più prescindere dalla "sostenibilità ambientale" di tutti i suoi componenti. L'involucro e l'impiantistica sono chiamati a rispondere a specifiche precise ed, inoltre, a coesistere in maniera sempre più stretta per ottenere le prestazioni richieste. L'ideazione dell'edificio con questi obiettivi prestazionali modifica il moderno ruolo del tecnico e lo chiama a nuove sfide stimolando le abilità professionali attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie per definire opportuni sistemi di Building Management (BMS) sulla base delle specifiche prestazionali ottenibili. Il sistema-edificio contiene tecnologie impiantistiche e richiede processi gestionali di Facility & Energy Management (FM&E). In fase progettuale sarà necessario definire le migliori soluzioni tecniche per i componenti impiantistici e per gli strumenti di gestione. Le tecnologie IT di Information Technology per

edifici consentono ad oggi di fornire le soluzioni che siano in grado di “regolare” gli impianti e di “assistere” i processi gestionali, di fornire cioè una “intelligenza”, la cui progettazione deve essere corretta come per qualsiasi altro componente dell’edificio. Le componenti impiantistiche di un edificio sono storicamente suddivise nei due settori: Impianti Meccanici HVAC (Riscaldamento, Ventilazione, Condizionamento, Refrigerazione) ed Impianti Elettrici e Speciali (Distribuzione energia, Illuminazione, Security & Safety, Comunicazioni). Entrambi nei moderni edifici richiedono sistemi BMS di automazione e supervisione e regolazione. Le tecnologie attuali consentono architetture dei sistemi integrati di controllo che prevedono piattaforme comuni standard ed aperte, in grado di gestire sia gli impianti meccanici che quelli elettrici e speciali.

Alla luce di quanto sopra, il progetto prevederà di dotare l’edificio di un sistema di gestione e di monitoraggio centralizzato di tutti gli impianti: elettrici FM, di illuminazione e di climatizzazione, nell’ottica della facilità e semplicità di gestione, del comfort e soprattutto del risparmio energetico. Per gli impianti antincendio, antintrusione e videosorveglianza, cioè tutti gli impianti di Safety e Security, invece, si valuterà l’opportunità di un sistema di gestione e supervisione indipendente nell’ottica di avere ben distinte le due tipologie di impianto (impianti ordinari ed impianti di sicurezza) per garantire all’Ente gestore la massima sicurezza, evitare possibili manomissioni, ridurre guasti o malfunzionamenti di uno dei due sistemi che infici il corretto funzionamento anche dell’altro.

In linea del tutto generale, il sistema BMS che si propone potrà gestire le seguenti parti di impianto:

- Comando e controllo del sistema di regolazione automatica delle luci
- Comando e controllo del sistema di distribuzione elettrica e monitoraggio energia
- Regolazione e controllo impianto di riscaldamento e raffrescamento
- ed, inoltre:
- Controllo e contabilizzazione dei flussi termici
- Controllo e contabilizzazione dei flussi di acqua potabile
- Controllo e misurazione acque meteoriche di recupero

L’impianto di supervisione, a servizio dell’edificio, avrà il compito di centralizzare il controllo degli impianti tecnologici presso una postazione (o anche più) dell’edificio, indifferentemente individuata dalla Committente, attrezzata con PC e software di supervisione evoluto, tramite il quale si potranno supervisionare tutti i punti controllati di ogni apparecchiatura in rete.

Il controllo di tutti gli impianti (pompe, quadri elettrici, luci, centrali di energia ecc.) avverrà con un sistema a logica distribuita con Server di Automazione, denominato Automation Server (AS), direttamente

connesso ad una rete LAN e facente capo alla postazione BMS Servizi Generali, con la possibilità di accedere al sistema da un sito remoto raggiunto dalla rete WAN, utilizzando le opportune chiavi di accesso. Per gli impianti di illuminazione è possibile un accesso completo a tutte le operazioni di configurazione, diagnostica e contabilità tramite applicazioni dedicate.

Il sistema sarà integrabile negli altri sistemi di controllo e si ispira ai principi progettuali di:

- massimizzazione della disponibilità e dell'affidabilità dell'impianto;
- ottimizzazione dei costi operativi;
- ottimizzazione dei costi di manutenzione;
- assicurare la frazionabilità e contabilizzazione di singole zone dell'edificio.

Principali caratteristiche:

Sistema aperto per building it

Le dimensioni e l'importanza degli impianti stessi impongono, nella scelta delle soluzioni tecnologiche, la stretta aderenza a criteri di alta sicurezza e di tecnologia avanzata, a tutela ed a salvaguardia nel tempo del patrimonio e dell'investimento che l'opera richiede.

Poiché la gestione degli impianti è un bene che, se mantenuto correttamente, permette di avere dei ritorni in termini di benessere, comfort e non ultimo di risparmio energetico ed economico, è fondamentale che la scelta sia orientata verso una soluzione aperta in termini di componenti, di supporto a nuove future soluzioni e di soluzioni tecniche basate su standard internazionali riconosciuti anziché soluzioni proprietarie dei singoli costruttori.

Alla luce di quanto sopra la soluzione che si propone si sposa con la filosofia dell'interoperabilità tra componenti diversi certificati (Modbus, BaCnet, M-Bus, DALI, LonMark®) su un supporto di trasmissione definito come standard internazionale (Ethernet) e l'insieme permette di realizzare un Sistema Aperto ampliabile nel tempo senza che l'investimento iniziale vada a decadere per l'evoluzione della tecnologia come invece una soluzione proprietaria iniziale condizionerebbe pesantemente qualsiasi successivo sviluppo del sistema originario.

Sistema di monitoraggio energia

Con il sistema BMS sarà possibile in remoto comandare, monitorare, contabilizzare e gestire ogni singolo quadro elettrico per l'alimentazione delle utenze di F.M. e di illuminazione a servizio della singola zona dell'edificio. Sarà possibile quindi la contabilizzazione dei consumi di ogni singola zona dell'edificio, alimentata da un proprio quadro elettrico, da

concedere eventualmente in gestione a terzi, mediante l'installazione di ausiliari di comunicazione.

Le informazioni relative al sistema di distribuzione elettrica potranno essere le seguenti:

- Acquisizione dei segnali per via seriale provenienti da IED installati nei Quadri Elettrici (stati organi BT, misure, allarmi, segnali di scatto), e riportati tramite server di automazione AS al sistema di supervisione;
- Acquisizione dei segnali cablati tramite RTU di interfaccia;
- Visualizzazione grafica del sinottico di stazione (topologico) aggiornato in tempo reale;
- Visualizzazione grafica di stati, allarmi, misure;

La notevole modularità della componentistica del sistema proposto, inoltre, riduce considerevolmente i tempi di cablaggio, la possibilità di errore nel cablaggio della parte dati e facilita qualsiasi successivo intervento. Il sistema di comunicazione consente:

- il controllo remoto e la raccolta dei dati relativi allo stato degli apparecchi connessi, al numero di cicli di manovra, al tempo di funzionamento dei carichi ed a molti parametri su protocollo universale Modbus;
- il continuo controllo e monitoraggio dei costi energetici.
- visualizzazione dei trend delle misure acquisite o calcolate;
- gestione (registrazione, archiviazione, reportistica) di liste eventi e liste allarmi;
- comando da remoto degli apparati;
- lancio di sequenze di comando automatizzate;
- invio di set point;
- diagnostica della rete di comunicazione;
- sincronizzazione temporale dei dispositivi all'interno del dominio;
- gestione delle ridondanze;
- gestione degli accessi mediante identificazione utente e password.

E' possibile prevedere l'accesso a pagine dedicate al monitoraggio ed al controllo della distribuzione elettrica da parte di utente con credenziali di accesso valide.

Presso i quadri elettrici sono presenti dei componenti IED (multimetri) che renderanno disponibile direttamente su linea BUS seriale i dati necessari alla gestione e contabilizzazione dell'energia.

Per i componenti non dotati di interfaccia Modbus (es. Interruttori, sezionatori, contattori) si impiegheranno delle interfacce di comunicazione (RTU), denominate SmartLink, in grado di convertire i segnali fisici (ingressi/uscite digitali) in variabili logiche.

I componenti saranno connessi tra loro e Server di Automazione (AS) mediante linee con tipologia Bus (della lunghezza massima 900m) e la

comunicazione avverrà attraverso il protocollo Modbus RTU in RS485, utilizzando cavo bipolare schermato AWG22 (ad esempio Belden 9841/42).

Il sistema sarà di tipo scalabile al fine di poter implementare le funzionalità inizialmente necessarie verso possibili espansioni SW e HW. Il bus per la comunicazione Modbus laddove necessario verrà fisicamente realizzato con cavo multicoppia a doppia schermatura (della singola coppia e del cavo complessivo) adatto a reti RS485 a due coppie di conduttori e conforme alle normative richieste per la presente applicazione (tipo Belden® 9842).

Le modalità di comunicazione verso SCADA sono di seguito ricapitolate:

- Acquisizione in Hard - wired mediante SmartLink degli stati delle utenze di interesse, laddove previsto.
- Acquisizione in Seriale dai Multimetri, dei dati di consumo energetico e dei parametri elettrici rilevanti letti sugli interruttori generali di quadro.

Il sistema, pertanto, semplifica la gestione dell'impianto elettrico, consentendo di effettuare la gran parte delle manovre da remoto, di individuare in tempo reale i disservizi con conseguente velocizzazione dei tempi di intervento e dei lavori di manutenzione, riducendo le interruzioni inopportune con conseguente riduzione degli interventi: quindi, garantisce una maggiore affidabilità al complessivo sistema di distribuzione elettrica, nonché la gestione ottimale e più economica del complesso.

Integrazione sistema regolazione e controllo illuminazione ambienti ed aree comuni

Il sistema di regolazione e controllo delle luci, già in precedenza descritto al punto precedente, si basa su Bus DALI. Per l'integrazione nel sistema di gestione dell'edificio, è prevista l'installazione di un Gateway Lon Dali. Per il controllo con regolazione costante dell'illuminazione e il controllo di scenari luminosi sono disponibili e liberamente configurabili tutti gli oggetti rilevanti LonMark, Sarà possibile dal sistema gestire contemporaneamente tutti le accensioni indipendentemente dallo stato del sensore di zona.

4.19 Impianto fotovoltaico

4.19.1 Caratteristiche di funzionamento

Per il nuovo polo scolastico si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico da installare sulla copertura del corpo a due piani (scuola media inferiore) del polo scolastico oggetto di concorso che sarà a servizio di tutti e tre i corpi relativi alla scuola dell'infanzia, alla scuola elementare ed alla scuola media inferiore.

L'impianto fotovoltaico è un sistema in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica. Connesso ad una rete di distribuzione, può a seconda delle scelte fatte, cedere totalmente l'energia in rete oppure alimentare il carico utente lavorando in regime di interscambio sul posto. Il generatore fotovoltaico è costituito collegando in parallelo un numero opportuno di stringhe con nessun polo connesso a terra.

Ciascuna stringa, sezionabile e provvista di diodo di blocco è costituita da una serie di singoli moduli fotovoltaici provvisti a loro volta di un diodo di by-pass. Il parallelo delle stringhe deve essere provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione.

Il gruppo di conversione deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti tecnico-normativi e di sicurezza applicabili.

I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione devono essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Il collegamento del gruppo di conversione deve essere effettuato a valle del dispositivo generale della rete utente. Il rendimento di conversione complessivo dell'impianto è calcolato sulla base dei singoli rendimenti che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello del sistema di conversione, permettono di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile fornire in uscita all'impianto.

4.19.2 Inquadramento Normativo

Il D.Lgs. n. 28 del 03/03/2011 e s.m.i., al comma 1 dell'Allegato 3, prescrive che, nel caso di edifici nuovi, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31/05/2012 al 31/15/2013;
- b) il 35% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 01/01/2014 al 31/12/2016;
- c) il 50% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

Lo stesso decreto, al comma 3 dell'Allegato 3, prescrive che, nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula: $P = S/K$

Dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

- a) K = 80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) K = 65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) K = 50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.

Inoltre il comma 6 dello stesso allegato 3 prescrive che per gli edifici pubblici gli obblighi di cui ai precedenti commi sono incrementati del 10%. Considerato che la superficie utile lorda complessiva degli edifici del "Nuovo Polo Scolastico" risulta pari a circa 4400 m² e il coefficiente K assunto è pari a 50 risulta una potenza pari 88,0 kW che incrementata del 10%, determina un valore di 97 kW complessivi.

4.19.3 Caratteristiche Impianto fotovoltaico

Al fine di garantire elevate prestazioni del sistema, si è previsto l'utilizzo di moduli fotovoltaici in silicio policristallino aventi una potenza elettrica nominale di 250Wp (dim. 100x160 cm circa) che porta, al fine del raggiungimento della potenza complessiva dell'impianto richiesta dalla norma, pari a 97 kW, alla necessità di installazione di n. 388 moduli fotovoltaici distribuiti su una superficie netta di circa 600 m² e lorda di 800 m². Tenuto conto della disponibilità di superficie della copertura della scuola media, si è ritenuto vantaggioso implementare il numero minimo dei moduli fotovoltaici, fino ad impegnare una superficie netta di circa 1.000 m² e lorda di 1.250 m² prevedendo l'installazione di 608 moduli che forniscono, quindi una potenza di circa 150 kW, con 12 inverter in grado di produrre circa 182.000 kWh annui distribuiti.

L'impianto presenta condizioni di installazione sufficientemente favorevoli; utilizzando infatti la copertura si ottengono angoli di installazioni che consentono valori di produzione stimati in 1.200 kWh/kWp.

L'energia prodotta durante l'anno, sarà utilizzata sul posto per alimentare gli impianti dell'edificio; la parte eventualmente eccedente potrà essere scambiata con la rete pubblica secondo il regime di scambio sul posto.

La modalità di connessione alla rete sarà Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 20.000 V. L'impianto così configurato riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella:

Equivalenti di produzione termoelettrica	Impianto proposto (182KWh/anno)	
	1 anno	25 anni (t)
Anidride solforosa (SO ₂)	71 Kg	1,6
Ossidi di azoto (NOx)	75 Kg	1,7
Polveri	3,6 Kg	81
Anidride carbonica (CO ₂)	64 t	1440
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	16 t	360

La vita utile è stimata di oltre 35 anni con degrado massimo del 20% in 25 anni.

Per ottimizzare il rendimento dei pannelli ed eliminare i problemi di ombreggiamento, i moduli fotovoltaici saranno installati su apposita struttura di sostegno prevista in tubolari metallici con un angolo di inclinazione degli stessi di 10° sull'orizzontale.

4.19.4 Generatore fotovoltaico

Il Generatore Fotovoltaico sarà costituito da 38 stringhe composta ognuna da 16 moduli per un totale di 608 moduli fotovoltaici.

Potenza nominale del campo FV : 152.000 Wp

I moduli FV saranno le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche generali

- Potenza elettrica nominale: 250 Wp certificata a 1000 W/m², 25°C, AM 1,5. Il decadimento delle prestazioni non sarà superiore al 10% nell'arco di 12 anni e non superiore al 20% in 25 anni.
- Celle in silicio policristallino collegate in serie da 60 unità;
- Superficie anteriore: vetro temperato in grado di resistere alla grandine (Norma CEI/EN 61215);
- Incapsulamento delle celle: EVA;
- Cornice: Alluminio anodizzato;
- Terminali di uscita: cavi precablati a connessione rapida impermeabile;
- Presenza di diodi di bypass per ridurre la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento.

Caratteristiche elettriche

- Potenza elettrica nominale: 250 Wp a 1000 W/m², 25°C, AM 1,5;
- Tensione a circuito aperto: 37,48 V;
- Tensione alla massima potenza: 30,46 V;
- Corrente di corto circuito: 8,7 A;
- Corrente alla massima potenza: 8,3 A.

Caratteristiche meccaniche

- Dimensioni: 1652 x 994 x 46 mm (1,64 mq)
- Peso: 19 kg circa;

Condizioni limite di esercizio:

- Tensione massima di lavoro: 1000 V.

Certificazioni:

- IEC/EN61215 e IEC/EN61739, Application class A
- Safety class II
- CE.

Ogni stringa sarà provvista di opportuno sezionatore e diodo di blocco e sarà protetta contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori (uno per ogni polo) collegati a terra. Sezinatori, diodi di blocco e scaricatori sono dimensionati per le opportune correnti e tensioni e sono allocati in un quadro elettrico dotato di un grado di protezione adeguato al sito di installazione.

Il generatore FV è gestito come sistema IT.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

4.19.5 Inverter

Per il campo fotovoltaico è prevista l'installazione di un gruppo di conversione composto da 12 convertitori statici (Inverter). I convertitori c.c./c.a. utilizzati sono idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Il gruppo di conversione è completo di un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8 e alle delibere AEEG 84/2012;
- protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico;
- conformità marchio CE;
- grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV 300 - 950 V;
- efficienza massima $\geq 97\%$;
- contributo di cortocircuito : 30 A.

L'inverter utilizzato è in grado di seguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT); in particolare è dotato di 2 inseguitori separati del punto di massima potenza, al fine di ottimizzare la resa, riducendo le perdite per mismatching. Costruisce l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM (Pulse Width Modulation), così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Mediante il quadro d'interfaccia è collegato alla rete, in conformità alle prescrizioni previste dalla norma CEI 11-20, CEI 0-21 e dalle specifiche del Distributore locale (Specifiche GUIDA

ALLA CONNESSIONE AD ENEL DISTRIBUZIONE), consentendo la sua connessione in parallelo alla rete pubblica.

4.19.6 Sistema di monitoraggio a distanza con tecnologia WEB

L'impianto fotovoltaico proposto sarà dotato inoltre di un sistema di monitoraggio e controllo che potrà essere collegato anche ad un eventuale sistema generale di gestione impiantistica del complesso. Il protocollo sarà di tipo ModBus. Il sistema sarà dotato di un interfaccia ethernet/web server in modo da poter monitorare da PC remoto attraverso un applicazione Web scritta in HTML. Il sistema sarà in grado di memorizzare i parametri relativi all'energia prodotta dall'impianto in tutti i periodi di funzionamento elaborando i dati rilevati dai misuratori di energia.

4.19.7 Verifica tecnico-funzionale

Ad impianto realizzato saranno eseguite una serie di verifiche tecnico-funzionale finalizzate ad accertare:

- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- la messa a terra di masse e scaricatori;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- il corretto funzionamento dell'impianto nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- la condizione: $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$, dove:
 - o P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione del 2%;
 - o P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
 - o I è l'irraggiamento (in W/m^2) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;
 - o I_{STC} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni standard;
- la condizione: $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$, ove: P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- la condizione: $P_{ca} > 0,75 * P_{nom} * I / I_{STC}$.

Le verifiche di cui sopra saranno effettuate dall'installatore dell'impianto in possesso di tutti i requisiti previsti dalle leggi in materia che emetterà la dichiarazione, firmata e siglata in ogni parte, che attesta l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate.

La potenza nominale generata dalla centrale fotovoltaica indica la massima potenza che il sistema può immettere in rete ed è pari a:

$$P_n = \eta_{sist} * P_p$$

η_{sist} è il rendimento dell'intero impianto tiene conto di tutte le perdite energetiche.

perdite di scostamento dalle condizioni di targa	5%
perdite per riflessione	3%
perdite per mismatching tra stringhe	4%
perdite in corrente continua	1%
perdite del sistema di conversione	6%
perdita per polluzione sui moduli	1%
rendimento complessivo	80%

$$P_n = 152.000 \times 0.8 = 121.600 \text{ W}$$

4.19.8 Caratteristiche tecniche delle parti d'opera costituenti l'impianto

La realizzazione dell'impianto prevede l'installazione di:

- struttura rialzata in acciaio per il sostegno ed il fissaggio dei moduli fotovoltaici per installazione su tetti piani con certificato di staticità a norma DIN 1055 realizzata con tubolari e supporti di ancoraggio in alluminio ad inclinazione fissa di 10°, profili di alloggiamento moduli, binari di appoggio e relativi coperchi, set staffe centrali, set controventi, set giunzioni, staffe di ancoraggio al pavimento ed ai muretti perimetrali, staffe per fissaggi moduli FV, viteria e bulloneria in acciaio inox. incluse opere edili per l'ancoraggio delle strutture;
- n. 608 moduli fotovoltaici in silicio policristallino dotati di certificazione "Factory Inspection Europea" da 250 Wp, suddivisi in più stringhe (come sopra indicato) opportunamente fissati o zavorrati alla copertura;
- n. 12 inverter Trifase da 12,0 kW conformi alla norma CEI 0-21, opportunamente integrata dai contenuti dell'Allegato A70 di TERNA, come stabilito dalla Delibera AEEG 84/2012/R/EEL, senza trasformatore di isolamento (transformerless) utilizzabili per la connessione in rete, controllo digitale, display per il controllo delle grandezze elettriche, integrata, protezione minimo IP 65;
- delle seguenti apparecchiature elettriche per il regolare funzionamento dell'impianto fotovoltaico:
 - quadri di campo composto da diodi di blocco per ciascuna stringa, piastra di raffreddamento per diodi di blocco fusibili e portafusibili sezionabili, morsetti ingresso/uscita, morsetto di terra; grado di protezione IP66, involucro in materiale metallico, compreso di tutti gli accessori necessari al montaggio per l'esecuzione a regola d'arte;
 - quadro di campo e manovra composto da: gruppi scaricatori sovratensione, sezionatori bipolari per ogni campo fotovoltaico, morsetti di terra e tutti gli accessori necessari al montaggio e la messa in opera a regola d'arte;

- quadro di interfaccia e protezione rete elettrica composto di: protezione magnetotermica trifase, interruttore generale magnetotermico, analizzatore di rete, contatore di parallelo, dispositivo 'interfaccia tipo DV 604, misuratore energia elettrica, gruppo scaricatori di sovratensione;
- cavo solare unipolari tipo FG21M21 per collegamento moduli FV a quadro di campo inverter e parallelo, posto in opera in canalina;
- cavi unipolari e multipolari tipo FG7(0)R/0,6-1kV per collegamento moduli FV a quadro di campo e parallelo e al quadro di interfaccia e da questo alla caina, posti in opera in canalina e in cavidotto interrato;
- canalina in acciaio zincato (diametro 100x150 mm) per contenimento cavo solare, posta in opera e staffata a parete completo di staffe e accessori;
- sistema di monitoraggio composto da centrale di gestione e controllo e completo di n. 1 pannello gestione dati energia comprendente la centrale monofase e trifase; n. 1 dispositivo elettronico per interfaccia del calcolatore fiscale completo di ogni accessorio da installare in prossimità del contatore per la misurazione dell'energia prodotta, n. 1 pannello che indicherà i seguenti dati:
 - a) Potenza istantanea
 - b) Potenza istantanea totale
 - c) Energia prodotta totale
 - d) CO2 risparmiato.

La centrale di controllo, per la visualizzazione dei dati di produzione energetica ed il telecontrollo sarà completa di software per PC o palmare e di antenna USB. La centrale sarà collegata localmente (via radio o via cavo RS485) e in remoto con interfaccia GSM collegata al PC.

Al fine di aumentare la potenza dell'impianto si propone l'incremento ulteriore del singolo modulo fotovoltaico attraverso l'installazione di ottimizzatori di potenza del tipo *SolarEdge* che saranno collegati ai moduli fotovoltaici al fine di ottimizzare la resa energetica, eseguendo localmente l'inseguimento del punto di massima potenza (MPPT) a livello di singolo modulo. Gli ottimizzatori di potenza mantengono fissa la tensione di stringa, a prescindere dalla sua lunghezza e dalle condizioni ambientali. L'installazione dell'ottimizzatore di potenza *SolarEdge* permette, oltre all'aumento del rendimento energetico del singolo modulo e quindi dell'intero impianto (aumento stimato pari al 25%), di migliorare, grazie alla sua tecnologia *smart*, gli interventi manutentivi mirati e, quindi, risulta economicamente più vantaggiosa anche dal punto di vista della sicurezza

4.20 Impianti speciali ed assimilati

4.20.1 Principali tipologie degli impianti speciali ed assimilati

L'edificio sarà dotato dei seguenti principali impianti speciali:

- impianto di rivelazione e di segnalazione allarme incendi
- impianto telefonico e di cablaggio strutturato
- impianto TV terrestre e satellitare
- impianto di chiamata dalle aule e dal bagno per i disabili
- impianto di segnalazione di inizio e fine lezione
- impianto di allarme in caso di pericolo
- impianto videcitofonico e comando elettroserratura,
- impianto antintrusione,
- impianto di diffusione sonora,
- impianto TVCC,
- sistema integrato di supervisione di tutti gli impianti di sicurezza.

4.20.2 Impianto rivelazione incendi

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di protezione passiva dall'incendio per la segnalazione automatica (tramite rivelatori) o manuale (tramite pulsanti) di un eventuale principio d'incendio in tutti gli ambienti ove è richiesto dalla normativa vigente.

L'impianto ipotizzato nel presente documento dovrà rispondere alle Leggi, Norme e disposizioni vigenti, in particolare:

- UNI EN 9795 " Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- UNI EN 54 parte 2, 7 e 9 "Componenti dei sistemi rivelazione incendi";
- NORME CEI per gli impianti elettrici in quanto applicabili;

L'impianto automatico di rilevazione fumi e allarme incendio sarà di tipo indirizzato ed esteso a tutto il complesso a totale protezione del volume dai rischi di incendio con le sole eccezioni previste dalla normativa UNI 9795 e cioè " i locali destinati a servizi igienici docce e simili ".

Sono previsti rivelatori di fumo anche nei volumi al di sopra di controsoffitti, con forte presenza di cavi di energia, nei cavedi verticali degli impianti e nella totalità delle centrali tecnologiche.

La rivelazione dei principi d'incendio sarà affidata a rivelatori ottici di fumo puntiformi ad effetto Tyndall, analogici e indirizzati. Nei locali dove per particolari condizione ambientali non risulti possibile il loro utilizzo (ad es. autorimesse, ecc.), la protezione sarà assicurata da rivelatori di tipo termico.

In ausilio ai rivelatori automatici è prevista l'installazione di pulsanti manuali di allarme incendio posizionati in prossimità delle uscite di

sicurezza e lungo le vie di esodo. I pulsanti saranno installati all'interno di cassette da esterno e/o incasso di colore rosso e complete di vetro frangibile.

Il collegamento fisico tra sensori periferici e centrale di gestione sarà realizzata con cavo 1 (2x1mmq) schermato e twistato, con andamento a loop chiuso sulla centrale stessa; anomalie della rete e/o eventuali interruzioni della stessa non pregiudicheranno la funzionalità dell'intero sistema.

Sia i rivelatori automatici che i pulsanti manuali saranno installati sulla stessa linea loop a due conduttori chiusa ad anello sulla quale saranno inseriti degli isolatori di corto circuito in numero di almeno uno ogni trentadue tra rivelatori e pulsanti.

Una apposita centrale a microprocessore modulare, consentirà una gestione ottimale dell'impianto secondo le esigenze specifiche, fornendo le necessarie segnalazioni ottiche acustiche e le corrispondenti attuazioni per i pannelli ottico-acustici interni ed i dispositivi ottici ed acustici di segnalazione esterna.

L'impianto di rivelazione incendi sarà asservito ad una centrale a logica programmabile MULTILoop con almeno due loop di rivelazione espandibili con 99 indirizzi per loop.⁷

La centrale consentirà una gestione ottimale dell'impianto secondo le esigenze specifiche, fornendo le necessarie segnalazioni ottiche acustiche e le corrispondenti attuazioni per i pannelli ottico-acustici interni ed i dispositivi ottici ed acustici di segnalazione esterna.

Tale centrale sarà ubicata nel box portineria o nella postazione di controllo dove sarà possibile

controllare completamente su di un unico display tutto l'impianto, unitamente al sistema TVCC e antintrusione:

- verificare eventuali eventi presenti;
- effettuare esclusioni di singoli rivelatori zone o loop;
- analizzare lo stato di ogni singolo punto controllando il valore analogico di ogni singolo rivelatore;
- controllare lo stato stesso della rete fisica di collegamento.

Al fine di garantire un'adeguata sicurezza all'intero sistema, la centrale impiegherà un doppio processore: uno principale ed uno di riserva in caso di avaria del primo; inoltre, ad ogni gruppo di tre loop sarà dedicato un proprio processore che dovrà funzionare anche in modo indipendente. Il protocollo di comunicazione tra la centrale ed i dispositivi in campo sarà completamente digitale sia per la trasmissione dell'indirizzo sia per la trasmissione del valore analogico, tale protocollo dovrà essere inoltre particolarmente insensibile a disturbi sulla linea nonché alla lunghezza della stessa.

Tramite apposito combinatore telefonico l'allarme sarà teletrasmesso a distanza, in modo da consentire il tempestivo intervento degli operatori preposti e/o delle squadre di soccorso.

4.20.3 Impianto in cablaggio strutturato per dati e fonia

Un punto telefonico sarà installato in prossimità del posto presidiato dal personale di servizio dell'edificio scolastico e nel locale sporzionamento.

Il raccordo con la rete pubblica sarà realizzato mediante una nuova conduttura costituita da tubazione interrata e pozzetti dedicati, nei quali l'operatore della telefonia fissa infilerà

i propri cavi fino al "punto di ingresso".

Sarà realizzato di un sistema di cablaggio strutturato che servirà ogni aula ed ogni altro

ambiente di servizio, tale da consentire l'utilizzazione integrata di eventuali tecnologie

informatiche di base e facente capo ad apposito armadio ripartitore.

All'interno dell'edificio caserma, è previsto un impianto di cablaggio strutturato per la trasmissione dati e telefonia tale da garantire le esigenze operative della struttura considerata.

L'impianto comprende:

- la rete interna con cablaggio strutturato in categoria 5E,
- il centro stella del sistema con gli armadi per la centrale telefonica e apparati passivi di collegamento,
- il collegamento con gli armadi switching, di segmentazione e permutazione di zona;
- la realizzazione della rete terminale dagli armadi fino alle postazioni di lavoro;
- la fornitura e la posa in opera della centrale telefonica.

Il server, previsto nel locale portineria, sarà installato in armadio metallico in versione Rack 19" da 42 unità per l'alloggiamento delle apparecchiature di permutazione ottica e telefonica e la centrale telefonica prevista.

L'impianto telefonico, previsto a servizio di tutto il complesso ha origine dalla consegna dell'ente distributore in corrispondenza di apposito "punto di consegna", costituito da una scatola

telefonica unificata ad incasso all'interno della quale l'operatore di telefonia fissa installerà le proprie protezioni, e sarà composto dalle seguenti parti:

- linee di collegamento edifici-consegna in cavo in categoria 3 con rivestimento in PVC posto in opera in tubazioni rigide e pesanti di PVC adatte alla posa interrata,

- cassette di permutazione di edificio,
- rete fisica di collegamento in cavo Cat. 3, posto in opera in tubazioni flessibili, come precedentemente indicato per la rete elettrica di energia,
- prese di utilizzo terminali, una per ambiente, del tipo RJ45 o similare installate entro apposite cassette portafrutto tipo 503.

La centrale telefonica sarà del tipo digitale e sarà installato nel locale box portineria della caserma.

4.20.4 Impianto tv terrestre e satellitare

E' previsto un impianto centralizzato di ricezione dei segnali televisivi del tipo terrestre e satellitare costituito da:

- complesso delle antenne di ricezione dei segnali terrestri VHF ed UHF, parabolica munita di fuoco;
- palo telescopico controventato da 3 m installato in copertura;
- amplificatore di segnale con adeguato guadagno in db;
- cavo di collegamento RG75 in tubazione di PVC pesante;
- rete di distribuzione del segnale video alle prese utente posizionate nelle aule, nella sala insegnanti, nelle aule speciali e negli ingressi principali;
- prese di utilizzo in derivazione come e derivatori di linea.

4.20.5 Impianto di chiamata dalle aule e dal bagno per i disabili

L'edificio sarà dotato di un impianto di chiamata dalle aule e dal bagno per i disabili, per la richiesta di assistenza.

A tale scopo tutte le aule ed i servizi igienici per i portatori di handicap, saranno dotati di interruttori di chiamata per invio di richiesta di aiuto a posto presidiato (sala piantone). L'impianto sarà gestito, per quanto concerne la segnalazione, da centralina, con alimentazione degli avvisatori ottico/acustici a 24Vac, derivata dagli ausiliari della sezione di emergenza presente nei quadri di piano.

Il sistema dovrà comprendere:

- pulsante a tirante in chiusura con cordone;
- pannello con suoneria locale e avvisatore ottico alimentati a 24Vac e completi di pulsante di tacitazione locale;
- pulsanti interni e non alle celle;
- avvisatore ottico acustico a 24V nel locale box portineria o postazione di controllo;
- ripetizione degli allarmi nell'ufficio Comando su pannello da tavolo.

Il sistema di visualizzazione sarà installato in prossimità del posto presidiato dal personale di servizio dell'edificio scolastico, con il pulsante di annullamento delle chiamate dalle aule.

Il pulsante di annullamento delle chiamate dal bagno per i disabili sarà installato nell'antibagno.

4.20.6 Impianto di segnalazione di inizio e fine lezione

Sarà realizzato un impianto di segnalazione di inizio e fine lezioni costituito da badenie opportunamente posizionate e relativo pulsante di attivazione manuale, integrato da orologio giornaliero/settimanale per la sua attivazione automatica.

4.20.7 Impianto di allarme in caso di pericolo

In conformità alle norme di prevenzione incendi l'edificio sarà dotato di un impianto di allarme in caso di pericolo. L'impianto sarà costituito da appositi dispositivi di segnalazione ottico acustici disposti opportunamente in modo da poter essere uditi in ogni ambiente, in analogia di quanto previsto per l'allarme in caso d'incendio. L'impianto sarà attivato manualmente dal personale in caso di pericolo, mediante apposito pulsante installato in apposito punto presidiato (per es. nella guardiola dei bidelli). Funzionalmente l'impianto sarà collegato all'impianto di rivelazione ed allarme incendi, ma farà capo a diversi dispositivi ottico – acustici, onde poter distinguere le corrispondenti segnalazioni.

4.20.8 Impianto videocitofonico, di chiamata all'ingresso e comando elettroserrature

Sarà installato un idoneo impianto citofonico di comunicazione e portiere elettrico con uno o più posti esterni e relative pulsantiere di chiamata presso gli accessi e presso l'ingresso principale dell'edificio.

E' previsto, inoltre, un impianto citofonico di comunicazione e portiere elettrico.

I sistemi citofonici permetteranno la comunicazione tra gli accessi agli edifici ed i posti interni.

I posti interni saranno installati in prossimità del box portineria o in altro posto presidiato dal personale di servizio dell'edificio scolastico

Due distinti pulsanti di apertura provvederanno al comando rispettivamente dell'elettroserratura del cancello pedonale e dell'ingresso dell'edificio.

Un ulteriore pulsante di apertura dell'ingresso all'edificio sarà posizionato in prossimità dello stesso.

I sistemi previsti saranno composti dalle seguenti parti e componenti:

- posto citofonico esterno con tasto di chiamata e sistema fonico;

- posti citofonici interni per ciascuna scuola con tasto di chiamata e sistema fonico;
- posti citofonici interni da tavolo e/o parete con tasto apri porta;
- elettro-serratura sui cancelli e portoni di accesso;
- linea di alimentazione.

4.20.9 Impianto antintrusione

Allo scopo di prevenire atti vandalici all'interno della struttura negli orari di chiusura della

stessa, sarà realizzato un impianto antintrusione e controllo accessi con terminali nei connettivi e in alcuni locali particolari, costituito essenzialmente da:

- protezione perimetrale a mezzo contatti magnetici installati sulle porte;
- protezione volumetrica a mezzo sensori all'infrarosso o a doppia tecnologia opportunamente posizionati all'interno dell'edificio;
- elementi di indirizzamento (moduli I/O),
- centrale antintrusione per la rilevazione e la gestione dei segnali di allarme, con batteria in tampone;
- avvisatori ottico-acustici di allarme interni ed esterni;
- chiave d'inserzione/disinserzione;
- combinatore telefonico per la segnalazione a distanza di eventuali allarmi,
- alimentatori periferici,
- linee di collegamento tra i rivelatori volumetrici e i contatti magnetici o i terminali con display e tastiera,
- linee di alimentazione.

Il sistema di Antintrusione dovrà essere realizzato attraverso l'utilizzo di sensoristica certificata secondo gli standard IMQ 79-2, e CEI-EN 50131.

4.20.10 Impianto di diffusione sonora

Il sistema di diffusione sonora, previsto per tutto il complesso, sarà in grado di inviare messaggi audio indirizzati nei diversi piani e ambienti della stessa, al fine di incrementare la sicurezza e la funzionalità della struttura stessa.

L'impianto sarà costituito delle seguenti parti e componenti:

- centrale di amplificazione con consolle di comando;
- moduli di zona con tecnologia a BUS per lo smistamento dei segnali audio inviati;
- moduli di alimentazione locali;
- diffusori acustici da esterno e/o da incasso pre-amplificati della potenza da 6W a 20W;

- rete di collegamento a BUS con cavi RG174 per i segnali e N07V-K per le alimentazioni.

L'impianto sarà in grado di inviare messaggi audio da postazione microfonica, sottofondi (opzionali) da sorgenti sonore diversificate e messaggi da sintetizzatore vocale in caso di allarme incendio su comando della centrale di allarme incendi interfacciata con l'impianto sonoro.

4.20.11 Impianto TVCC

A protezione dell'intero complesso è previsto un sistema TVCC atto a monitorare tutte le aree esterne nonché gli ingressi principali delle strutture e sarà supervisionato in un centro di controllo previsto all'interno delle aree sorvegliate al fine di prevenire e/o evitare furti, vandalismi, terrorismo e danneggiamenti;

L'impianto garantirà, attraverso un sistema di controllo e supervisione centralizzato, l'unitarietà delle procedure di sorveglianza e di raccolta dati oltre ad un livello di sicurezza qualitativo ottimale, esteso in modo omogeneo a tutte l'area sia interna alla perimetrazione del complesso che esterna (viabilità, parcheggi, ecc.) facenti parte dell'intero complesso, ed in particolare:

- proteggere attrezzature ed impianti, mediante l'azione di prevenzione di atti dolosi che possano pregiudicare la sicurezza e la regolarità dell'esercizio (danneggiamento di apparecchiature e impianti);
- sorvegliare e controllare gli ingressi alle sedi, onde impedire l'accesso e la circolazione di estranei all'interno dell'area;
- possibilità rinvio delle immagini presso altre autorità competenti quali Questura, Carabinieri, ecc.;

Il sistema sarà in grado di:

- controllare ove possibile l'aggregazione di masse ed individuare eventualmente volti e dettagli che possano ricondurre a infrazioni;
- controllare in real time tutto ciò che accade avendo una panoramica istantanea e immediata delle aree sotto analisi;
- avere la possibilità di disporre di giornate intere di video ad alta definizione per poter ricostruire gli eventi;
- di essere ampliato con facilità e di inglobare altri sistemi definiti secondo standard;
- di gestire automaticamente allarmi;
- di permettere l'interazione intelligente e automatica dei dispositivi con gli eventi, in modo tale da fornire allarmi automatici e non dipendenti da un operatore che guarda un monitor, e corrisponderà ai seguenti macro requisiti:
- possibilità di monitoraggio real time (ed in differita), con

- crescente livello di fluidità delle immagini, da 1 fps fino a 30 fps;
- affidabilità, robustezza e ridondanza;
- espandibilità, flessibilità, scalabilità e modularità;
- Integrabilità ed interoperabilità con sistemi che eventualmente si acquisiranno in futuro, operabilità e facilità nei comandi;
- manutenibilità.

L'impianto di videosorveglianza previsto sarà atto al controllo video delle aree del complesso come di seguito dettagliato:

- controllo totale del perimetro di tutta l'area interessata;
- controllo video del traffico lungo la viabilità perimetrale;
- controllo video degli accessi e percorsi pedonali;
- controllo video dei parcheggi;
- espandibile per il controllo video interno per alcune area a rischio e/o non presidiate.

Il tutto andrà in ogni caso gestito sempre nel rispetto del Codice della privacy e del diritto dello studente alla riservatezza.

Il sistema sarà composto da:

- una postazione per la Gestione Operativa costituita da n. 2 unità di videoregistrazione digitale NVR molto performanti idonee alla registrazione di tutte le telecamere, secondo le norme sulla Privacy, di macchina server ad alte prestazioni e da n. 2 monitor per visualizzare contemporaneamente le telecamere installate, al fine di garantire la gestione, la visualizzazione e la registrazione delle immagini provenienti dalle postazioni, prevista nella casa del custode o in prossimità della stessa;
- telecamere fisse, localizzate nei punti previsti, come indicati nella planimetria allegata, dedicate al monitoraggio di tutta l'area del "campus", installate sui pali dell'impianto di illuminazione esterna;
- infrastruttura di rete in fibra ottica per la trasmissione delle immagini dalle telecamere alla postazione di controllo ed in cavo UTP categoria 5e per il collegamento delle telecamere alla rete tramite apposito switch, e sarà atto a soddisfare le seguenti esigenze generali di sistema:
 - riprese sia diurne che notturne e/o in condizioni di scarsa luminosità;
 - espandibilità che consente l'ampliamento del sistema in fasi successive ed il potenziale incremento nel numero delle telecamere;
 - sistema su standard consolidati di mercato per quanto riguarda sia la scelta degli apparati sia quella degli applicativi;
 - dispositivi marchiati CE ed compliant allo stato dell'arte in termini di qualità e performance;
 - garantire da subito un'apertura del sistema verso l'integrazione con altri sistemi (es. sistemi anti intrusione, sistemi antincendio, ecc.)
 - sistema di diagnostica che consenta una rapida identificazione delle anomalie e fornisca efficaci strumenti per l'intervento e il ripristino

- della normale operatività;
- possibilità di distribuire i flussi video/dati a soggetti terzi come Carabinieri, Questura ed altre autorità giudiziarie;
 - indipendenza del sistema dal tipo di telecamera adottata in modo da consentire la più ampia scelta di mercato per espansioni future;
 - rispetto delle normative legate alla Privacy grazie all'elevato grado di security degli apparati di rete ed alla codifica dei flussi video. Questo consente di preservare dati sensibili, nel pieno rispetto delle raccomandazioni del Garante per la Privacy;
 - estrema facilità di utilizzo da parte dell'operatore, il quale potrà interagire con il sistema tramite strumenti base a lui noti;
 - servizio di allarmistica attiva su una qualsiasi delle telecamere contro atti vandalici e/o tentativi di sabotaggio su di essa, oltre ad algoritmi software installabili sulle videocamere per il controllo attivo della scena.

Il sistema di Videosorveglianza prevede la collocazione di punti di ripresa (telecamere di tipo fisso a colori) distribuiti all'esterno dei corpi di fabbrica collegati direttamente, mediante rete Hyperlan a 5,4 Ghz, alla postazione di controllo nella quale saranno installate le apparecchiature (HW/SW) di controllo e di registrazione dei flussi video del sistema.

Il sistema sarà in grado di visualizzare simultaneamente flussi video IP in HD con video codec in MPEG-2, MPEG-4 ed H.264 in tempo reale con larghezze di banda variabili in funzione del video codec scelto, inoltre la velocità dei frame potrà essere scelta tra 1 fps fino a 30 fps, con risoluzione variabile fino a 1920x1080 (Full-HD).

Nella postazione di controllo è prevista l'installazione di n.2 Videoregistratori (NVR) locali, in grado di garantire la visualizzazione, l'archiviazione e la gestione delle telecamere installate all'esterno della struttura stessa nonché un apparato in grado di poter gestire tutti i videoregistratori (NVR). Detto centralizzatore, inoltre, prevederà n. 2 monitor atti a contenere la visualizzazione e gestione, in live ed in registrazione, di tutte le telecamere installate nel sito.

Il server centralizzatore di gestione dei segnali video, previsto presso la postazione di controllo, opererà con sistema operativo Windows XP PRO o superiore e con una scheda grafica di adeguate prestazioni per poter gestire due monitor LCD da 32" in contemporanea.

L'architettura software è sviluppata su sistema operativo "Embedded" di facile e immediato utilizzo.

Il sistema è conforme alle normative Europee EN50132 di grado 3 e Grado 4 e al D. Lgs 196/03 allegato B ed alle EN50132/5 per poter ospitare e rendere disponibili in maniera trasparente flussi IP RTSP di qualsiasi natura.

Il sistema sarà dotato di tecnologie “Disaster Recovery” per il ripristino in caso di necessità alle condizioni di fabbrica.

Presso la centrale gli operatori autorizzati potranno visionare le immagini in tempo reale delle telecamere di videosorveglianza, effettuare i comandi delle telecamere, visionare i filmati registrati e gestire l'intero sistema di videosorveglianza.

La Centrale Operativa sarà il punto di convergenza di tutti i dati raccolti, pertanto sarà dotata di apparati per l'interfacciamento con le periferiche per l'acquisizione e la distribuzione delle informazioni.

Il software di gestione dell'impianto prevede la possibilità di selezionare il punto geografico da supervisionare, indirizzando il segnale video proveniente da una telecamera periferica sul monitor di visualizzazione; inoltre attraverso un'interfaccia grafica sarà possibile interagire con gli apparati periferici, monitorando in tempo reale le immagini inviate.

L'acquisizione delle immagini delle telecamere avverrà in modo non interferente con il processo di registrazione delle immagini stesse, che dovrà proseguire indisturbato anche in presenza di contemporanea trasmissione delle immagini “live” verso la Centrale Operativa.

Il sistema di videosorveglianza digitale consentirà una vasta gamma di possibili applicazioni, sia come sistema indipendente sia in unione con altri componenti TVCC, come video matrici, video sensori, video multiplexer e stazioni operative centrali di gestione video.

In sintesi le funzionalità minime di gestione del sistema di videosorveglianza saranno:

- rapida localizzazione di sequenze di immagini attraverso funzioni di ricerca come ad es. data, ora, numero dell'allarme, numero della telecamera o contrassegno dell'evento, con possibilità di integrazione e ricerca tramite il sistema di telecontrollo;
- visualizzazione delle immagini memorizzate come quarto d'immagine, immagine completa o quad;
- stampa delle immagini memorizzate su stampante a getto di inchiostro, o laser o video;
- verifica sabotaggio telecamera;
- sistema triplexing per simultanea visione delle immagini dal vivo, registrare ed effettuare il playback delle immagini;
- funzionalità tipiche di “matrice virtuale” con interfaccia utente semplificata e modalità Drag and Drop tra le diverse uscite monitor (PAL/VGA);
- interfaccia con sistema di telecontrollo;
- visualizzazione dello storico relativo alle immagini registrate per vedere la ricostruzione dell'evento e di identificare i responsabili;
- memorizzazione permanente di immagini a colori o in bianco e nero con uniformi risultati di alta qualità;

- definizione delle immagini fino a 1920x1080 pixels a 30 frames per secondo (PAL);
- alta velocità di memorizzazione a 100 immagini – memorizzazione dal vivo e visualizzazione;
- compressione dati hardware integrate secondo algoritmo MPEG4;
- desktop grafico interattivo, basato su menù;
- connessione LAN via Ethernet a sistemi remoti di gestione e controllo;
- visualizzazione simultanea su più postazioni di visualizzazione (Client) dello stesso flusso video IP proveniente dalla stessa telecamera;
- gestione e parametrizzazione da remoto delle telecamere fisse e mobili;
- salvataggio delle registrazioni video su diverse tipologie di supporti magnetici (CD-RW. DVD-R/+R/-RW/+RW);
- password multilivello con gestione gruppi utenti differenziati in base ad orario cliente di connessione o luogo di visualizzazione;
- gestione della funzione "privacy zone" nel pieno rispetto delle normative.

Il software applicativo fornirà la maggior parte delle informazioni e comandi in lingua italiana con le seguenti caratteristiche minime:

- Gestione, amministrazione, visualizzazione e registrazione delle immagini e dei segnali raccolti dalla rete IP (LAN,WAN, VPN etc.);
- possibilità di gestione remota di qualsiasi sistema di TVCC, dal sistema "entry level" su IP con un numero minimo di telecamere, ad un sistema complesso con diverse telecamere;
- monitoraggio e videoregistrazione coordinata di siti remoti multipli indipendentemente dalle distanze geografiche, gestendo gli "stream video" in sicurezza firewalling VPN;
- architettura Multiutente per gestione gerarchica password degli accessi a diversi utenti e da qualsiasi punto della rete, per permettere di creare differenti posti operatore e distribuire le eventuali ulteriori postazioni operative all'interno della rete geografica di comunicazione (Network IP in sicurezza);
- possibilità di visualizzazione canali video dal vivo, fino ad un massimo di sessantaquattro (64) telecamere sullo schermo del PC su doppio monitor e fino a 24 telecamere su unico monitor;
- visualizzazione video dal vivo sui monitor da qualsiasi telecamera collegata in rete;
- possibilità di utilizzazione della funzione di ciclata per visualizzare un gruppo di telecamere in successione;
- visualizzazione gruppi di telecamere anche insieme al Playback su monitor distinti o client diversi autorizzati da password;
- salvataggio video dal vivo e istantanee di determinate immagini. Le istantanee potranno essere salvate come immagini in formato JPG sull'hard disk e quindi essere stampabili, convertite in altro formato, o essere poste in un documento di elaborazione testi;

- informazioni sul video live: risoluzione media, bit/frame rates del video;
- visualizzazione video registrati (Playback);
- possibilità di ricerca nei filmati registrati in precedenza;
- possibilità di registrazioni e salvataggio istantanee e registrazioni in un file come prova;
- possibilità di effettuare la sincronizzazione del Playback;
- zoom Digitale: infiniti livelli di zoom e funzione di scroll;
- visualizzazione Video & Playback;
- modo indipendente - avviare la camera in periodi differenti;
- visualizzazione e gestione degli eventi;
- visualizzazione e riconoscimento degli eventi accaduti nel sito;
- gestione degli eventi in base alle indicazioni dell'Amministratore;
- riproduzione delle registrazioni associate agli eventi;
- mappe
- funzione riquadra-particolare ed ingrandisci da mouse;
- gestione Mappe multilivello con telecamere, punti di interesse, ecc.;
- facile inserimento camere;
- matrice Virtuale: possibilità di impostare, numerare e visualizzare telecamere singole, multiple o in sequenza da joystick selettivo;
- guard tours (ronde);
- programmazione dei Guard tours;
- priorità Utenti e camera;
- analisi del Movimento;
- spostamenti rapidi tra gli eventi;
- tracciabilità per dimensione e direzione;
- motion detection per la registrazione soltanto di scene in movimento;
- accesso al sistema discriminato da password gerarchiche multilivello;
- doppia password alfanumerica con almeno 8 caratteri;
- tracciabilità accessi degli utenti autorizzati con indicazione giorno/i, ora/e di accesso al sistema.

Le connessioni tra telecamere ed NVR, saranno realizzate con l'ausilio di una rete dati in fibra ottica multimodale 62,5/125um 14dB ad anello chiuso, che collegherà tutti gli switch locali, installati in prossimità del palo dove sono presenti le telecamere, verso gli apparati di registrazione presenti nel centro di supervisione e controllo dove sono installati gli NVR. Tale rete garantisce la funzionalità del sistema anche in caso di interruzione di una delle due linee di connessione agli apparati centrali. Inoltre, agli switch locali verranno connesse le telecamere con l'ausilio di un cavo UTP cat. 5e per ognuna di esse.

Le telecamere saranno alimentate dagli stessi Switch con tecnologia POE, ai quali sarà garantita la funzionalità anche in mancanza di alimentazione principale con l'ausilio di un UPS dedicato a tale funzione.

Sono previsti i seguenti algoritmi intelligenti: Motion Detection, rilevamento di oggetti incustoditi o mancanti, rilevamento manomissione della telecamere, rilevazione volto, rilevazione scavalco, conteggio/controllo direzione

A salvaguardia degli apparati NVR è prevista una serie di monitoraggi aggiuntivi e specifici per il controllo dello stato dell'apparato ed in particolare:

- stato di funzionalità e integrità delle unità disco fisso installate
- stato di archiviazione (percentuale di occupazione del disco)
- stato delle funzionalità dei processi vitali del sistema operativo
- stato delle funzionalità delle connettività di rete degli apparati

Le telecamere da esterno saranno a colori 2 megapixel CMOS a scansione progressiva, flussi doppi da H.264 e MJPEG, fino a 30 fps a 1920 x 1080, intelligent IR, grado di protezione (IP66), wide Dynamic Range (WDR), rilevamento del movimento, manomissione di allarme, privacy maschera, filtro indirizzi IP, 16 LED IR per infrarossi per illuminazione in applicazioni di visione notturna; fotocamera con sensore di immagine: 1/2.5 "CMOS a scansione progressiva, bilanciamento del bianco: Automatico, Manuale (2800K ~ 8500K); ottica megapixel.

Le telecamere saranno essere alloggiare entro custodie in alluminio complete di staffe con snodo, resistenze antiappannamento, tettuccio parasole.

4.20.12 Sistema integrato di supervisione di tutti gli impianti di sicurezza

Si prevede la realizzazione di un sistema integrato per la centralizzazione e supervisione, non solo del sistema di videosorveglianza, ma che possa interagire con tutti gli impianti di sicurezza: Rivelazione incendi, Antintrusione e TVCC, con la possibilità di estensione anche ad altri impianti.

Il sistema di centralizzazione utilizzerà la rete di trasporto dati LonWorks basato su tecnologia Echelon. Il transceiver verso la rete di trasporto dati sarà di tipo FTT10A con velocità di trasmissione dati di 78 Kbaud o una rete Ethernet a base 10/100/1000 Mbit/s con connettore RJ45 secondo lo standard IEEE802.3.

L'unità di gestione della rete dati sovrintenderà alla comunicazione con tutti gli apparati periferici, interagendo con essi attraverso le funzioni programmate in fase di configurazione e attivazione del sistema.

Il sistema sarà dotato di software di configurazione che sarà in grado di definire le funzionalità del sistema da realizzare disegnando l'architettura dell'impianto e la sua logica funzionale, nonché di software applicativo che permetterà la gestione di uno o più impianti consentendo la parametrizzazione dinamica degli elementi variabili del sistema (assegnazione profili/gruppi/operatori, inserimento nuove tessere, settaggio tipologia d'ingresso/uscita, mappe grafiche, ecc.). Lo stesso software garantirà la possibilità di ampliamenti futuri e sarà in grado di interfacciare con moduli specifici per la gestione con moduli specifici per la gestione di problematiche complesse e diverse da quelle di base. L'interfaccia uomo-macchina prevederà l'utilizzo di mappe grafiche che siano di supporto all'operatore con possibilità di applicare sullo sfondo mappe/planimetrie bi o tridimensionali, fotografie, oggetti e quant'altro occorra per garantire la massima chiarezza d'interpretazione dell'evento o del comando da eseguire.

Il sistema previsto sarà basato su un'architettura predisposta per far crescere la struttura iniziale portandola a diventare sempre più allargata man mano le esigenze dei siti lo richiedano.

Il sistema è illustrato nella figura 1 e sarà "aperto" ad eventuali future implementazioni ed estensioni in modo tale da consentire ampliamenti senza rivoluzione dell'architettura. Laddove le esigenze o le scelte delle amministrazioni lo richiedano, il sistema proposto è tale da essere replicato e messo in connessione con altri e formare un unico impianto che consente di gestire più siti in modo unitario (fig. 2).

Gli eventi ricevuti dal campo saranno rappresentati da diverse tipologie di visualizzazione, di tipo "testuale" e/o di tipo "grafico", mettendo a disposizione dell'operatore davanti al PC mappe rappresentative dei luoghi dove è avvenuto l'allarme con posizionato il sensore allarmato (apertura di un contatto magnetico, un rivelatore di fumo, una telecamera, ecc.), corredato delle indicazioni necessarie all'operatività a secondo della tipologia di evento. Ciò riduce notevolmente il tempo di intervento.

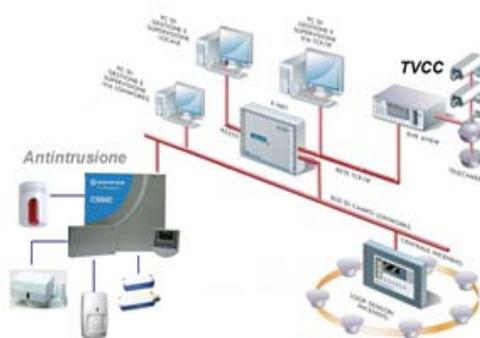


fig. 1
Schema impianto antintrusione

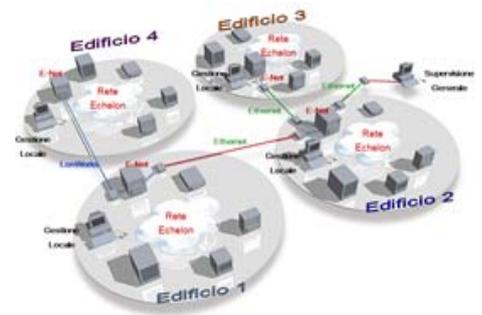


fig. 2

Il sistema, tra l'altro, sarà "aperto" ad eventuali future implementazioni ed estensioni in modo tale da consentire ampliamenti senza rivoluzione dell'architettura ed estensioni anche ad altre strutture localizzate in altri siti. Infatti, laddove le esigenze lo richiedano, il sistema è tale da essere replicato e messo in connessione con altri e formare un unico impianto che consente di gestire più siti in modo unitario .

5. Approccio LCA

Occorre preliminarmente sottolineare che una valutazione della compatibilità ambientale va sviluppata con approccio LCA, life cycle assessment, consistente nell'aggregare i risultati di analisi LCA sviluppate su materiali e componenti edilizi includendo anche la valutazione delle energie necessarie al funzionamento degli edifici.

La LCA, life cycle assessment, nata in ambito industriale, è da molti anni applicata al settore edilizio sia alla scala di prodotto che a quella di edificio. Il fondamento della metodologia è l'approccio "life cycle", ovvero quell'approccio che consente di acquisire consapevolezza del danno o delle potenzialità ambientali dovute a ciò che avviene in ognuna delle fasi che compongono il ciclo di vita di un prodotto/edificio: produzione, trasporto, uso, riciclo, riuso o dismissione. Quest'approccio consente di comprendere come ogni scelta fatta in fase di progettazione e produzione abbia poi delle ricadute nella fase di distribuzione, uso e dismissione. Attraverso una conoscenza approfondita dell'oggetto consente di fare scelte consapevoli sulle modalità di acquisizione delle materie prime, sui processi produttivi, su chi userà il prodotto e sulle modalità di manutenzione e dismissione. La LCA costituisce il metodo scientificamente riconosciuto di valutazione quantitativa dei danni ambientali dovuti ad un prodotto/edificio/servizio.

Per fare una valutazione LCA di un edificio sia di nuova costruzione, come l'edificio in oggetto, che da ristrutturare occorre anzitutto definire la durata della vita utile dell'edificio stesso (in relazione alla funzione a cui è destinato) e del sistema impiantistico. Da tali durabilità dipendono infatti i cicli manutentivi e la quantità di energia complessiva derivante dall'uso dello stesso.

Successivamente si definiscono i flussi ambientali in entrata e in uscita delle seguenti fasi di vita dell'edificio:

Fase di costruzione/ristrutturazione dell'edificio (analisi LCA dei materiali e dei componenti di tutti i sistemi costruttivi). Le quantità di materiali e componenti edili impiegati vengono definite sulla base del computo metrico estimativo. Questo passaggio rappresenta la fase di inventario da cui partire per effettuare l'analisi degli impatti ambientali della fase di costruzione dell'edificio. Per ogni materiale e componente occorre associare alle quantità computate i flussi in entrata ed in uscita relativi a:

- estrazione delle materie prime;
- produzione dei materiali edili;
- produzione vera e propria;
- trasporto in cantiere;
- messa in opera.

A questi vanno sommati i flussi relativi ai processi di produzione dei macchinari da cantiere (scavatori, montacarichi, gru). Inoltre vanno quantificati anche i costi interni di costruzione.

Fase di costruzione del sistema impiantistico (analisi LCA dei materiali e dei componenti relativi al sistema impiantistico). Occorre computare le quantità di materiali e componenti costituenti l'impianto termico (per la climatizzazione sia estiva che invernale), l'impianto elettrico e quello idrico. Successivamente alle quantità computate vanno associati i flussi in entrata e in uscita relativi a:

- estrazione delle materie prime;
- produzione dei materiali edili;
- produzione vera e propria;
- trasporto in cantiere;
- messa in opera.

Vanno computati inoltre i costi interni del sistema impiantistico.

Fase di fine vita dei materiali edili e Fase di fine vita dell'impianto: per ogni tipo di materiale e componente impiegati, in relazione a come questi sono stati messi in opera e connessi con gli altri materiali, si deve definire lo scenario di fine vita a minor impatto ambientale. Si definiscono i costi interni relativi al trattamento di fine vita dell'edificio e del sistema impiantistico;

Fase di gestione (analisi LCA degli impatti relativi alle opere di manutenzione): i cicli manutentivi di materiali e componenti dell'edificio e del sistema impiantistico, necessari per il perdurare nel tempo delle prestazioni loro richieste in fase progettuale, sono definiti in relazione alla durata di vita utile ipotizzata dell'edificio.

Si definiscono i materiali e componenti da sostituire perché obsoleti o usurati e i relativi flussi ambientali per:

- nuova produzione;
- trasporto al sito;
- messa in opera;

con i relativi costi di manutenzione e lo scenario di fine vita a cui viene destinato il materiale sostituito alla fine della vita utile dell'edificio.

Fase d'uso (analisi LCA dei consumi idrici ed energetici) occorre quantificare i fabbisogni annuali richiesti in termini di:

- consumi idrici;
- consumi elettrici per illuminazione;
- energia primaria per la climatizzazione invernale;
- energia primaria per la climatizzazione estiva;
- energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria ACS.

Il passo conclusivo di tale procedura è la somma delle fasi di valutazione sopra enunciate:

LCA tot = LCA1 (materiali e componenti di tutti i sistemi costruttivi) + LCA2 (materiali e componenti del sistema impiantistico) + LCA3 (fase di fine vita dei materiali edili e dell'impianto) + LCA (impatti relativi alle opere di manutenzione) + LCA (consumi idrici ed energetici).

Naturalmente un'analisi LCA va condotta con strumenti informatici e attingendo a banche dati che riportino per ogni tipo di materiale, prodotto, lavorazione gli impatti sull'ambiente, con riferimento a parametri ben definiti (utilizzo di combustibili fossili e emissioni di CO₂, H₂O, materie prime consumate, ecc.), di accesso e diffusione non ancora generalizzato.

In questa fase preliminare per cui ci si è limitati ad una valutazione qualitativa-comparativa evidenziando come le soluzioni proposte e illustrate, siano orientate ad un complessivo minor impatto sull'ambiente e con riferimento prevalentemente alla fase di gestione e di uso sottolineando che nella dei alcuni materiali, soprattutto nel campo sanitario, ci si dovrà orientare verso case di primaria importanza che sono certificate ISO 14000, che forniscono i principi e il quadro di riferimento per effettuare e diffondere mediante relazione gli studi LCA.

Tale norma specifica i requisiti di un sistema di gestione ambientale in grado di contribuire allo sviluppo sostenibile autentica "chiave di volta ambientale principalmente attraverso: il miglioramento della performance, la conformità con gli obblighi di conformità, il raggiungimento degli obiettivi.

Nel caso specifico, sinteticamente si riportano di seguito, alcune delle scelte impiantistiche che comportano una riduzione dell'impatto ambientale nelle fasi di produzione, posa e gestione:

- l'utilizzo delle tubazioni in polietilene ad alta densità per gli scarichi comporta:
- facilità nell'installazione con un minor consumo di risorse legate alle fasi di posa in opera,
- maggiore durata dei componenti con riduzione degli interventi di manutenzione e maggior ciclo di vita utile,
- l'utilizzo delle tubazioni in multistrato accoppiate ad un sistema di distribuzione a collettore per l'adduzione idrica comporta:
- facilità nell'installazione con un minor consumo di risorse legate alle fasi di posa in opera,
- riduzione dell'impiego di materiali metallici che notoriamente hanno un maggior impatto nella fase di produzione
- riduzione dei rischi di perdite per la riduzione e/o assenza di giunzioni con evidenti risparmi in termini gestionali/manutentivi
- maggiore durata dei componenti con riduzione degli interventi di manutenzione e maggior ciclo di vita utile,

- l'utilizzo di rubinetteria non tocco riduce drasticamente i consumi idrici e gli interventi manutentivi,
- l'impiego di apparecchi illuminanti a LED aumenta il ciclo di vita, riduce i consumi energetici e gli interventi manutentivi di sostituzione delle lampade,
- l'impiego di sensori di presenza asserviti all'impianto di illuminazione riduce i consumi energetici,
- la raccolta, accumulo riuso delle acque meteoriche riduce i consumi idrici.

Il tutto, anche se ad una sola analisi qualitativa, contribuisce a ridurre complessivamente gli impatti dell'intervento di realizzazione dell'edificio rispetto ad un intervento maggiormente ispirato ad un'edilizia tradizionale.

Naturalmente, nelle successive fasi della progettazione, le analisi LCA saranno maggiormente sviluppate in ragione anche degli attesi progressi e innovazione degli strumenti informatici che i produttori di software già stanno mettendo in campo nonché della disponibilità di banche dati.

6. Quadro generale della manutenzione relativa agli impianti

6.1 Premessa

A valle delle proposte illustrate, si ritiene opportuno, precisare che, ai fini di consentire all'amministrazione le migliori modalità di gestione e programmazione di tutte le attività manutentive, verrà predisposto apposito piano di manutenzione che diventerà una componente centrale dell'appalto in quanto si seguirà un'impostazione metodologica che fa specifico riferimento al tema della "manutenzione" affrontato in una forma da ritenersi più innovativa attraverso il ricorso, cioè, al concetto di "ciclo di vita dell'opera pubblica (Cdv)".

Il Cdv perde il significato puramente teorico e diviene management se si prefigura operativamente, come nel seguito prospettato, un diverso intervento manutentivo che si integra con ciò che si intende costruire, delineando uno stretto collegamento tra la parte che inizia con l'ideazione dell'opera con la parte che si riferisce alla gestione manutentiva del realizzato.

E' utile, in proposito, ricordare che l'opera pubblica, a differenza di beni venduti sul mercato, dovrebbe mantenere integro il suo processo realizzativo, dalla fase iniziale di sua ideazione sino all'abbattimento o cessazione di utilizzo. Questo in quanto non vi è passaggio di proprietà dell'opera tra chi costruisce e chi consuma, ma di beneficio. L'opera deve essere considerata con un "continuum" produttivo atto all'erogazione permanente di una prestazione che cessa solo quando cessa l'uso da parte dell'utente dell'opera stessa. Come processo produttivo, pertanto, può distinguersi la fase di costruzione (vale a dire di pre-erogazione) da quella di entrata in funzione o di consumo (erogazione). Tale fase dovrebbe coincidere con la componente temporale più lunga del ciclo di vita e con l'assorbimento più cospicuo di risorse e rappresenta la fase di mantenimento, manutenzione e ripristino del complessivo processo.

Il Cdv, ovviamente, è legato all'obsolescenza dell'opera, intesa come diminuzione progressiva della possibilità di sussistenza, efficienza, validità, gradimento, ecc. che, nella stragrande maggioranza delle opere pubbliche, come quella oggetto di appalto, mantiene come riferimento principale l'obsolescenza fisica dei sistemi, componenti, materiali, comportando la riduzione della funzionalità fino a rendere l'opera inutilizzabile a meno che la pubblica amministrazione non provveda a mantenerla in perfetta efficienza attraverso gli opportuni interventi di manutenzione, rifacimenti, ripristini, riadattamenti.

Risulta, pertanto, oltremodo necessario effettuare con i dovuti approfondimenti la valutazione dei costi di manutenzione, che l'amministrazione dovrà sostenere in tutto il Cdv dell'opera, in quanto il

costo dell'opera non può far riferimento alla sola fase di progettazione e costruzione, ma anche a quella per il suo mantenimento. Ed è proprio sulla base del costo complessivo, comprensivo di quello per il mantenimento, che, secondo gli orientamenti più moderni, devono essere fondate le scelte che la pubblica amministrazione è chiamata ad effettuare nell'esercizio delle sue funzioni al fine del perseguimento dell'interesse pubblico più generale ed a salvaguardia delle generazioni future.

Proprio per questo e sulla base delle sintetiche considerazioni che il piano di manutenzione, che verrà elaborato nel corso della progettazione esecutiva, sarà organizzato come segue.

Esso sarà composto dal:

- manuale d'uso;
- manuale di manutenzione;
- programma di manutenzione.

Nel seguito, per ognuno dei tre elaborati saranno elencati i contenuti e le finalità.

6.2 Manuale d'uso

L'elaborato sarà costituito dalle seguenti possibili parti:

- corretto uso soprattutto di impianti tecnologici e loro descrizione (insieme delle informazioni atte a permettere all'utenza di conoscere le modalità di fruizione del bene);
- le modalità di uso corretto
 - a) elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria;
 - b) consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche
 - c) riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici
- la rappresentazione grafica.

6.3 Manuale di Manutenzione

Sarà costituito dalle seguenti possibili parti:

- a) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- b) il livello minimo delle prestazioni
- c) le anomalie riscontrabili
- d) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente
- e) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato
- f) la rappresentazione grafica.

I punti a, b, c sono da interpretare in una quota parte come segue:

La descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo

Verrà definita una scomposizione macro del manufatto ed il peso percentuale di ogni singolo elemento sul costo complessivo dell'opera. Si definirà il livello di obsolescenza e cambiamento di ogni singola componente nel tempo ed il budget (fabbisogno) di intervento manutentivo nel tempo.

Il riferimento può essere ad un'obsolescenza media e quindi ad un ricambio o ripristino medio. Tale indicazione può essere correlata all'uso del bene previsto (massimo, minimo).

Esempio schematico

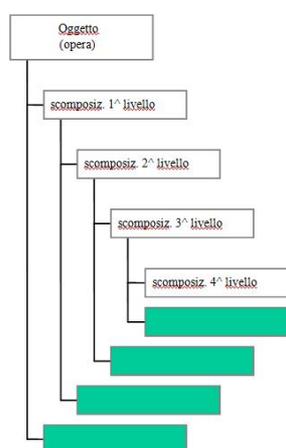
Scomposizioni	%	Anni								
		0	5	10	15	20	25	30	35	
	3									
	10									
	1									
	1									
	6									
	6									
	2									
	1									
	5									
	65									
<i>Totale</i>	100									

● Sostituzione totale
 ◐ 50%
 ◑ 25%
 ○ > 0 - 25%

- a) Interventi manutentivi previsti in modo tale da mantenere immutato e costante il valore dell'opera nel suo Cdv pari a quello iniziale a costruzione ultimata;
- b) Cdv pari a 50 anni;
- c) Gli anni possono essere raggruppati (per es. 5 anni);
- d) Le macro categorie della scomposizione, nel limite del possibile, troveranno una rispondenza con analoghe categorie del computo metrico. Il computo metrico potrà essere ricomposto al fine di rispondere a questa esigenza del manuale di manutenzione;
- e) La percentuale sarà desunta dal calcolo sul computo metrico;
- f) Le scomposizioni dell'opera in macrocategorie avverrà in funzione delle varie parti in cui si compone l'opera e in funzione delle esigenze manutentive delle stesse;

- g) All'interno di ogni singola scomposizione verrà definito una descrizione di dettaglio sulle sub-scomposizioni che vanno in obsolescenza, che devono essere sostituite o ripristinate;
- h) Il sistema di scomposizione avverrà all'interno di livelli di scomposizione in grado di passare dal particolare a livelli di sintesi superiore (punto d), senza che il particolare risulti troppo di dettaglio come lo si trova in un computo metrico. Saranno effettuate, laddove possibili delle sintesi per 'omogeneità';

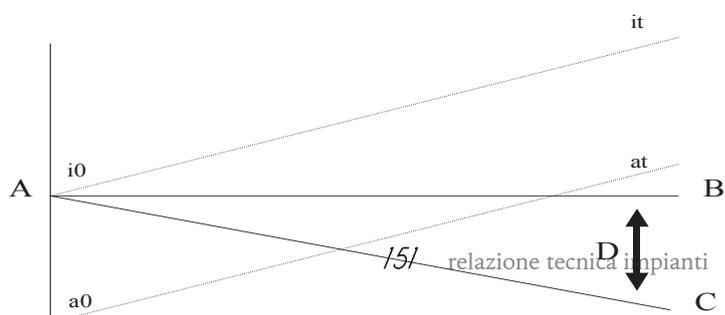
Esempio schematico di scomposizione (più si scende di livello e più si entra nel particolare della scomposizione)



Anni	% del costo iniziale riferita al quinquennio	% globale del costo iniziale
5	3,0	3,0
10	7,0	10,0
15	5,0	15,0
20	10,5	25,5
25	4,5	30,0
30	15,0	45,0
35	5,0	50,0
40	20,0	70,0

Prestazioni

Si tratta di collegare le indicazioni emerse nel paragrafo 2.1 con il modello che segue:



In cui la linea AB rappresenta (2.1) vale a dire le risorse necessarie per l'intervento manutentivo; la linea AC l'obsolescenza dell'opera in mancanza di alcun intervento manutentivo.

D rappresenta lo spazio all'interno del quale dovrebbe collocarsi l'inclinazione della linea del livello minimo di prestazione (o intervento manutentivo minimo).

L'intervento minimo di prestazione sarà calcolato sulla base della sicurezza e funzionalità dell'uso dell'opera. Al di sotto della linea individuata non sarà più garantita la funzionalità e sicurezza. Il livello minimo di prestazione verrà calcolato con lo stesso criterio utilizzato in (2.1).

(a0-at, è la linea di abbattimento; i0-it, è la linea di manutenzione innovativa. Entrambe potrebbero essere trattate nel manuale di manutenzione come dei riferimenti di contesto del modello proposto.

Le anomalie riscontrabili

Si tratterà di individuare per tutta l'opera gli aspetti (o elementi) ritenuti più critici. A tale scopo si seguirà la seguente rappresentazione ed istruzioni.

Elemento	Componente tipico	Difetti
La descrizione si riferisce ad un elemento macro collegabile alla scomposizione del punto (2.1), intesa anche come sotto ambito di tale scomposizione e comunque sempre ricollegabile al computo metrico	La componente si riferisce ad una parte dell'elemento inteso come macro o come sotto ambito. Essa dovrà essere descritta ed individuabile	I possibili difetti, che potrebbero sopraggiungere a date condizioni, verranno descritti (es. rottura, portata inadeguata, bassa pressione, rumorosità, insufficienti prestazioni, infiltrazioni, distacchi, possibile fissaggio instabile, ecc.). La componente diagnostica, sarà accompagnata da un'indicazione su come effettuare il controllo, verifica e prevenzione.

6.4 Il programma di manutenzione

Rappresenta l'implementazione degli interventi manutentivi e più in particolare del manuale di manutenzione. Esso prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporali o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Per questa ragione questa parte di programma sarà necessariamente progettata come sistema informativo in cui sia ben evidenziata una logica di Management information system (MIS) e di

Decision support system (DSS). Oltre alla logica sarà fornito un software ed indicato l'hardware in grado di rendere operativo il sistema informativo.

Il programma di manutenzione sarà suddiviso in:

- a) *sottoprogramma delle prestazioni* (che prende in considerazione le prestazioni finite del bene e delle sue parti nel corso del suo ciclo di vita);
- b) *sottoprogramma dei controlli* (che definisce il programma temporale delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera;
- c) *sottoprogramma degli interventi di manutenzione* (che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione programmati, informazioni per una corretta conservazione dell'opera).

Sottoprogramma delle prestazioni

Sarà inteso come un data base di facile utilizzo e dovrà essere interfacciato con il punto 2.1.

In altri termini, se con il punto 2.1) si prevede una scomposizione di elementi e per questi definire il livello di obsolescenza, e quindi stimare il costo di rimpiazzo, con tale sottoprogramma si tratterà di monitorare l'obsolescenza e il rimpiazzo delle singole componenti.

Il sotto programma delle prestazioni avrà la funzione principale di verificare l'obsolescenza dei sistemi, apparecchiature, materiali.

Sottoprogramma dei controlli

Si riferisce alla predisposizione di un metodo per l'effettuazione di perizie, il data base di riferimento rimane quello già indicato nel punto 3.1. Sarà indicato un metodo per l'effettuazione dei controlli con la predisposizione di schede (o supporto tecnologico ad hoc di tipo mobile, cui dati successivamente vengono caricati all'interno del data base.

Sarà, inoltre, definito il metodo con cui vengono effettuati i controlli:
Giornalmente/Settimanalmente/Mensilmente/Annualmente

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Si riferisce alla registrazione degli interventi effettuati dall'ente nel tempo. Rappresenta il sottoprogramma più operativo e sarà strettamente interfacciato con gli altri sottoprogrammi. Quindi unico è il data base con una configurazione in grado di relazionarsi ai tre sottoprogrammi, e raffrontare in un unico report i risultati. Attraverso la registrazione degli interventi effettuati:

- Componente della scomposizione;
- Costo dell'intervento
- Scostamento periodico rispetto ai punti 3.1 e 3.2.

Corre l'obbligo di precisare che il costo complessivo dell'opera, sulla base del quale saranno determinati i fabbisogni manutentivi, è stato assunto pari a quello risultante dal computo metrico del progetto posto a base di gara sia per quanto riguarda le valutazioni relative al progetto base (tab. 1), sia per quanto riguarda le valutazioni relative al progetto con le migliori proposte (tab. 2) assumendo, solo ai fini delle suddette valutazioni, che l'importo dell'opera non subisca variazioni di costo per effetto delle migliori proposte: ciò al fine di evitare di introdurre indicazioni economiche riguardanti il progetto offerto nell'ambito delle proposte migliorativa.

La semplificazione operata facilita il confronto tra le soluzioni senza inficiare in maniera sostanziale la valutazione dei costi manutentivi, che possono essere ritenuti pienamente attendibili a meno di marginali scostamenti, atteso che essi costituiscono delle percentuali del valore della relativa categoria o parte di opera a cui si riferiscono.

Occorre, altresì, precisare che il costo complessivo dell'opera, desunto dal computo metrico, è stato depurato di tutte quelle lavorazioni che nel futuro non saranno oggetto di interventi manutentivi, quali scavi, rinterri, demolizioni, ecc. che sussistono solo nella fase di costruzione dell'opera e non incidono sui fabbisogni manutentivi. Per questo motivo il costo complessivo riportato nelle tabelle che seguono, quale somma delle parti elementari in cui si è scomposta l'opera, risulta leggermente inferiore al totale risultante dal computo metrico allegato al progetto.

I risultati delle valutazioni saranno riportati in apposite tabelle i cui contenuti sono descritti nel seguito:

- nella Tab. 1 saranno riportati i fabbisogni manutentivi relativi all'opera che verrà scomposta prima nei tre sistemi principali strutture, architettonico, impianti e successivamente, ciascuno di essi, in sub-sistemi.

Saranno determinati, pertanto, i fabbisogni relativi a ciascuno dei sub-sistemi in cui verrà scomposta l'opera in percentuale del costo degli stessi sub-sistemi, così come risulterà dal computo metrico del progetto a base di gara.

Le percentuali possono essere fissate in base all'esperienza della proponente o desunti da dati di letteratura, in coerenza con quanto riportato nel piano di manutenzione.

- nella Tab.2, analogamente, saranno riportati i fabbisogni manutentivi connessi alle opere previste nel progetto, sempre però con riferimento al costo dell'opera così come determinato nel computo metrico.

Come già detto nei relativi paragrafi, tutti i componenti impiantistici ed edili proposti sono stati scelti nell'ottica della riduzione dei fabbisogni manutentivi.

Gli importi che verranno rappresentati in termini di fabbisogni manutentivi saranno riferiti all'attualità e, pertanto, non terranno conto dell'inflazione o di eventuali oneri finanziari.

- nella Tab.3 saranno riportati i costi di conduzione e gestione su base annua quale somma dei costi relativi al personale, che si ritiene necessario impiegare annualmente per le suddette attività, eventuali costi per i noli delle attrezzature più significative, nonché i costi energetici per il funzionamento della struttura che consistono nei soli costi dell'energia elettrica.

Non saranno indicati i costi dei materiali di consumo (lubrificanti, liquidi per integrazione livello, gas, minuterie ed altri materiali di uso corrente per l'attività di manutenzione e gestione) in quanto compresi nei fabbisogni manutentivi riportati nelle tabelle Tab.1 e Tab.2.

- nella Tab.4, infine, saranno riportati i costi complessivi per le attività di manutenzione, conduzione e gestione che risulteranno dalla tab.2 e Tab.3

7. Consumi energetici e prestazioni globali dell'edificio

7.1 Inquadramento normativo

Il contenimento dei consumi energetici e l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali di energia nel settore degli edifici sono obiettivi definiti dall'Unione Europea sin dal lontano 2002.

Le principali leggi nazionali di riferimento per la prestazione energetica degli edifici, sviluppate dall'Italia su recepimento delle direttive comunitarie, sono il D.p.r. 412/93, il D.lgs.192/05 e s.m.i., i DD.MM. 26/06/15 ed il D.lgs. 28/11.

Dallo studio riportato nel Libro Bianco "Energia - Ambiente - Edificio" (ENEA, con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente - 2004): "La costruzione di un appartamento costa 5 tonnellate equivalenti di petrolio (tep). Un alloggio poi consuma mediamente 1 tep all'anno per il suo esercizio. In 50 anni quindi il flusso di energia che attraversa un'abitazione è superiore a 50 tep. I consumi in fase di costruzione possono essere meglio definiti come energia grigia, ovvero tutta l'energia impiegata per le fasi di realizzazione, trasporto, installazione, dismissione o sostituzione del prodotto e delle componenti. La qualità dei materiali impiegati in fase di realizzazione determina un'elevata percentuale dei consumi in fase di utilizzo di un edificio per questo è fondamentale una progettazione integrata che sia funzionale allo scopo ma anche efficiente energeticamente e sostenibile dal punto di vista ambientale. Ad esempio, gli isolanti termici, che incidono per meno del 2% nel costo totale di 5 tep (mediamente circa 0,1 tep per alloggio) determinano un diverso livello di sostenibilità in fase d'esercizio, dimezzando o riducendo ad un quarto i costi di gestione dell'edificio stesso.

Dal punto di vista energetico l'intervento di realizzazione del nuovo complesso scolastico si classifica, ai sensi D.M. 26/06/15, come di "Nuova costruzione" e sono dunque previste verifiche prestazionali e requisiti qualitativi e quantitativi, cosiddetti "Requisiti Minimi", sia sui singoli componenti che sull'intero edificio. Essendo un edificio pubblico di nuova costruzione realizzato dal 2019 dovrà essere progettato al fine di contenere al massimo i consumi energetici e classificarsi come Nzeb, Nearly zero energy building, come definito dal sopra menzionato decreto, secondo il quale un edificio può definirsi ad energia quasi zero se oltre a rispettare tutte le verifiche previste dal decreto requisiti minimi con riferimento ad i valori limite di riferimento dei parametri termici più stringenti che entreranno in vigore per la Pubblica Amministrazione il 01 gennaio 2019, integra anche l'aliquota di fonti rinnovabili prevista dal D.Lgs. 28/11.

7.2 Metodologia Progettuale

Le fasi della metodologia progettuale, inerente agli aspetti energetici del sistema edificio-impianti, comprendono: l'analisi delle caratteristiche climatiche del sito, dell'orientamento e delle caratteristiche geometriche, la definizione dei parametri termici minimi limite fissati dalla normativa (D.M. 26/06/15) per i componenti dell'involucro, sia opaco che trasparente e per gli impianti tecnologici di climatizzazione, produzione acs, illuminazione e similari, la scelta dei componenti ottimali, la valutazione delle prestazioni energetiche dei diversi scenari progettuali. La riduzione dei carichi termici e conseguentemente delle potenzialità degli impianti e quindi dei consumi energetici in fase di esercizio è l'obiettivo finale che va raggiunto attraverso il soddisfacimento di verifiche "energetiche" sui singoli componenti edili ed impiantistici, di cui al D.M. 26/06/15, di cui si tratta nel seguito.

La scelta della soluzione progettuale ottimale è stata orientata verso l'impiego di componenti edili che, nel rispetto della suddetta normativa vigente e normativa specifica di prodotto, abbiano non solo elevate prestazioni energetiche, ma anche ridotto impatto ambientale durante il ciclo di vita dell'edificio, facilità di smaltimento e/o recupero-riciclo, maggiore durabilità nel tempo e ridotti costi di manutenzione. La suddetta metodologia progettuale consentirà anche di garantire adeguate condizioni di comfort e di soddisfare quanto previsto nel D.M. Ambiente dell'11.10.2017 contenente i cosiddetti "Criteri Ambientali Minimi (CAM)". In particolare si considereranno i seguenti criteri ambientali minimi:

- Approvvigionamento energetico (punto 2.2.5) e copertura di una quota del fabbisogno energetico complessivo attraverso fonti rinnovabili, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 28/11;
- Qualità ambientale interna (punto 2.3.5), intesa quale comfort acustico e visivo, limitate emissioni dei materiali impiegati, quali vernici, adesivi, etc.

7.3 Dati geometrici e climatici

L'edificio ha destinazione d'uso scolastica (E.7) e sorge a Palermo in zona climatica B, come definita dal D.p.r. 412/93, in un area periferica della città.

La pianta irregolare ha un orientamento prevalente secondo l'asse nord-sud.

L'edificio si compone di n.3 blocchi di cui solo l'anello centrale sviluppato su n.2 livelli fuori terra.

L'altezza netta interna, incluso il controsoffitto, è di circa 4m.

Il rapporto di forma (superficie disperdente/ volume lordo riscaldato) è pari a 0,5 con una percentuale di superficie vetrata rispetto alla superficie laterale di circa il 68% quindi il carico termico è fortemente influenzato dalla parte trasparente dell'involucro, per la quale si sono pertanto scelti idonei sistemi e componenti.

Le caratteristiche climatiche della zona, rilevabili dalla norma UNI 10349, evidenziano un'esigenza di raffrescamento equiparabile, e anche superiore, a quella di riscaldamento e pertanto occorre una scelta di elementi di involucro dell'edificio in grado di ridurre il carico frigorifero.

7.4 Componenti dell'involucro

Peculiarità dell'edificio progettato è la struttura portante in legno lamellare con compagnature in Xlam, dunque un edificio la cui struttura portante ha già un buon isolamento termico e necessita pertanto, soprattutto in zona climatica B, di ridotti spessori di materiali isolanti non strutturali per soddisfare i limiti normativi vigenti, come di seguito dettagliato.

Progettare un "edificio in legno" in clima mediterraneo, dove il carico termico estivo è preponderante rispetto a quello invernale, richiede degli accorgimenti, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

1. Schermare gli infissi, in particolare quelli esposti a sud e ovest, con schermature esterne all'abitazione come persiane e avvolgibili, molto più efficaci nello schermare la radiazione solare rispetto alle tende interne;
2. Coibentare tutto l'involucro edilizio in modo da garantire uno sfasamento di almeno 10 ore nelle stratigrafie opache;
3. Ventilare gli ambienti nelle ore più fresche della giornata, con l'apertura delle finestre preferibilmente situate su lati opposti dell'abitazione.

Questo permette di allontanare verso l'esterno il calore accumulato dalle pareti, dai pavimenti e soffitti;

4. Tinteggiare le pareti esterne con colori chiari e dove possibile utilizzare anche dei coppi e delle tegole chiare

La prestazione energetica di qualsiasi edificio dipende dalla mutua interazione tra involucro ed impianti atti a soddisfare principalmente il fabbisogno termico e di acqua calda sanitaria (a.c.s.) dell'immobile. Per involucro di un edificio si intende l'insieme di elementi opachi, come le compagnature ed i solai, e trasparenti, come le vetrate, che delimitano gli ambienti climatizzati dall'esterno e/o da ambienti non riscaldati.

Le verifiche prescritte dal D.M. 26/06/15 riguardanti l'involucro, riguardano dei parametri termici quali la trasmittanza, la trasmittanza periodica, la massa superficiale, il fattore solare, il coefficiente globale di scambio e l'area solare equivalente estiva. Alcuni di questi parametri riguardano singoli componenti, come la trasmittanza termica, altri, come il coefficiente globale riguardano l'involucro dell'edificio nella sua interezza.

Sono di seguito riportati valori di trasmittanza termica periodica minimi che occorre raggiungere, ai sensi del suddetto D.M., Appendice A, con gli orizzonti temporali di riferimento.

REQUISITI MINIMI DI TRASMITTANZA TERMICA		
Zona Climatica B	D.M. 26/06/15 Appendice A Fino al 31/12/2018	D.M. 26/06/15 Appendice A Dal 01/01/2019
PARETI	0,45	0,43
COPERTURA	0,38	0,35
PAVIMENTI	0,46	0,44
SERRAMENTI	3,20	3,00
DIVISORI TRA AMBIENTI RISCALDANTI E NON RISCALDATI	0,8	0,8

Analizziamo ora nel dettaglio le caratteristiche dei componenti.

Per le pareti verticali:

- le tompagnature, costituenti le fasce opache della facciata, si differenziano tra il piano terra ed il piano 1° esclusivamente per la tipologia di finitura esterna e di isolante.

In particolare al piano terra, come mostrato nella fig. 1, la tompagnatura è realizzata con pannello in legno lamellare sp. 15 cm, isolamento esterno a cappotto sp. 4 cm in polistirene espanso, tipo Styrodur 3035 o Isover XPS, avente migliore performance di permeabilità al vapore rispetto alla lana minerale e pertanto maggiormente idoneo in prossimità del terreno, finitura interna con lastra di cartongesso e finitura esterna in blocchi di calcestruzzo dello spessore medio di 30 cm. L'intera stratigrafia ha spessore di circa 52 cm e trasmittanza termica nettamente inferiore ai limiti di legge.

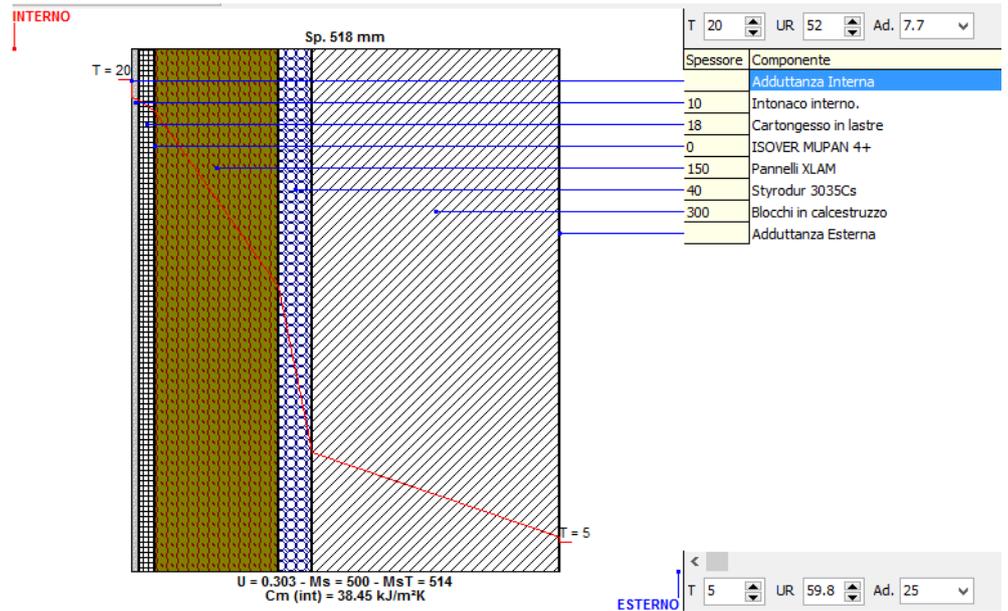


Figura 1 Stratigrafia tipo Pompagnatura Piano Terra

Al piano primo, come mostrato nella fig. 2, la pompagnatura è realizzata con pannello in legno lamellare sp. 15 cm, isolamento esterno a cappotto sp. 4 cm in lana minerale, finitura sia interna che esterna con lastra di cartongesso ed intonaco chiaro. L'intera stratigrafia ha spessore di circa 25 cm e trasmittanza termica nettamente inferiore ai limiti di legge.

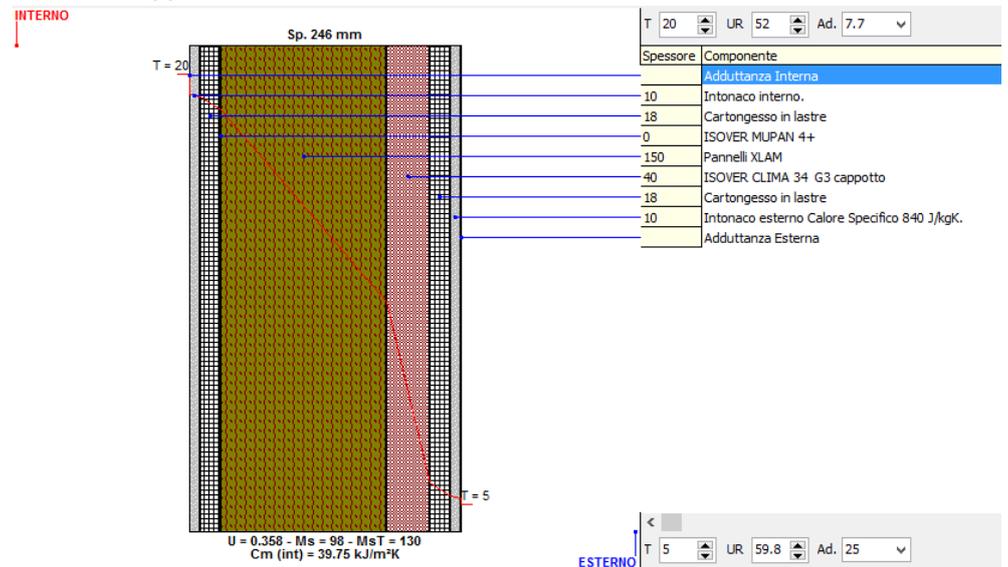


Figura 2- Stratigrafia tipo pompagnatura piano primo

- Le tramezzature tra ambienti riscaldati ed ambienti non riscaldati sono realizzate da sistemi a secco, quali pannelli

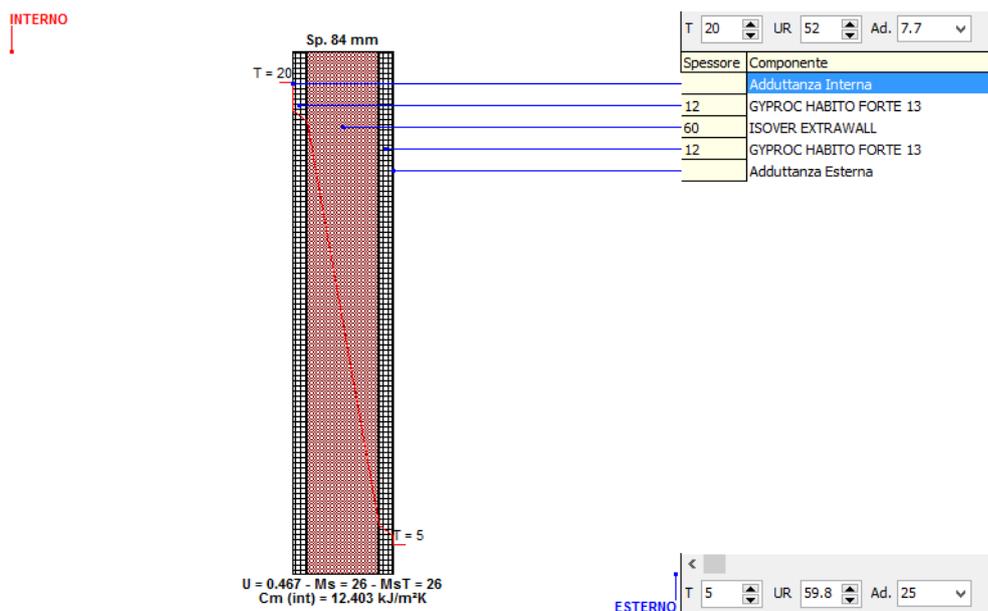


Figura 3 - Stratigrafia tipo tramezzatura interna

- sandwich in cartongesso, con intercapedine in lana minerale, tipo Isover Extrawall, come da fig.3. La trasmittanza termica è conforme ai limiti di legge.

Per gli orizzontamenti:

- i solai di interpiano, presenti solo nel corpo di fabbrica centrale ad anello, hanno struttura portante con travi in legno su cui poggia un doppio tavolato sempre in legno per uno spessore complessivo di circa 22 cm ; essi sono opportunamente isolati, sia ai fini termici che acustici, mediante sp.2 cm di isolante in lana minerale, tipo Isover Ekosol N, con massetto di alleggerimento sp.6 cm su cui poggiano le tubazioni del sistema a pavimento radiante e la finitura all'intradosso è costituita da lastre di cartongesso ; la trasmittanza termica è conforme ai limiti di legge;

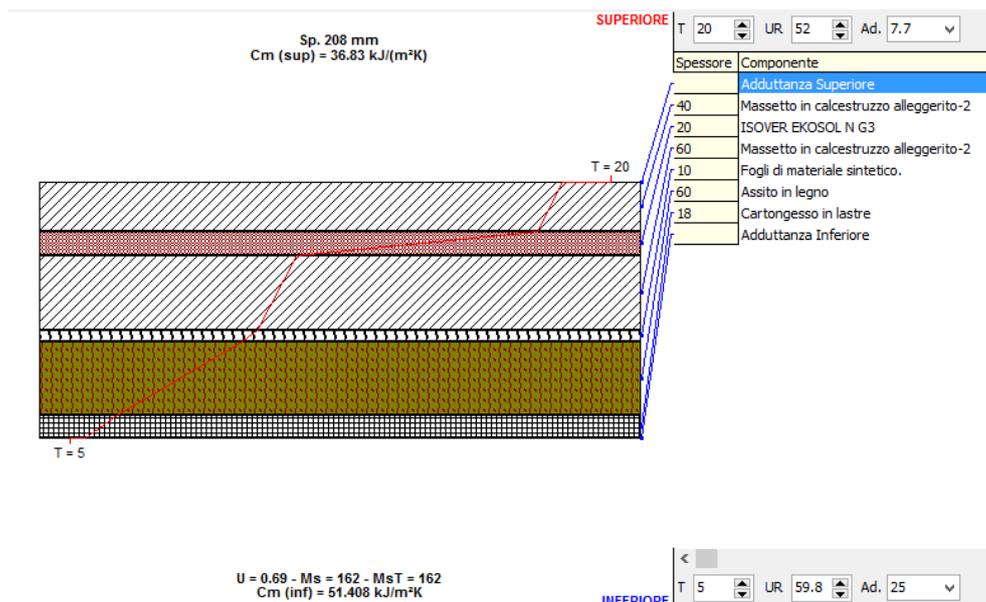


Figura 4 - Stratigrafia tipo Solaio di interpiano

- i solai di copertura, di spessore medio ca 28 cm, anche essi con struttura portante in legno, hanno, previa posa in opera di uno strato di barriera al vapore, un isolamento termico dello spessore di 8 cm in lana minerale ad alta resistenza meccanica, tipo Isover Superbac n roof, guaina bitume-polimero, soprastante massetto delle pendenze spessore medio 6 cm, finitura in ghiaietto sp. 5 cm e/o membrana alto riflettente che consente di ridurre il surriscaldamento estivo, contrastando il fenomeno delle isole di calore urbane. La finitura all'intradosso è costituita da lastre di cartongesso. La trasmittanza termica del pacchetto stratigrafico è conforme ai limiti di legge.

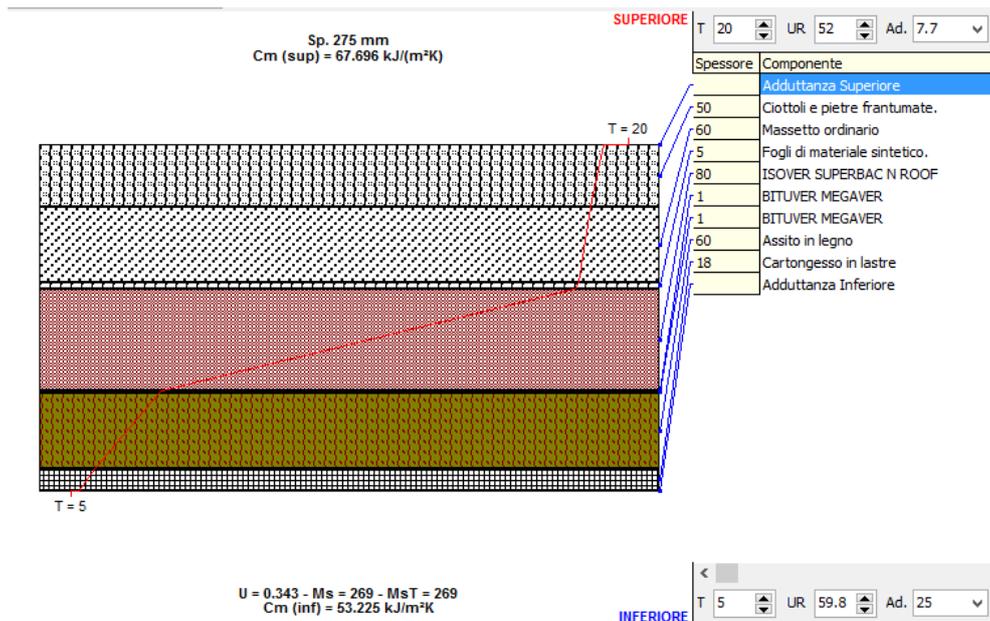


Figura 5- Stratigrafia tipo solaio copertura

- I solai di basamento, di spessore medio ca 108 cm, sono costituiti da uno strato di magrone con vespaio areato e soletta in c.a.; nello specifico ci sono casseri a perdere in plastica "granchi" altezza 50 cm, una platea in c.a. sp.30 cm, un massetto ordinario dello spessore di 6 cm, un soprastante strato di isolamento in Xps da 6cm, tipo Styrodur 3035, ed massetto alleggerito sp.4 cm sui cui è posato il pavimento radiante;

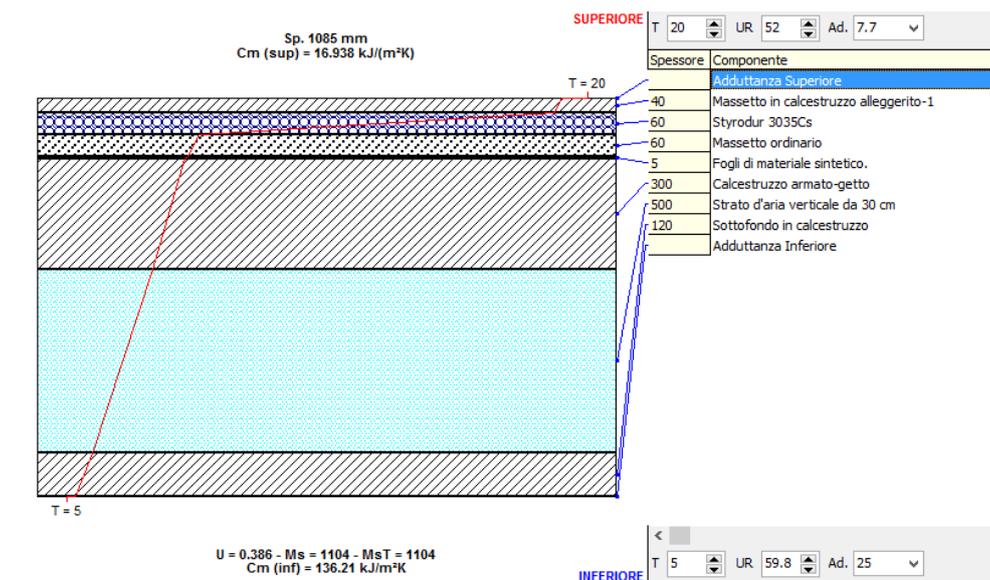


Figura 6 - Stratigrafia tipo solaio basamento

Per i serramenti si è posta particolare attenzione alla scelta delle vetrate e dei relativi sistemi schermanti; I serramenti sono in legno o legno-alluminio spessore 7 cm (trasmissione del vetro $\leq 1,8$ W/mqK), con vetro triplo 33.1-8-4-8-4 con riempimento in argon e coating selettivo (trasmissione del vetro $\leq 1,4$ W/mqK) con schermature esterne, quali tende colorate avvolgibili con fattore medio di trasmissione solare (come definito dalla norma UNI/TS 11300-1, appendice B, prospetto B.6), tipo Sunscreen della Sunbreak, in tessuto in fibra di vetro o poliestere rivestito in pvc.

Si riepilogano di seguito le caratteristiche termiche delle stratigrafie di progetto:

REQUISITI DI TRASMITTANZA TERMICA			
Zona Climatica B	Spessore (mm)	Trasmissione termica di progetto	D.M. 26/06/15 Appendice A Dal 01/01/2019
TOMPAGNATURE	40	0,30 - 0,36	0,43
COPERTURA	80	0,29	0,35
PAVIMENTI	60	0,31	0,44
SERRAMENTI	-	1,49	3,00
DIVISORI VERTICALI	60	0,47	0,80
DIVISORI ORIZZONTALI	20	0,69	0,80

CARATTERISTICHE DI SFASAMENTO ED ATTENUAZIONE			
Zona Climatica B	Sfasamento (h)	Fattore di attenuazione	Massa superficiale (kg/mq)
TOMPAGNATURE PIANO TERRA	21	0,03	500
TOMPAGNATURE PIANO PRIMO	10	0,25	98

La scelta della tipologia di isolante termico dipende dalla tipologia di edificio, dalla zona climatica ed anche dalle ulteriori prestazioni necessarie, quali ad esempio un buon isolamento acustico, o piuttosto una elevata classe di reazione al fuoco o ancora una buona resistenza meccanica, una durabilità, oltre ad un ridotto impatto ambientale, senza però trascurare l'aspetto di fattibilità economica e quindi il costo di fornitura e posa in opera.

A tal riguardo occorre considerare che i prodotti isolanti si dividono in 3 macrocategorie sulla base dell'origine: sintetici, come il polistirene, minerali come la lana di roccia e di vetro, e naturali, come ad esempio il sughero.

Per scegliere l'isolante che coniughi minor costo ambientale con maggior risparmio energetico in fase di esercizio occorrerebbe un'analisi del ciclo

di vita, Life Cycle Assessment ai sensi del pacchetto di norme ISO 14040; tuttavia pur esistendo numerosi prodotti che possiedono una dichiarazione ambientale di prodotto, Epd (energy product declaration), conforme alla norma ISO 14025, non esistono delle regole comuni PCR (Product Category Rules) per questa tipologia di prodotto e pertanto, in assenza di questo documento, non si ha la certezza che l'analisi del ciclo di vita dei diversi isolanti disponibili sul mercato sia stata condotta con gli stessi obiettivi, le stesse regole e gli stessi confini del sistema preso in esame ed il confronto può pertanto risultare falsato. Tuttavia è possibile affermare in via generica che un pannello in lana minerale ha un ridotto impatto ambientale in quanto è prodotto con il 95% di materie prime naturali e riciclate (sabbia e 80% di vetro riciclato) ed è riciclabile al 100%.

Per i motivi sin qui brevemente esposti si è scelto di utilizzare isolanti in lana minerale e/o polistirene estruso per il basamento e la tompagnatura di base.

Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche principali degli isolanti inseriti nel progetto.

	Tipologia Isolante	Nome	Descrizione	Densità	Conducibilità termica λ , W/mK	Euroclasse di reazione al fuoco	Dimensioni pannello
	Isolante minerale	Isover Extrawall	Pannelli in lana di vetro italiana 4+, realizzata con un legante brevettato a base di materie prime rinnovabili che contribuisce alla qualità dell'aria interna. Rivestimento su una faccia con carta kraft alluminio retinata e sull'altra con un velo di vetro.	40 kg/mc	0,032	F	
	Isolante minerale	Isover Ekosol G3	Pannello in lana di vetro italiana 4+, realizzata con un legante brevettato a base di materie prime rinnovabili che contribuisce alla qualità dell'aria interna. Il pannello è senza rivestimenti. Per solai di interpiano o pareti isolate dall'interno Buon isolamento termico e acustico	85 kg/mc	0,031	A2FL-s1	1000*1200 mm

	Isolante minerale	<u>Superbac n roof</u>	Pannelli in lana di vetro G3 ad altissima densità, idrorepellente, trattata con resina termoindurente a base di componenti organici e vegetali. Le fibre <u>Roofine</u> conferiscono un'elevata resistenza meccanica. Per isolamento termico ed acustico coperture piane ed inclinate in c.a., lamiera e legno <u>SuperBac N Roofine G3</u> è senza rivestimenti.	97 kg/mc	0,037	A2-s1,d0	1000*1200 mm
	Isolante minerale	<u>Clima34</u>	Pannello in lana di vetro G3 ad alta densità, idrorepellente, trattato con resina termoindurente a base di componenti organici e vegetali. Il pannello è senza rivestimenti. Per isolamento a cappotto e per solai su locali non riscaldati	55 kg/mc	0,034	A2-s1,d0	600*1200 mm
	Sintetico	<u>Styrodur 3035</u> oppure <u>Isover XPS</u>	Pannello in polistirene espanso estruso, prodotto in unico strato, con pelle superficiale liscia su entrambi i lati e provvisto di battentatura	30 kg/mc	0,034	E	1250 *600 mm

7.5 Impianti termici e fonti rinnovabili

Per quanto concerne gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, produzione a.c.s., illuminazione, ventilazione e trasporto cose/personone e bacs (building automation and control system) questi dovranno soddisfare i requisiti previsti dal suddetto D.M. 26/06/15.

Inoltre affinché l'edificio possa essere qualificato come Nzeb, ai sensi del D.Lgs. 28/11 è necessario integrare le fonti rinnovabili, sia termiche che elettriche. Per gli edifici di nuova costruzione e per quelli sottoposti a ristrutturazione integrale è necessario prevedere una quota minima di rinnovabili, per la produzione di energia termica, pari ad almeno il 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria ed il 50% dei consumi previsti per l'a.c.s., il riscaldamento ed il raffrescamento, mentre per l'energia elettrica la potenza di impianto deve essere almeno 1/50 della

superficie in pianta dell'edificio e tali percentuali per gli edifici pubblici devono essere inoltre incrementati del 10%.

Considerando una superficie in pianta dell'edificio di 4400 mq, occorrerà realizzare un impianto fotovoltaico di almeno 97 kW. Tale impianto sarà installato sulla copertura del corpo centrale, più alto e quindi meno visibile dagli edifici circostanti, e con minori problemi di ombreggiamento per una superficie di circa 1250 mq. I moduli saranno installati con strutture in cls tipo Sunballast inclinate di 10° sull'orizzontale ed esposti a sud. L'altezza media dei moduli sarà inferiore a quella del parapetto al fine di ridurre l'impatto visivo. Si ritiene opportuno pertanto per la superficie richiesta, di collocare i pannelli sulla copertura della scuola secondaria di I grado, a due livelli rispetto alla quota di riferimento (+33,5 m s.l.m.) così da non alterare le qualità architettoniche dei fronti e non limitare la possibilità di uso delle coperture degli edifici eventualmente praticabili.

Si impiegheranno pompe di calore invertibili per il riscaldamento e raffrescamento dell'edificio e pompe di calore dedicate

Per quanto riguarda la quota di rinnovabili termiche si considera un impianto termico idronico a pavimento radiante con generazione mediante n.2 pompe di calore invertibili condensate ad acqua proveniente dall'impianto di sonde geotermiche, con sistema evoluto di termoregolazione e possibilità di recupero in regime di funzionamento estivo per la produzione di acqua calda sanitaria. Il Coefficiente di performance delle pompe di calore (COP) sarà superiore a 5 in regime invernale ed a 6 in regime estivo (EER). Il coefficiente di performance delle pompe di calore in modalità di produzione di acqua calda sanitaria sarà superiore a 4, nel periodo invernale, mentre completamente gratuita (recupero) nel periodo estivo, conformemente ai limiti dettati nell'appendice A del D.M. 26/06/15.

Le pompe di calore per la climatizzazione saranno installate nei locali tecnici collocati al di sotto della rampa pubblica ovvero opportunamente integrate con il disegno delle aree attrezzate esterne limitandone l'impatto visivo.

Con le soprariportate scelte impiantistiche la percentuale di energia da fonte rinnovabile impiegata per il fabbisogno di acqua calda sanitaria è superiore al 55% ed anche la percentuale di energia da fonte rinnovabile impiegata per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria soddisfa il requisito di legge.

Le chiusure apribili presenti su tutte le facciate del complesso edilizio, consentiranno una buona ventilazione naturale che sarà opportunamente integrata dal sistema di ventilazione meccanica per le aule ed aree comuni con recuperatori di calore a flussi incrociati, con efficienza almeno pari al 70%, al fine di garantire le condizioni di benessere termo-igrometrico e di ricambio d'aria di legge.

La presenza di cortili interni e vegetazioni è inoltre positivamente influente sulla ventilazione naturale

Per l'illuminazione artificiale, considerando l'elevato fattore di disponibilità di luce diurna dovuta all'elevata superficie vetrata dell'edificio, si ricorrerà a corpi illuminanti al led, prevalentemente a soffitto, con efficienza luminosa pari o superiore a 90 lumen/W, con possibilità di accensione e regolazione automatica per potenza complessiva di 17 kW, garantendo illuminamento medio di 300 lux.

Per il trasporto di cose e persone si ricorrerà a n.3 impianti idraulici con motore inverter senza massa di bilanciamento, portata 8 persone 630 kg e sensore di presenza per lo spegnimento della luce interna.

Tutti gli impianti saranno monitorati e gestiti attraverso un BACS, building automation and control system, di livello B conforme alla norma UNI EN 15232 in ottemperanza alla prescrizioni del D.M. 26/06/15.

L'adozione di tali sistemi di classe B rispetto al livello D, cioè privo di automazione, per edifici scolastici consente, secondo norma, le seguenti percentuali di risparmio:

- Energia termica per il riscaldamento e raffrescamento: 27%
- Energia termica per a.c.s.: 19%
- Energia elettrica per l'illuminazione: 20%
- Energia elettrica per gli ausiliari: 22%

7.6 Modello di calcolo

Al fine di ottimizzare la progettazione dell'edificio, si sono effettuate delle simulazioni energetiche in regime semi-stazionario.

L'edificio è stato suddiviso in zone termiche sulla base delle destinazioni funzionali, nello specifico si sono individuate delle macro zone termiche per ciascun corpo di fabbrica: Cucina, Mensa, Aule-laboratori-Sale polifunzionali, Uffici, Palestra.

Si sono valutate gli ombreggiamenti reciproci di ciascun corpo di fabbrica, inserite le stratigrafie dei componenti ed i ponti termici di angoli e serramenti, definita un'unica centrale termica a servizio dei tre corpi di fabbrica. Si riportano di seguito i dati geometrici e climatici di input del modello:

Superficie Lorda Disperdente (mq)	15570
Superficie Vetrata (mq)	2447
Rapporto S/V	0,5
Periodo di riscaldamento	1 dicembre – 31 marzo
Periodo di raffrescamento	15 aprile – 5 novembre

Si riportano di seguito degli estratti degli output grafici della simulazione di calcolo:

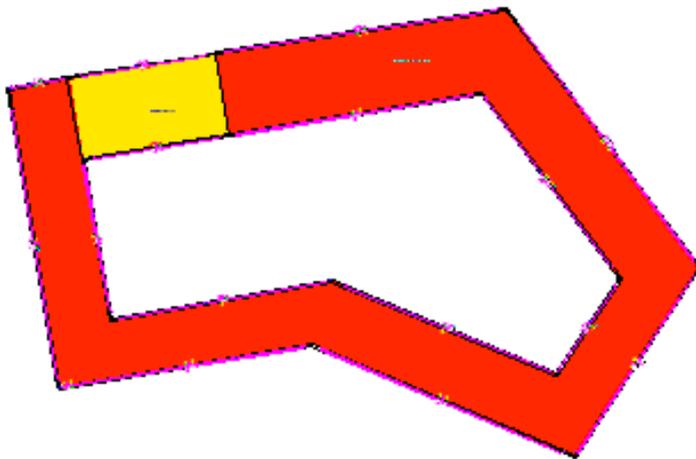
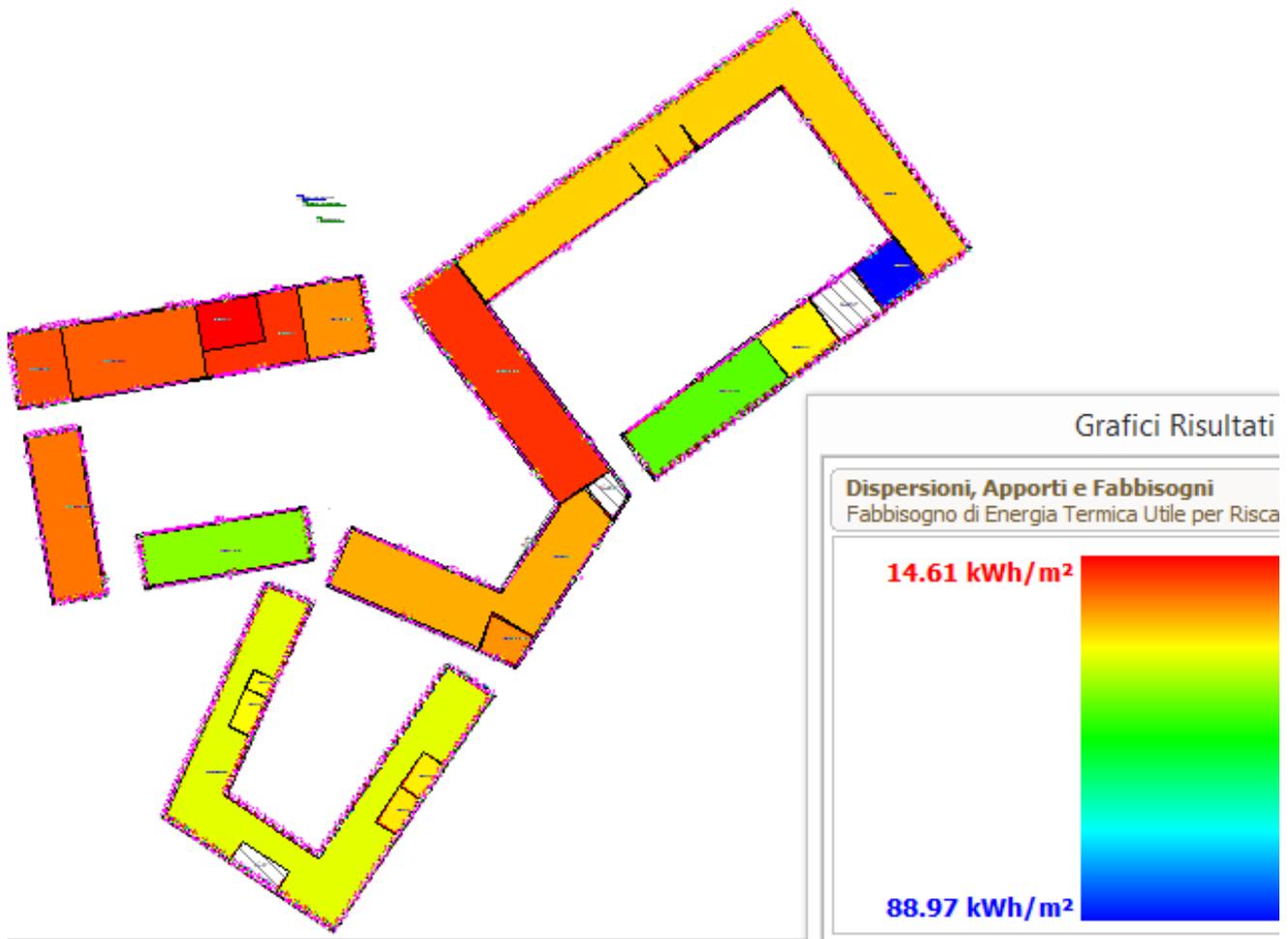


Figura 8 - Fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento piano terra e piano primo del corpo centrale

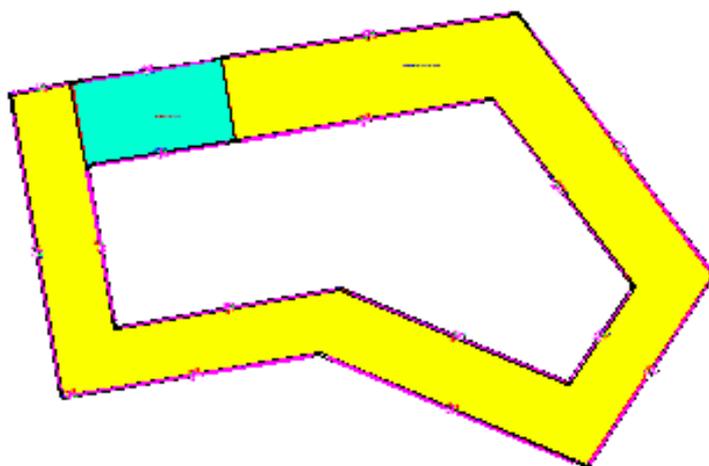
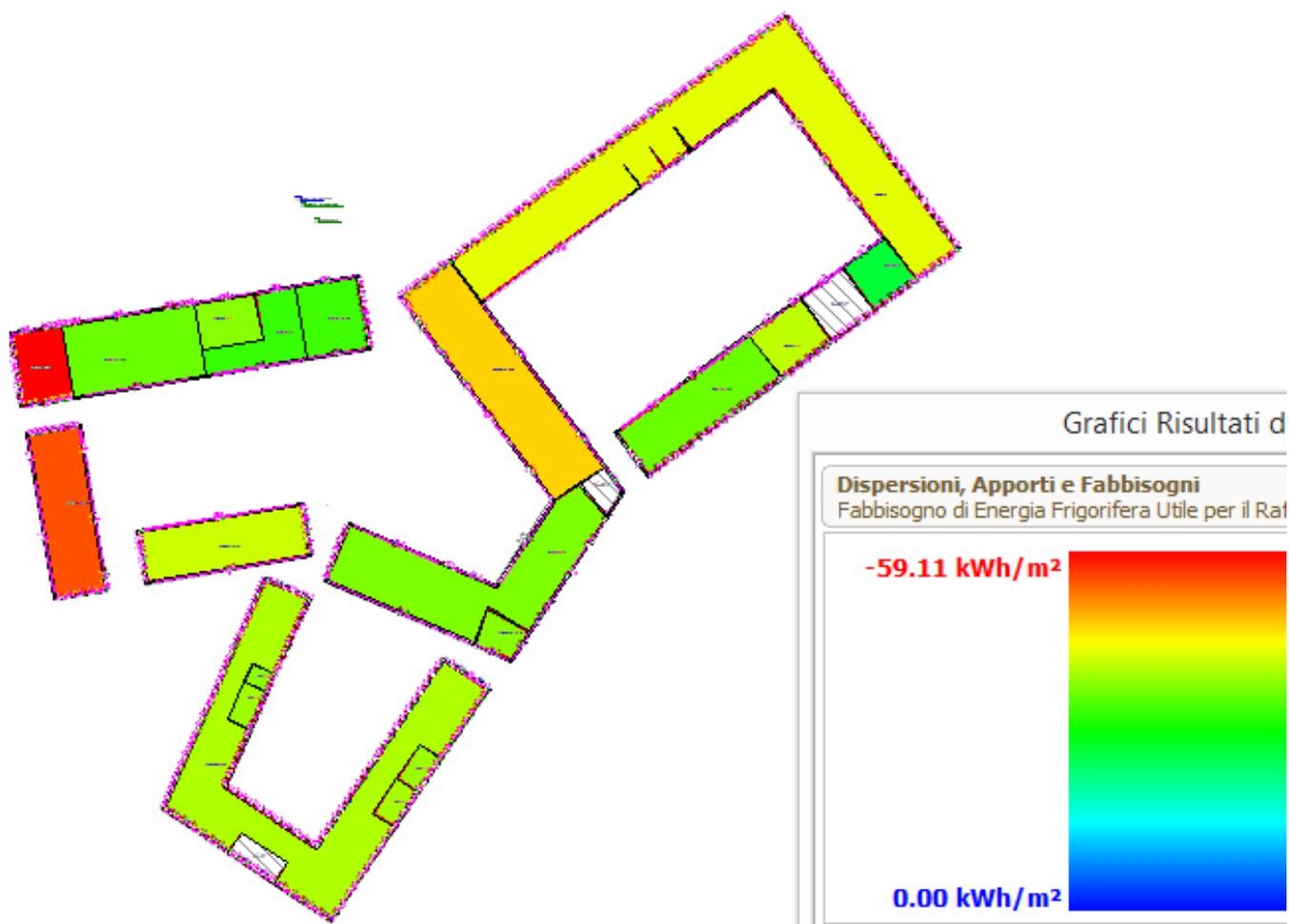


Figura 9 -Fabbisogno di energia termica utile per il raffreddamento piano terra e piano primo del corpo centrale

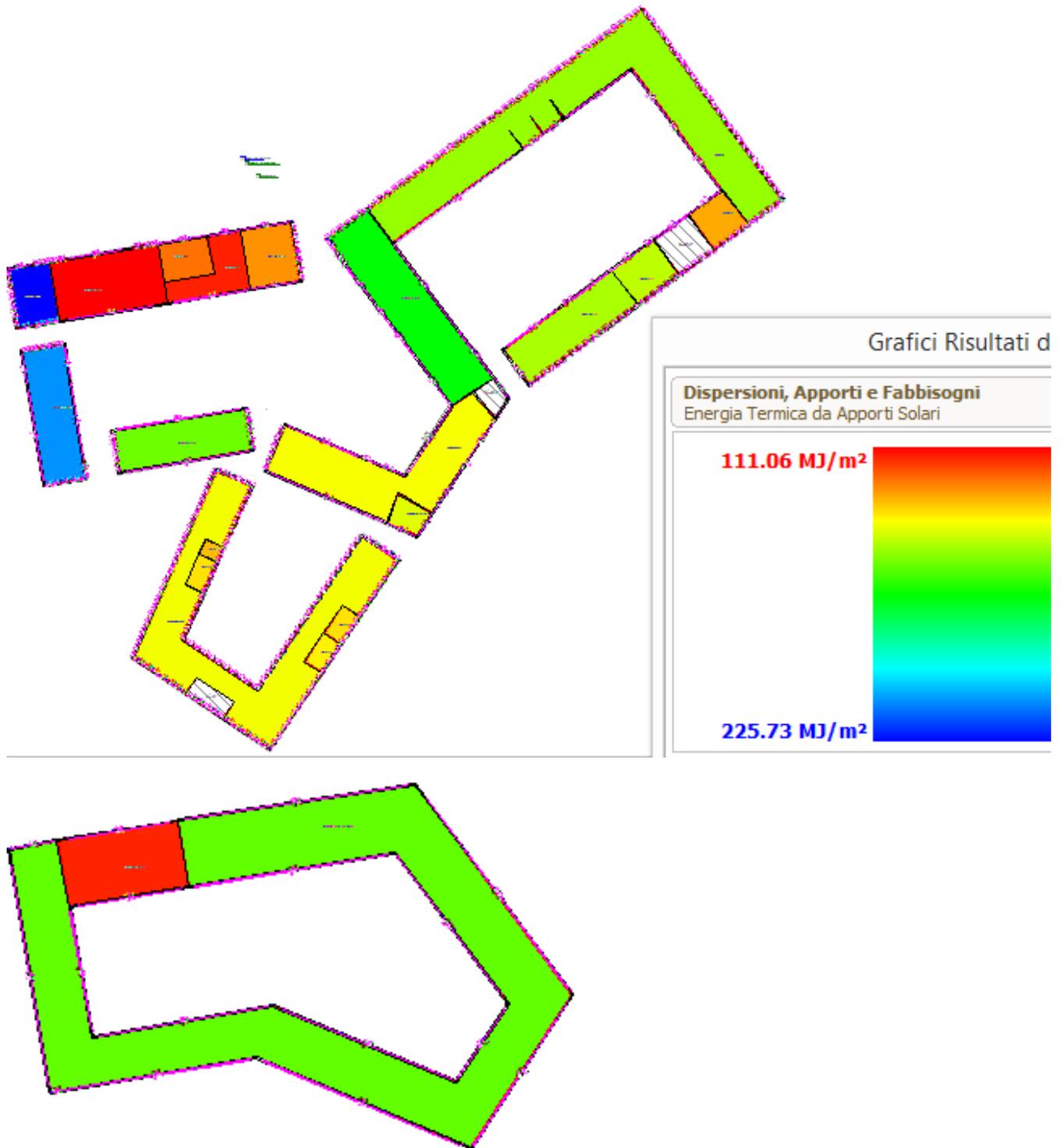
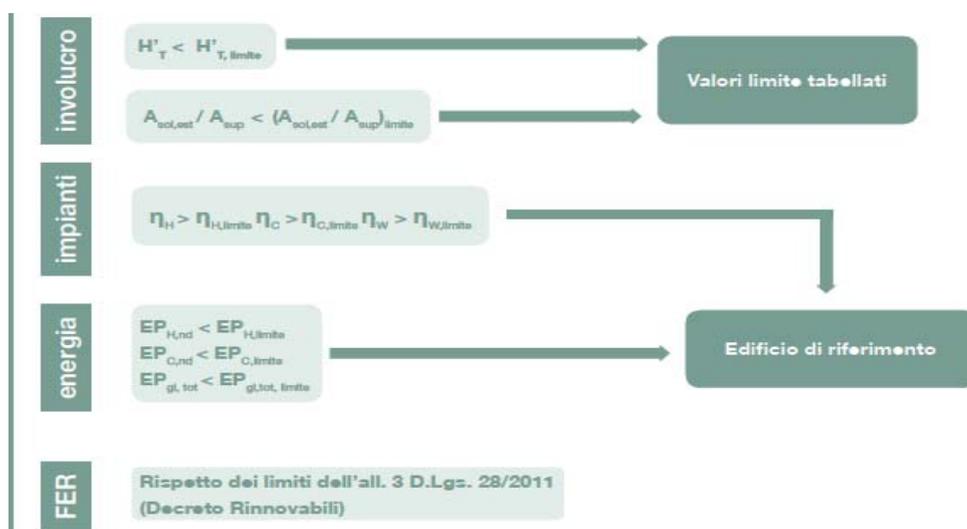


Figura 10- Energia termica da apporti solari nel periodo estivo piano terra e piano primo del corpo centrale

7.7 Prestazione energetica globale

Ai sensi del D.M. 26/06/2015 “Linee guida nazionali per l’attestazione della prestazione energetica degli edifici” si sono effettuate delle simulazioni di calcolo considerando presenti i seguenti servizi energetici secondo le caratteristiche dettagliate nel paragrafo precedente: riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, ventilazione e trasporto cose e persone. L’edificio soddisfa tutte le verifiche prescritte dal D.M. 26/06/15 relative alla prestazione energetica dell’edificio e riportate nella figura seguente.



Legenda

H'_t = coeff. globale di scambio termico (W/mq*K)

$A_{sol,est}$ = Area solare equivalente estiva (mq)

A_{sup} = Superficie utile (mq)

η_h = rendimento o efficienza media stagionale impianto climatizzazione invernale

η_c = rendimento o efficienza media stagionale impianto climatizzazione estiva

η_w = rendimento o efficienza media stagionale impianto di produzione a.c.s.

$EP_{h,nd}$ =Indice di prestazione energetica o Energia Primaria per il riscaldamento di progetto (kWh/mq*anno)

$EP_{c,nd}$ = Indice di prestazione energetica o Energia Primaria per il raffrescamento di progetto (kWh/mq*anno)

$EP_{g,tot}$ = Indice di prestazione energetica o Energia Primaria globale totale (kWh/mq*anno)

Figura 1 - Schema delle verifiche energetiche prestazionali ai sensi del D.M. 26/06/15

Dai calcoli di massima effettuati, le scelte progettuali consentono il raggiungimento della classe energetica A4, la migliore possibile. L’edificio è un Nzeb con un indice di prestazione globale non rinnovabile, $EP_{gl,nren}$ di 7,26 kWh/mq*anno, un indice di prestazione globale

rinnovabile, $E_{p,gl,ren}$ di 43,55 kWh/mq*anno e un quantitativo di emissioni di CO₂ di 85,2 kg/anno.

Classe Energetica	A4
$E_{p,gl,nren}$ (kWh/mq*anno)	7,26
$E_{p,gl,ren}$ (kWh/mq*anno)	43,55
H'T medio (W/mq*K)	0,58
H'T limite (W/mq*K)	0,63
Yie medio (W/mq*K)	0,08
A sol	0,034
A sol limite	0,040
% FER Acs	96%
% FER Risc/Raff/Acs	86%

Figura 12 - Etichetta energetica dell'edificio

7.8 Certificazione di sostenibilita' energetico-ambientale

L'edificio così proposto può essere certificato anche secondo protocolli di sostenibilità energetico ambientale, tipo Leed del Green Building Council.

8. L'utilizzo del sistema BIM (building information modeling) nella progettazione e nella realizzazione dell'opera

8.1 Introduzione

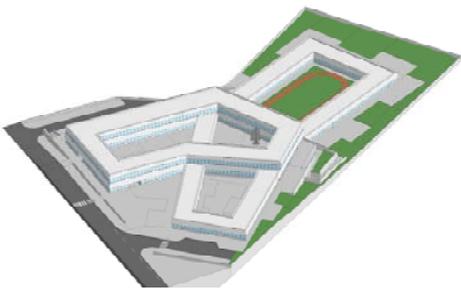
Il successivo sviluppo del progetto definitivo/esecutivo sarà condotto utilizzando il sistema BIM, che sarà adottato, ovviamente, anche nella fase di realizzazione dell'opera.

Per quanto riguarda la fase progettuale, si procederà a definire il modello complessivo BIM della costruzione, che è ottenuto dall'assemblaggio dei tre modelli singoli, ciascuno relativo ad una specifica disciplina progettuale:

il modello Architettonico;

il modello Strutturale;

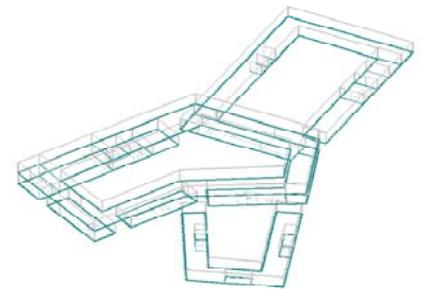
il modello degli Impianti.



Modello Architettonico



Modello Strutturale



Modello degli Impianti

Allo stato attuale del progetto (fase di analisi di fattibilità tecnico-economica) ciascuno dei tre modelli di cui sopra è stato già prodotto (ad un livello di dettaglio corrispondente alla fase progettuale in atto) attraverso software in grado di garantire l'interoperabilità, mediante il formato aperto IFC, per l'integrazione nel software di BIM Authoring, che gestirà l'intero processo di progettazione e di realizzazione dell'opera.

In particolare, come già detto nel corpo della presente relazione, per lo studio di efficienza energetica e per il predimensionamento delle componenti impiantistiche, al momento si è realizzato un modello globale tridimensionale dell'intera costruzione, risolto a livello di calcolo, con il software TerMus v.42h della ACCA software, che risponde alle specifiche

di integrazione con il modello complessivo, che sarà gestito dal software di BIM Authoring.

A titolo esemplificativo, nella tabella seguente si riporta l'elenco dei software che sono già stati utilizzati per il progetto preliminare o che saranno utilizzati nelle fasi successive di progettazione nei vari ambiti disciplinari.

Ambito	Disciplina	Software	Compatibilità con formati aperti
Progettazione Architettonica	Architettonica	Revit	IFC
Progettazione Strutturale	Strutturale	Sap 2000 IFC	IFC
Progettazione Impiantistica	Impiantistica	Termus	IFC
Coordinamento 3D	Tutte le discipline	Navisworks Manage	IFC
Analisi delle Interferenze/Clash Detection	Tutte le discipline	Navisworks Manage	IFC
Model e Code checking	Tutte le discipline	Navisworks Manage	IFC
Valutazione dei costi	Tutte le discipline	Primus IFC	IFC/txt

8.2 Modalità di condivisione dei dati, dei modelli, dei documenti e degli elaborati

La condivisione del modello, o per meglio dire dei modelli, è impostata mediante la definizione di un ambiente cloud di gestione e trasferimento delle informazioni conforme alle UNI 11337: l'ACDat, Ambiente di Condivisione dei Dati e delle informazioni. A tale scopo si utilizza la piattaforma di collaborazione online Aconex, dotata di certificazione ISO 27001, massimo standard internazionale per le prassi di gestione della sicurezza. Inoltre, i requisiti di riservatezza, integrità e disponibilità delle informazioni sono garantiti mediante sofisticate opzioni di sicurezza che proteggono l'identità dell'utente con password e regole di accesso. Tutti i membri del team di progetto possono quindi accedere, mediante connessione internet, all'ACDat articolato in tre macro-aree:

- Area di Lavorazione, suddivisa per discipline progettuali, ovvero Architettura, Strutturale, Impiantistica e Computo metrico;
- Area di Condivisione, sede delle principali attività BIM di Coordinamento 3D e Clash-Detection tra i modelli afferenti le diverse discipline;
- Area di Pubblicazione, in cui vengono trasferiti gli elaborati definitivi prodotti.

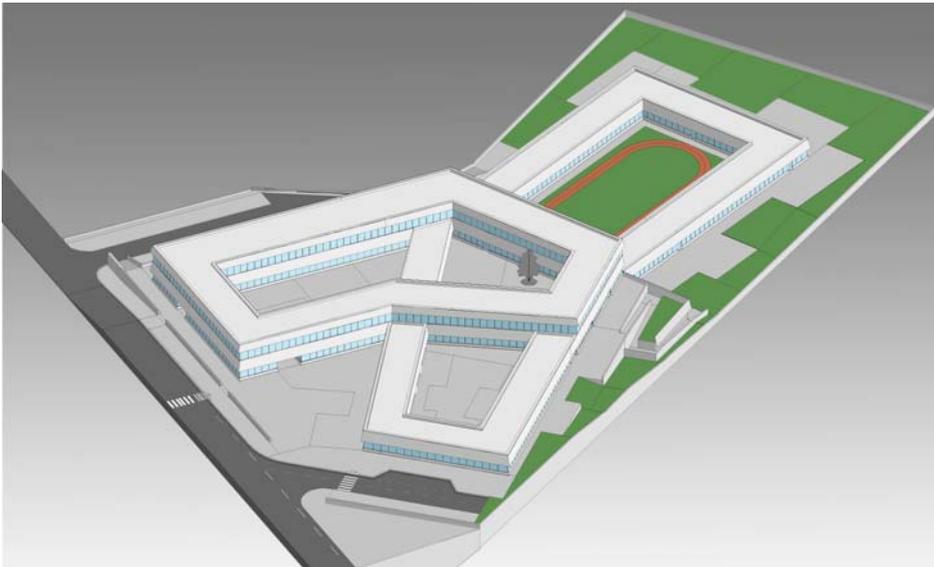
Le informazioni prodotte transitano dalle aree di Lavorazione all'area di Condivisione in maniera iterativa, determinando specifici flussi d'informazione tesi a consentire l'integrazione delle soluzioni progettuali. In particolare, il modello architettonico sviluppato nella relativa area di lavorazione viene trasferito nell'area di Condivisione, una volta che il contenuto informativo dei suoi oggetti ha raggiunto un LOD B/C, consentendo di avviare, nelle rispettive aree di Lavorazione, la fase di definizione finale del modello di calcolo sia strutturale che impiantistico.

LOD A	LOD B	LOD C	LOD D	LOD E
				
<p>Geometria Elemento architettonico verticale o pseudoverticale rappresentato mediante un simbolo 2D.</p> <p>Oggetto Grafica 2D (linee e campiture 2D)</p> <p>Caratteristiche Posizionamento di massima</p> <p>Usi consentiti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semplici ingombri • Studio schemi compositivi 	<p>Geometria Solido generico per rappresentazione elemento architettonico verticale o pseudoverticale con forma, spessore e posizione approssimata</p> <p>Oggetto Solido 3D</p> <p>Caratteristiche Semplici geometrie d'ingombro</p> <p>Usi consentiti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studio preliminare • Computo metrico • Stima economica preliminare 	<p>Geometria Elemento architettonico (sistema e sottosistema) verticale o pseudoverticale rappresentato con ingombri calcolati secondo la normativa tecnica</p> <p>Oggetto Solido 3D strutturato</p> <p>Caratteristiche Definizione del sistema architettonico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spessore • Lunghezza • Larghezza • Volume • Definizione materiali • Definizione stratigrafie principali <p>Usi consentiti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensioni esecutive • Utilizzo per computo metrico estimativo • Verifica interferenze con altre discipline 	<p>Geometria Elemento architettonico verticale o pseudoverticale rappresentato mediante un solido avente dimensioni pari alle dimensioni reali. Sono modellate tutte le stratigrafie.</p> <p>Oggetto Solido 3D complesso</p> <p>Caratteristiche Dettaglio dei componenti per gruppi e senza riferimenti a singoli prodotti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definizione stratigrafie dettagliate • Spessori componenti • Struttura • Isolamento • Camera d'aria • Sottofondo supporto • Finitura • Dettagli costruttivi <p>Usi consentiti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Previsioni di scheduling di cantiere 	<p>Geometria Elemento architettonico verticale o pseudoverticale rappresentato mediante un solido avente dimensioni pari alle dimensioni reali. Sono incluse tutte le stratigrafie, i dati specifici del fornitore dei materiali e le finiture.</p> <p>Oggetto Solido 3D complesso</p> <p>Caratteristiche Dettaglio dei componenti con singolo prodotto. Informazioni di montaggio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiale di supporto • Schede tecniche singoli prodotti • Tipo finitura interna • Superficie finitura interna • Tipo finitura esterna • Superficie finitura esterna • Composizione • Materiale/Componente • Presenza certificazioni • Capacità strutturale • Trasmissione vapore • Valore R • Valore U • Valore assorbimento • Trasmissione acustica <p>Usi consentiti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantierizzazione • Produzione • Manutenzione

Esemplificazione dello sviluppo del contenuto informativo (LOD) di un oggetto BIM architettonico secondo le UNI 11337

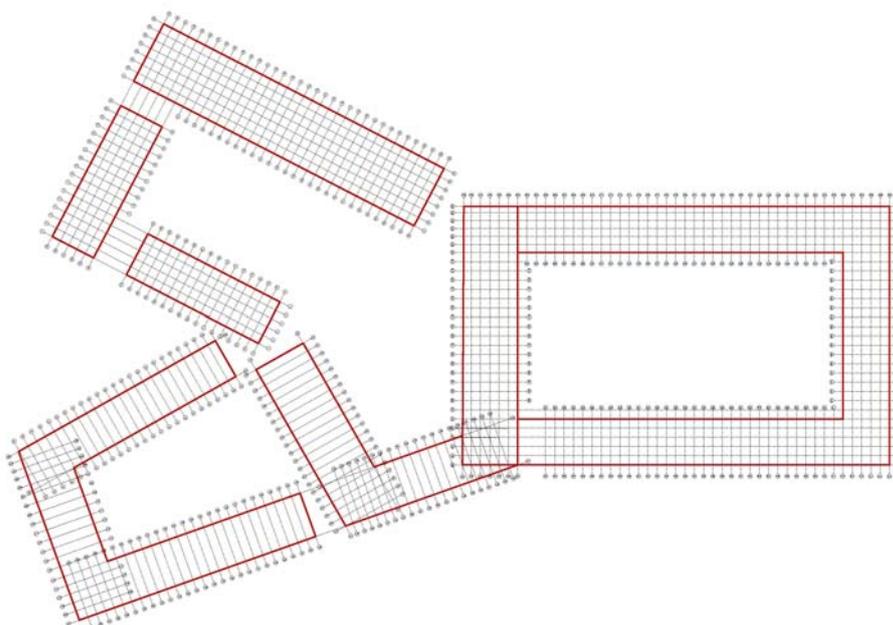
8.3 Illustrazione dei flussi informativi necessari alla definizione del modello degli impianti dell'opera

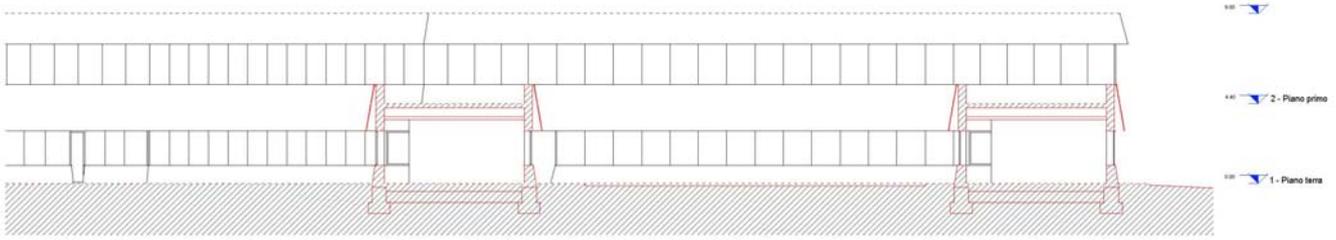
Il modello degli impianti dell'opera in fase di progetto definitivo/esecutivo si sviluppa nell'area di Lavorazione della disciplina Impiantistica a partire dal modello Architettonico condiviso nella sezione di Condivisione dai progettisti architettonici.



Modello Architettonico

Utilizzando la geometria del modello architettonico come traccia, il modello degli impianti si "monta" su quest'ultimo, attraverso la definizione di un sistema di riferimento condiviso formato da griglie e livelli.





Sistema di riferimento livelli

In questa fase sulla base delle principali scelte progettuali inerenti a:

- le tipologie d’impianto presenti nell’edificio: elettrico, idrico, meccanico (HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning);
- l’ubicazione degli impianti all’interno dell’edificio;
- l’orientamento dell’edificio;
- le caratteristiche termiche dell’involucro edilizio,

si esegue:

- la suddivisione del modello in workset distinti per tipologia d’impianto;
- la verifica di tutti gli impianti;
- l’analisi termica dell’edificio.

Il contenuto informativo degli oggetti che costituiscono la soluzione progettuale così definita è portato quindi ad un LOD B.

LOD A	LOD B	LOD C	LOD D	LOD E
Geometria	Geometria Rappresentazione concettuale e generica degli spazi degli ingombri principali di tutti gli impianti (cavedi e cunicoli tecnici).	Geometria Rappresentazione concettuale e generica degli spazi degli ingombri complessivi principali delle tubazioni (cavedi e cunicoli tecnici).	Geometria Forma, dimensioni, posizione, ingombri e collegamenti effettivi per montanti, dorsali e derivazioni. Margini ed ingombri per manutenzione, supporti, ancoraggi, per controllo vibrazioni e consolidamento antisismico effettivi per montanti, dorsali e derivazioni. Forometrie effettive orizzontali e verticali.	Geometria Componenti supplementari per la fabbricazione e l’installazione in cantiere.
Oggetto	Oggetto	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D	Oggetto Solido 3D
Caratteristiche	Caratteristiche • Indicazione delle dimensioni complessive occupate dalle tubazioni	Caratteristiche • Definizione dei percorsi principali all’interno dei cavedi e dei cunicoli tecnici	Caratteristiche • Definizione effettiva di dimensioni e caratteristiche qualitative	Caratteristiche • Nome prodotti, nome produttori • Modalità di installazione

Esemplificazione dello sviluppo del contenuto informativo (LOD) di un oggetto BIM impiantistico secondo le UNI 11337

In seguito, il modello viene trasferito dai progettisti degli impianti nell’area di Condivisione, sede di una attività BIM di Clash-Detection (analisi delle

interferenze) tra modello degli impianti e modello architettonico finalizzata a ridurre le problematiche che potrebbero insorgere successivamente negli stadi di progetto Definitivo ed Esecutivo.

Le interferenze individuate vengono quindi prontamente risolte, apportando modifiche al modello degli impianti e, ove necessario, anche al modello architettonico. Il processo d'integrazione tra le due discipline instaura un flusso d'informazioni ciclico tra le rispettive aree di Lavorazione e l'area di Condivisione, e si conclude solo allorquando è assente qualsiasi interferenza tra i due modelli. Tuttavia, il modello degli impianti potrebbe subire ulteriori modifiche in relazione alla compatibilità con il modello strutturale, che, a sua volta, può influenzare il modello architettonico, determinandone variazioni tali da poter interferire con il modello stesso degli impianti.

Pertanto, al variare del modello architettonico in seguito alle attività di Clash-Detection anche con il modello strutturale, si avviano ulteriori fasi di analisi delle interferenze anche nell'area di lavorazione Impianti.

8.4 Coordinamento 3d dei modelli

Infine, l'attività BIM di Coordinamento 3D tra i modelli disciplinari realizzati consente di individuare anche le eventuali problematiche che insorgono dall'unione delle tre soluzioni progettuali: modello strutturale, modello architettonico, modello degli impianti. La fusione dei modelli singoli in un unico modello costituisce il modello aggregato dell'opera.

8.5 Produzione degli elaborati progettuali

In seguito alle attività BIM di Analisi delle interferenze e di Coordinamento 3D, i modelli disciplinari e il modello aggregato saranno pronti per l'estrapolazione degli elaborati progettuali: piante, carpenterie, sezioni, prospetti, tabulati e relazioni tecniche.

Gli elaborati prodotti, in fase di progettazione definitiva/esecutiva, saranno quindi trasferiti, in versione PDF, all'area di Pubblicazione dell'ACDat.

8.6 Valutazione dei costi

In seguito alla definizione dei modelli disciplinari integrati, sarà avviata anche l'attività di analisi dei costi finali nell'area di Lavorazione Computo metrico. Al momento (fase di Studio di Fattibilità Tecnico-Economica) è stata effettuata unicamente una stima preliminare dei costi dell'intera costruzione, ovviamente con specifico riferimento anche alle componenti impiantistiche.

9. Valutazione del confort acustico

9.1 Premessa

Il presente paragrafo ha come oggetto la valutazione del confort acustico con particolare riferimento ai cd. “requisiti acustici passivi” del progetto proposto. Prima di procedere con la specifica delle diverse soluzioni adottate in ambito acustico, si riportano in breve le normative di riferimento che definiscono i descrittori acustici da considerare e i relativi valori limite che, in fase di progettazione esecutiva, andranno verificati.

9.2 La legislazione di riferimento: il DPCM 5/12/1997

La legislazione di riferimento per il calcolo e la verifica dei requisiti passivi, il DPCM 5/12/1997, fornisce i valori dei descrittori acustici cui bisogna attenersi. L'edificio in questione viene classificato come “Categoria E - edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili” alla quale sono associati specifici valori, riportati nella tabella seguente.

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R'_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

I descrittori da verificare sono dunque i seguenti:

R'_w : potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti;

$D_{2m,nT}$: isolamento acustico standardizzato di facciata;

L'_{nw} : livello di rumore di calpestio di solai normalizzato;

L_{ASmax} : livello massimo di pressione sonora di servizi a funzionamento discontinuo;

L_{Aeq} : livello equivalente di pressione sonora di servizi a funzionamento continuo.

In aggiunta ai valori riportati nella tabella, il DPCM 5/12/1997 specifica inoltre che “con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.” Andrà quindi valutato anche il tempo di riverberazione delle aule secondo la circolare sopra citata, che nello specifico definisce che “la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo”.

9.3 La norma UNI 11367

La norma UNI11367 definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione e descrive in generale la classificazione acustica delle unità immobiliari. La norma viene richiamata nei Criteri Ambientali Minimi PAN GPP che, nel caso di lavori pubblici aggiudicati mediante gara d'appalto, la rendono di fatto una normativa cogente.

In particolare, secondo i Criteri Ambientali Minimi PAN GPP "le scuole devono soddisfare il livello di «prestazione superiore» riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367 [...] e i valori caratterizzati come «prestazione buona» nel prospetto B.1 dell'appendice B alla norma UNI 11367". Di seguito si riportano pertanto i prospetti dell'appendice A.1 e B.1 della UNI11367 richiamati dai Criteri Ambientali Minimi PAN GPP con indicazione della riga o colonna da prendere a riferimento.

prospetto A.1 **Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole**

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_c in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_d in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni / fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

prospetto B.1 **Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi**

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥34	≥40
Prestazione buona	≥30	≥36
Prestazione di base	≥27	≥32
Prestazione modesta	≥23	≥28

I descrittori acustici di cui tener conto non sono del tutto coincidenti con quelli richiamati nel DPCM 5/12/1997 ed in particolare vengono aggiunti tra gli elementi di valutazione l'isolamento per via aerea e calpestio tra partizioni della stessa unità immobiliare e l'isolamento acustico

normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi.

9.4 La norma UNI 11532

La norma UNI11532 – “Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati” viene anch’essa richiamata nei Criteri Ambientali Minimi PAN GPP. In particolare la norma definisce, in relazione alle diverse destinazioni d’uso degli ambienti, i descrittori acustici che meglio possano rappresentare le qualità acustiche degli ambienti proponendo, per ognuno di essi, i valori ottimali.

Per gli ambienti destinati ad aule scolastiche in particolare i descrittori da tenere sotto controllo sono:

- Il tempo di riverberazione (T60)
- Lo Speech Transmission Index (STI)
- L’indice di Chiarezza (C50)

9.5 I requisiti acustici di progetto

Dall’analisi delle leggi e normative sopra riportate si nota uno scostamento tra i valori da rispettare dei diversi descrittori acustici e la presenza di descrittori aggiuntivi nelle norme richiamate dai Criteri Ambientali Minimi PAN GPP.

Essendo i valori limite forniti dalle norme diversi, cautelativamente il progettista ha provveduto a definire dei limiti che rispettassero entrambe le norme ovvero scegliendo, a parità di descrittore acustico, il più stringente tra i due ed aggiungendo i descrittori riportati nella UNI11367 non presenti nel DPCM del 1997. Nella seguente tabella si riportano i valori di riferimento che verranno quindi considerati nel presente documento per quanto riguarda l’isolamento acustico.

Descrizione del descrittore acustico	Simbolo	Norma di riferimento	Valore limite
Descrittore dell’isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT}$	DPCM 97	≥ 48
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	R'_w	UNI 11367	≥ 56

Descrittore del livello di pressione di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	L'_{nw}	UNI 11367	≤ 53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, in ambienti diversi da quello di installazione	L_{ic}	DPCM 97	≤ 25
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, in ambienti diversi da quello di installazione	L_{id}	UNI 11367	≤ 34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$	UNI 11367	≥ 50
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune collegati mediante accessi o ad ambienti abitativi	$D_{nT,w}$	UNI 11367	≥ 30

Al fine della verifica dei requisiti acustici passivi della scuola, è di fondamentale importanza la definizione di unità immobiliare la cui definizione non è contenuta nel DPCM del 1997 e che la UNI11367 definisce come *“porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.”* A tal riguardo si riporta anche la definizione del DM LL. PP. n.236 del 1989 dove *“per unità immobiliare si intende un'unità ambientale suscettibile di autonomo godimento ovvero un insieme di unità ambientali funzionalmente connesse, suscettibile di autonomo godimento”,* avendo definito l'unità ambientale come *“spazio elementare e definito, idoneo a consentire lo svolgimento di attività compatibili tra di loro”*.

Alla luce delle definizioni appena riportate, si è scelto di considerare come unità immobiliari tutti gli ambienti dove è prevista la permanenza delle persone e dove il requisito acustico è stringente includendo pertanto l'aulario, gli uffici, le aule destinate a eventi, la mensa e il bar.

Per quanto riguarda le caratteristiche relative alla qualità acustica interna degli ambienti, i valori di riferimento sono invece i seguenti:

Descrizione del descrittore acustico	Simbolo	Valore limite
Tempo di riverbero	T60	$\leq 0,7$
Speech Transmission Index	STI	$\geq 0,6$
Indice di Chiarezza	C50	≥ 0

9.6 Soluzioni progettuali

Definiti i descrittori da prendere in considerazione, è possibile già in questa fase ipotizzare soluzioni progettuali che permettano il raggiungimento delle prestazioni previste dalla normativa, così da agevolare nella fase di progettazione esecutiva lo sviluppo dei dettagli di progetto e la relativa verifica dei requisiti passivi dell'edificio.

9.7 Facciate

La presenza in facciata di grandi vetrate rappresenta da sempre una possibile criticità acustica che potrebbe compromettere l'isolamento dell'edificio scolastico nei confronti dell'ambiente esterno. La nuova generazione di infissi ha permesso di ottenere, grazie all'utilizzo di doppi vetri stratificati, un indice di potere fonoisolante anche di 50 dB. Infissi di tali prestazioni, uniti alla massiva compattatura opaca prevista, permetterà di raggiungere il valore di isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT}$ superiore ai 48 dB prescritti dal DPCM97. Si sottolinea che, come evidenziato nel precedente paragrafo, si è preferito far riferimento al valore di isolamento di facciata della legislazione di riferimento nazionale, non essendo chiaro se la UNI11367 richiamata nei Criteri Ambientali Minimi PAN GPP, che fornisce un valore prescrittivo di soli 43 dB, superi tale decreto.

9.8 Partizioni orizzontali

La partizione orizzontale prevede, oltre alla struttura del solaio, la realizzazione di un massiccio massetto in conglomerato cementizio poggiato su apposito isolante acustico anticapestio. In ogni piano è inoltre prevista la realizzazione di un controsoffitto che, oltre ad avere una funzione estetica e funzionale per il passaggio degli impianti, garantirà un ulteriore beneficio dal punto di vista acustico. Si stima quindi che sia per quanto riguarda il potere fonoisolante apparente che il livello di pressione di calpestio tra ambienti sovrastanti si raggiungeranno senza problemi i limiti prescritti dalla norma UNI11367.

8.9 Divisori interni

Le partizioni verticali saranno del tipo a secco, realizzate con una doppia lastra di cartongesso ambo i lati e doppia struttura metallica disgiunta e

con montanti sfalsati tra loro. All'interno sarà infine interposto del materiale fonoassorbente da intercapedine. La soluzione adottata, per quanto di ridotto spessore, raggiunge un potere fonoisolante R_w elevatissimo, fino a 65 dB certificato in laboratorio. Un potere fonoisolante così elevato permetterà di raggiungere il potere fonoisolante apparente R'_w di 56 dB previsto dalla UNI11367, anche per le pareti di tipo mobile. A tal proposito, si evidenzia che nei sistemi mobili la parete incontrerà, nel punto di fermo, un elemento che ripristinerà la continuità a tutta altezza del divisorio, la cui tenuta sarà garantita da una apposita leva di serraggio.

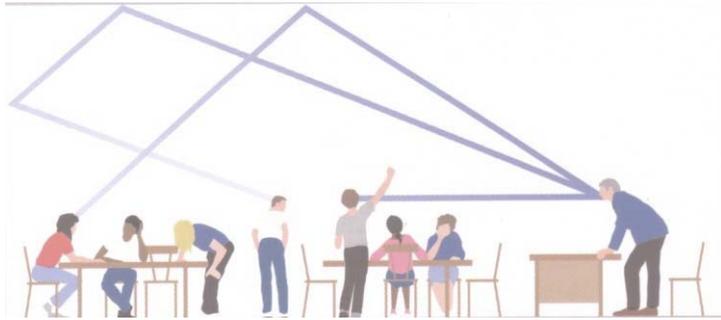
9.10 Divisori interni manovrabili

Il progetto prevede che all'interno dell'aulario, identificati dalla somma delle unità immobiliari, siano presenti dei divisori mobili, per una didattica flessibile e innovativa. Per le partizioni in esame saranno pertanto adottate partizioni mobili certificate con $R_w=58$ dB, che consentiranno di garantire che l'isolamento acustico di partizioni fra gli ambienti adiacenti, ovvero della stessa unità immobiliare, sia maggiore di 50 dB, come richiesto dalla UNI11367.

9.11 Correzione acustica delle aule

Per l'edilizia di tipo scolastico si è da sempre data importanza non solo ai parametri di isolamento delle aule dal rumore proveniente dall'esterno o dagli altri ambienti, ma anche alla qualità acustica interna. Già il DPCM97 infatti, rimandando alla Circolare ministeriale del 1967, prevedeva dei valori del Tempo di riverbero medio da rispettare, mentre con l'evoluzione della normativa degli appalti pubblici descritta in premessa si è visto che, oltre al tempo di riverbero, sono stati introdotti altri descrittori acustici per la valutazione della qualità del parlato all'interno delle aule.

Si prevede pertanto l'utilizzo di materiali fonoassorbenti all'interno delle aule, posizionati in maniera da ridurre il rumore di fondo dovuto alla riverberazione del segnale sonoro (in genere la voce dell'insegnante) e lasciando libere le aree dove la riflessione dello stesso possa comportare un aumento dell'intensità aiutando la comprensione del parlato anche agli ultimi banchi. Vista la modularità delle aule ed in particolare la loro versatilità, il progetto dovrà contemplare tutte le possibili configurazioni così da rendere l'ascolto delle lezioni sempre chiare e intellegibili.



Schema della riflessione sonora per il miglior ascolto del parlato agli ultimi banchi

9.12 Considerazioni relative alla rumorosità dovuta agli impianti

Come specificato nella norma UNI11367, devono essere valutati i rumori immessi negli ambienti abitativi di una unità immobiliare da un impianto a servizio di una differente unità immobiliare o a servizio dell'intero edificio. Il rispetto dei limiti prescritti sarà il risultato di un'attenta progettazione impiantistica che porterà alla scelta di macchinari, in particolare quelli di aereazione, riscaldamento e raffreddamento, con livelli di rumorosità ridotti. La progettazione impiantistica sarà accompagnata da una serie di accorgimenti progettuali. In fase progettuale, una volta dimensionati gli impianti e scelti i macchinari, sarà sufficiente curare una serie di dettagli di cui se ne riportano alcuni a seguire.

9.13 Criteri generali da osservare durante la costruzione dell'edificio

Qui di seguito vengono riportate, in via del tutto generale, alcune modalità di posa da evitare o da rispettare durante la costruzione dell'edificio di progetto.

Modalità da evitare

- Passaggi di canalizzazioni invase dal rumore in ambienti da mantenere silenziosi
- Impianti ad aria ad alta velocità
- Raccordi a spigolo vivo, labbri taglienti rivolti al flusso di liquidi e gas
- Installazione di compressori, motori elettrici o simili appoggiati semplicemente su un solaio sovrastante locali abitati
- Utilizzo di ventilatori o pompe che lavorino lontani dal punto ottimale previsto
- Utilizzo di tubazioni o canali troppo piccoli

- Utilizzo di rubinetteria di bassa qualità

Modalità da rispettare

- Impiego di canalizzazioni circolari anziché quadrate
- Coibentazione dei condotti e delle tubazioni
- Rivestimento della coibentazione esterna con uno strato di materiale ad alta densità
- Installazione dei motori, compressori, ecc. su basi d'inerzia opportunamente sospese
- Riduzione delle propagazioni per via strutturale con opportuni manicotti e snodi
- Utilizzo di componenti certificati con validi dati di emissione acustica
- Utilizzo di sistemi a regolazione graduale invece di sistemi ad intermittenza
- Installazione di tutti i macchinari in locali a ciò predisposti dotati di buon isolamento acustico

9.14 Impianti a funzionamento discontinuo

Impianto idraulico

La rumorosità dell'impianto idraulico proviene dalle tubazioni, dalla rubinetteria e dagli apparecchi sanitari e in particolare durante le fasi di:

- alimentazione e scarico dell'acqua
- funzionamento degli apparecchi

La rete delle tubazioni, fissata alle opere murarie, è collegata ai rubinetti e agli apparecchi sanitari ed è generalmente soggetta alle vibrazioni generate dalle pompe e dalle variazioni di pressione dell'acqua che si trasmettono alle partizioni edili generando rumore in tutti gli ambienti del fabbricato che attraversano. La rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumenta con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua per cui è prevista l'installazione di idonei riduttori di pressione all'entrata di ogni unità abitativa. Poiché, inoltre, la brusca chiusura può generare un "colpo d'ariete" rumoroso, è bene prevedere l'installazione di idonei ammortizzatori sui tratti lunghi delle tubazioni. Per evitare fischi e ronzii delle tubazioni e delle valvole la velocità dell'acqua dovrà essere il più possibile contenuta.

Tutte le curve a gomito che possono generare turbolenze dell'acqua e quindi rumori dovranno essere di raggio adeguato e i collari degli ancoraggi metallici alle murature che si stringono attorno alle tubazioni è bene guarnirli con materiali elastici. I fori di pareti o di solai in cui passano le tubazioni dovranno infine essere accuratamente sigillati per evitare che il rumore si propaghi attraverso le fessure.

Per ridurre, inoltre, il rumore da gorgoglio generato dallo svuotamento dell'acqua presente nel sifone a causa della depressione da scarico e della ventilazione insufficiente, dovrà essere realizzata una idonea ventilazione dell'impianto di scarico.

Ascensori e/o montacarichi

La rumorosità degli ascensori deriva essenzialmente da:

- rumorosità prodotta dagli organi di sollevamento (situati o in cima o alla base del pozzetto)
- rumorosità di scorrimento della cabina sulle guide
- rumori impulsivi generati dagli organi elettromeccanici di controllo dell'ascensore e delle porte ai piani

Il rumore dell'ascensore si propaga più per via solida (vibrazioni tramesse nelle strutture murarie) che per via aerea. E' possibile eliminare alla fonte tali sorgenti di rumore impiegando componenti moderni di qualità, installando le macchine in un ambiente idoneo insonorizzato e su una adeguata base inerziale sospesa elasticamente. Le guide di scorrimento dovranno possibilmente incorporare materiali resilienti e in ogni caso non dovranno dar luogo ad eccessivi "giochi". Gli organi meccanici situati ai piani dovranno funzionare senza scatti mediante l'utilizzo di opportuni sensori, mentre eventuali porte ad apertura automatica saranno dotate di appositi dispositivi antirumore.

Altro accorgimento importante consiste nel disporre tutta la pavimentazione della sala macchine su massetto galleggiante e nell'isolare idoneamente le pareti ed il soffitto del vano tecnico in cui è posta la macchina.

9.15 Impianti a funzionamento continuo

Impianti di aerazione, riscaldamento e condizionamento

La trasmissione dei rumori di queste tipologie di impianti avviene sia per via aerea (tramite i divisori e attraverso i condotti aeraulici), sia per il propagarsi delle vibrazioni che gli impianti trasmettono

direttamente alle partizioni edili su cui appoggiano o a cui sono collegati e alle vibrazioni trasmesse alla rete delle tubazioni. In generale, negli impianti di riscaldamento le sorgenti sono costituite ad esempio dalla caldaia, dalla pompa e dai collegamenti alla struttura muraria dell'impianto di distribuzione dove si generano vibrazioni che si trasmettono direttamente a pareti e solai mentre per via aerea si trasmette il rumore causato dal bruciatore all'innesco e durante l'esercizio e il rumore degli organi della pompa in rotazione. Le vibrazioni della caldaia e della pompa si trasmettono velocemente e a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto che si dirama in tutto il fabbricato per cui dovranno appoggiare su appositi supporti antivibranti.

Il rumore di tipo vibrazionale verrà controllato poggiando tutti i macchinari su appositi supporti antivibranti e desolidarizzando i vari condotti tramite collari tali da smorzare il propagarsi delle vibrazioni. Non essendo presenti inoltre macchinari in adiacenza ad aule o uffici, il rumore per via aerea all'interno degli ambienti sensibili avverrà quasi unicamente tramite i condotti e per via delle ventole di aereazione. A tal proposito in fase di progettazione esecutiva sarà sufficiente utilizzare ventole di aereazione silenziose e condotti tali da non propagare il rumore all'interno dell'istituto, ad esempio utilizzando appositi rivestimenti interni.

Sarà inoltre importante curare il layout degli impianti per evitare che questi compromettano l'efficacia delle partizioni di progetto previste (ad esempio per via di forature) e fenomeni di *cross talk* spesso presenti in questo tipo di edifici.

Impianto elettrico

Gli impianti elettrici degli edifici in genere non producono una rumorosità significativa da imporre particolari precauzioni di isolamento ed in genere è sufficiente avere l'accortezza di evitare di contrapporre le scatole elettriche e gli interruttori elettrici nella stessa parete in modo da non avvertire il rumore di accensione o spegnimento degli stessi e la generazione di ponti acustici di notevole entità.

Verrà, in ogni caso, sempre realizzato il completo riempimento dell'intercapedine così da ridurre tali penalizzazioni. In generale scatole e interruttori elettrici è meglio evitare di porli nelle pareti più sensibili al fine della verifica dei requisiti passivi quali ad esempio le pareti di separazione tra le varie aule o tra i diversi uffici e grazie alla

presenza delle librerie sarà possibile installarle senza produrre alcun foro nelle pareti divisorie.

Per quanto riguarda l'installazione fissa di apparecchi particolari suscettibile di trasferire vibrazioni si dovrà provvedere invece al montaggio su appoggi elastici. Ad ogni modo l'illuminazione dovrà evitare di forare il controsoffitto così da non creare importanti ponti acustici.

9.16 Conclusioni

Il progetto di Scuola proposto, sebbene sia in fase definitiva, è già strutturato in maniera da ottemperare ai limiti di legge previsti dalla normativa vigente. Durante la fase di progettazione esecutiva sarà dunque possibile dettagliare compiutamente quanto descritto nelle pagine precedenti, auspicando un dialogo tra tutte le parti in gioco, da quella architettonica a quella impiantistica.

In fase esecutiva l'attenzione al requisito acustico non comporterà quindi, come spesso accade, stravolgimenti progettuali tali da comportare modifiche tecniche, estetiche e funzionali del progetto. L'obiettivo è stato quindi quello di sposare le esigenze architettoniche innovative e non ancora usuali per questo tipo di edifici con le prescrizioni normative, spesso legate a concezioni di edificio più "classiche".

10. Indicazione della spesa sommaria degli impianti

Nello sviluppo dell'indicazione della spesa sommaria relativa agli impianti si è fatto riferimento ai prezzi riportati nella tariffa della Regione Sicilia 2013 per tutte quelle lavorazioni di cui è stato possibile rilevare, già in questa fase, le relative quantità con adeguata approssimazione. Laddove mancanti, ci si è riferiti ai prezzi di Prezzari ufficiali emanati da altre Amministrazioni Regionali opportunamente rapportati a quelli della Regione Sicilia.

Invece, per le altre lavorazioni per le quali è imprescindibile un ulteriore approfondimento da effettuare nelle successive fasi di progettazione (progetto Definitivo ed Esecutivo), ci si è riferiti a costi parametrici di categorie di lavorazione similari inerenti ad edifici della stessa tipologia di quello in oggetto.

Lavorazioni comuni		Categorie di Lavorazioni		Sottocategorie		Quantità	Unità di Misura	Importo unitario [€]	Percentuale Manodopera	Importo Manodopera	Percentuale costi sicurezza	Importo costi sicurezza	Importo totale [€]
	Cabina di trasformazione (MT/bt), G.E. e UPS					1	a corpo	68000	12	8160	0,5	340	68000
	Impianti di climatizzazione estiva ed invernale					2	cadauno	50000	5	5000	0,4	400	100000
	Sonde Geotermiche					1	a corpo	240000	15	36000	0,8	1920	240000
	Illuminazione esterna					1	a corpo	47000	12	5640	0,5	235	47000
	Impianto di videosorveglianza					1	a corpo	35000	15	5250	0,3	105	35000
	Impianto fotovoltaico					1	a corpo	167000	15	25050	0,7	1169	167000
	Impianto solare termico					1	a corpo	25000	15	3750	0,6	150	25000
	Impianto antincendio					1	a corpo	68500	20	13700	0,4	274	68500
	Regolazione e Supervisione					1	a corpo	60000	5	3000	0,5	300	60000
	Impianto di protezione e rete di terra					1	a corpo	25000	15	3750	0,5	125	25000
										109300		5018	835500

Scuola dell'infanzia		Categorie di Lavorazioni		Sottocategorie		Quantità	Unità di Misura	Importo unitario [€]	Percentuale Manodopera	Importo Manodopera	Percentuale costi sicurezza	Importo costi sicurezza	Importo totale [€]
	Impianti di climatizzazione estiva ed invernale					1	cadauno	35000	5	1750	0,4	140	35000
	Pannelli radianti					700	m ²	75	16	8400	0,5	262,5	52500
	Unità di ventilazione					4	cadauno	6000	10	2400	0,8	192	24000
	Rete di Distribuzione B.T.					1	a corpo	55000	20	11000	1,0	550	55000
	Illuminazione interna					75	cadauno	250	8	1500	0,5	93,75	18750
	Illuminazione di emergenza					1	a corpo	7500	5	375	0,5	37,5	7500
	Impianti Speciali					1	a corpo	20000	15	3000	0,5	100	20000
	Impianti idrico sanitari					16	cadauno	180	40	1152	0,4	11,52	2880
										29577		1387	215630