

2. RELAZIONE TECNICA

2.1. Normativa di settore applicata	3
2.2. Caratteristiche tecniche e costruttive dell'opera e protezione sismica	5
2.3. Dimensionamento dell'intervento	18
2.4. Verifica degli standard urbanistici, dimensionali e funzionali	21
2.4.1 Principi sulla sicurezza antincendio	23
2.4.2 Eliminazione delle barriere architettoniche	28
2.5. Cubature e le superfici utili	30
2.6. Dotazione di verde e parcheggi	30
2.7. Impianti tecnici e tecnologici	31
2.7.1 Aspetti tecnici	31
2.7.2 Aspetti tecnologici	33

2.1 Normativa di settore applicata

- Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 - Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica;
- Decreto Ministeriale 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica";
- Decreto Ministeriale 12 maggio 2016 "Prescrizioni per l'attuazione, con scadenze differenziate, delle vigenti normative in materia di prevenzione degli incendi per l'edilizia scolastica";
-
- Piano di Recupero Piazza Plebiscito – Via Annunziata – Via d’Afflito, adottato con delibera del Consiglio Comunale n.239 del 20 maggio del 1988 e approvato con Decreto del Presidente di Giunta Regionale il 3 agosto 1989 n.6088. Variante al Piano approvata con Delibera di C.C. n.62 del 2 agosto 2008;
- PUC della Città di Ariano Irpino, approvato con Decreto del Presidente della Provincia di Avellino n. 01 del 22.03.2010 (pubblicato sul BURC n.34 del 03.05.2010) - ZONA A1 (Centro storico);
- Decreto legislativo n. 81/2008 , 106/2009 e s.m.i.;
- Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 relativo alle norme tecniche di edilizia scolastica;
- Decreto Ministeriale n.37/2008 relativo agli impianti a servizio degli edifici;
- Le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari vigenti nella Regione Campania, nella Provincia di Avellino e nel Comune di Ariano Irpino;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato NORMATIVA DI RIFERIMENTO 15 30 cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (in seguito NTC 2008) di cui alla Gazzetta Ufficiale del 04/02/2008;
- Circolare n. 617 del 02.02.2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008" (in seguito NTC 2008 - Istruzioni), considerando che le opere da realizzare rientrano tra le costruzioni di classe d'uso IV (2.4.2. NTC 2008);
- Consiglio Superiore dei lavori Pubblici – istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 nonché secondo tutte norme UNI EN relative ai vari materiali impiegati nella realizzazione degli edifici;
- Ordinanza DPCM 3274 del 20 marzo 2003 così come integrata dalle ordinanze 3379 del 5 novembre 2004 e 3431 del 3 maggio 2005, relativa ai criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

- Decreto Ministeriale del 26 agosto 1992, “norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”;
- Decreto del Ministro dell’Interno del 26 giugno del 1984 e s.m.i. “omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi”;
- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011, “regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’Art. 49, comma 4 quater, del D.L. n.78 del 31 maggio 2010 convertito con modificazioni dalla L. n. 122 del 30 luglio 2010;
- Decreto Ministeriale 10 marzo 1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro;
- Regio Decreto n.773 del 18 giugno 1931 “Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza”;
- EUROCODICE 5 “Progettazione delle strutture in legno” parte 1.1.: regole generali e per gli edifici;
- EUROCODICE 8 “Design of structures for earthquake resistance General rules, seismic actions and rules for buildings”;
- Le leggi, i decreti, le norme ed i regolamenti inerenti la prestazione energetica agli edifici, in particolare le norme vigenti in Regione Campania;
- Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia (Legge 10/1991 e s.m.i.);
- Determinazioni inerenti la certificazione energetica degli edifici in attuazione del D.Lgs.192/2005;
- DPCM del 5.12.97 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”;
- Le leggi, i decreti, le norme ed i regolamenti inerenti l’eliminazione ed il superamento delle barriere architettoniche (DPR 503/96 e DM 236/89), comprese quelle per i non/ipo vedenti;
- Decreto Legge 21 giugno 2013 n.69 convertito con modificazioni dalla Legge n.98 del 09/08/2013 di cui alla Gazzetta Ufficiale n. 194 del 20/08/2013 in vigore da 21/08/2013; • Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati e omogenei sul territorio nazionale;
- Linee guida pubblicate dal MIUR - aprile 2013. • Legge 107/2015 commi 153 – 158;
- Ministero della Giustizia - Decreto Ministeriale del 17 Giugno 2016 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 174 del 27 luglio 2016;
- Esecuzione del servizio in termini controllo e monitoraggio degli elaborati - BIM.

2.2 Caratteristiche tecniche e costruttive dell'opera e protezione sismica

Premessa

Gli ultimi tre decenni, caratterizzati da eventi sismici di notevole entità come Northridge (1994), Chile (2010) e New Zealand (2011), hanno evidenziato alla comunità scientifica i pregi e le limitazioni delle tipologie strutturali realizzate con gli **attuali criteri di progettazione**. Nonostante l'importante obiettivo di minimizzare il rischio di perdita di vita umana, dovuto a collassi strutturali sia stato raggiunto, le evidenze post-terremoto hanno messo in risalto le grandissime limitazioni di tali strutture per quanto riguarda l'economicità degli interventi a seguito del sisma. Di fatto, le strutture attuali sono generalmente concepite per resistere al sisma attraverso un **danneggiamento diffuso** e senza un riferimento esplicito all'interazione tra la struttura e gli elementi non-strutturali.

L'esito di tale filosofia di progettazione può essere ben descritto da quanto accaduto a **Christchurch (Nuova Zelanda) a seguito del terremoto del 2011**. Le strutture neozelandesi, concettualmente identiche a quelle italiane, per quanto siano state in grado di rispondere al sisma con un numero estremamente limitato di collassi strutturali, hanno presentato danneggiamenti strutturali tali da portare alla **demolizione quasi il 60% dell'edificato della città**. Inoltre, una delle più importanti evidenze derivanti da tale catastrofe naturale è connessa ai costi di riparazione delle **componenti non-strutturali**, le quali, usualmente non esplicitamente considerate in procedure di progettazione, sono risultate essere una voce preponderante dell'intervento di riparazione post-sisma, raggiungendo fino al **70% dei costi totali**. Nasce così, negli Stati Uniti, Giappone e Nuova Zelanda, una nuova pratica progettuale: *Damage Resisting Structures*. Tale metodo di progettazione mira tanto alla minimizzazione e localizzazione del danno, quanto ad un'analisi d'insieme dell'edificio, che dia particolare attenzione alla voce di costo rappresentata dal danneggiamento delle componenti non strutturali.

In tale contesto si sviluppa la **progettazione dell'edificio in oggetto**, sito ad Ariano Irpino. L'elevatissima sismicità del sito di progetto e l'obiettivo dichiarato di analizzare la struttura nel suo complesso, dando particolare attenzione alla minimizzazione del danno e dei rischi per la salvaguardia della vita umana, connessi alle componenti non strutturali, hanno permesso di definire gli obiettivi della progettazione in: 1) **Ground motion filtering** (riduzione dell'input sismico); 2) **Reduction of floor spectra** (riduzione delle accelerazione di piano - protezione delle componenti non strutturali) ; 3) **Structural damage localization** (localizzazione del danneggiamento strutturale - sacrificial fuses, facilmente raggiungibili e sostituibili a seguito del sisma di progetto). I molteplici obiettivi hanno quindi suggerito l'adozione di un sistema sismo-resistente misto, ispirato alle pratiche progettuali estremamente avanzate e codificate (ASCE 7-16, ASCE 41, FEMA P-58, FEMA E-74) degli Stati Uniti e (NZS3101-2006) della Nuova Zelanda, che si concretizza nell'uso combinato di Isolamento Sismico e della tecnologia strutturale all'avanguardia PRESSS-Lam.

In parallelo all'adozione di sistemi all'avanguardia per la protezione sismica, ulteriori obiettivi che hanno ispirato e guidato la progettazione riguardano: 4) **Riduzione delle tempistiche di esecuzione**; 5) **Leggerezza e durabilità del sistema strutturale tramite l'adozione di soluzioni costruttive avanzate**. L'insieme degli obiettivi di progettazione, sviluppati già in questa fase ad un livello molto spinto, si concretizzano in una serie di soluzioni innovative le cui caratteristiche salienti si possono così riassumere:

- Sistema di protezione passiva su **isolatori sismici a pendolo scorrevole**;
- **Piastra** in calcestruzzo alleggerito "**post-compressa**" con cavi monotrefolo per lavorare su grandi luci;
- Sovrastruttura con sistema sismo-resistente costituito di setti in legno accoppiati a cavi in acciaio armonico e barre di acciaio con funzione di dissipatori sostituibili (**tecnologia PRESSS-Lam**);
- Impalcati realizzati a secco con tavolati **X-Lam** a doppia orditura capaci anch'essi di lavorare su grandi luci.

L'abbinamento di queste tecnologie, consente di operare una netta suddivisione verticale dell'edificio, in due parti: il piano degli isolatori sismici, infatti, separa dal punto di vista del comportamento sismico il volume interrato che ospita la palestra dalla "sovrastuttura" contenente le aule e i laboratori.

Il sistema di isolamento

L'isolamento sismico rappresenta uno dei più efficaci sistemi di protezione sismica, basti notare il grado di diffusione di tale tecnologia in Giappone ed in California, paesi dal rischio sismico estremamente elevato e caratterizzati dal massimo grado di avanguardia per quanto concerne la protezione sismica degli edifici. L'isolamento sismico per il progetto del Polo Scolastico di Eccellenza Alberghiero ed Agroalimentare, previsto in testa a grossi pilastri all'intradosso dell'impalcato di copertura della palestra, ha il fondamentale obiettivo di filtrare gran parte del segnale sismico, riducendo in maniera drastica le accelerazioni trasferite alla sovrastuttura, come si evince dalle analisi dinamiche non lineari effettuate per il sistema di isolamento (Vedi figure 1 e 2). Il fondamentale beneficio derivante dall'adozione di tale sistema di protezione sismica è rappresentato non solo da un significativo snellimento degli elementi della sovrastuttura, chiamati ora a sostenere solo una frazione delle accelerazioni indotte dal sisma, ma anche di una notevole riduzione delle accelerazioni di piano (Vedi Figura), che determina una protezione sismica delle componenti non strutturali e che di fatto contribuisce alla **minimizzazione di possibili costi d'intervento post-sisma**.

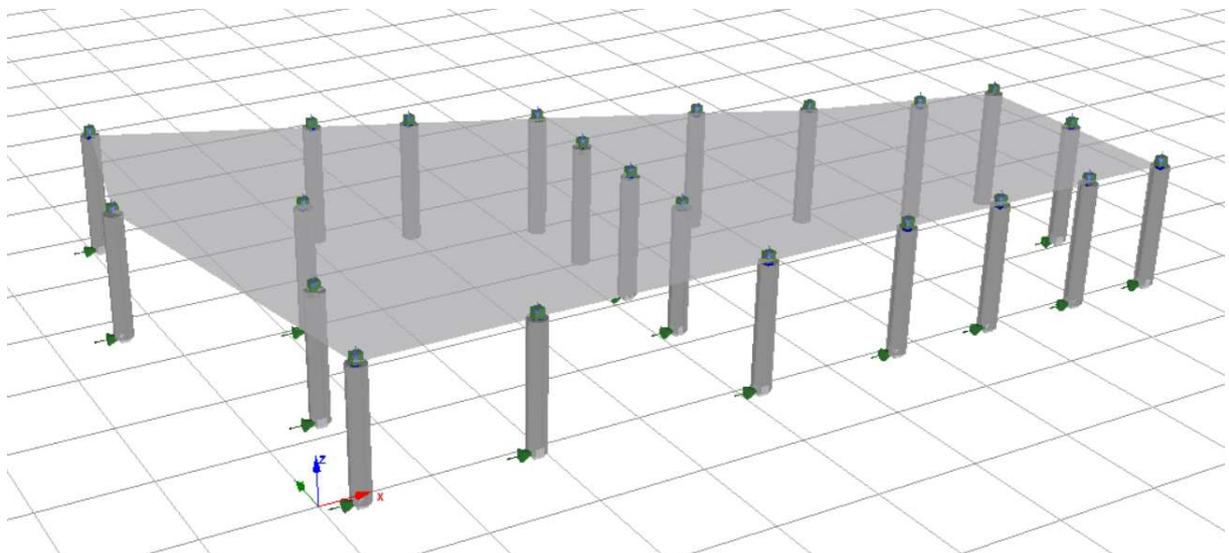


Figura 1: Analisi dinamiche non-lineari sistema di isolamento

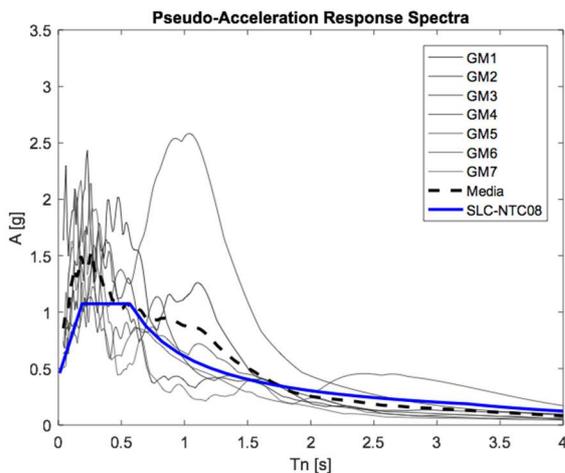


Figura 1: Scelta degli accelerogrammi spettro-compatibili

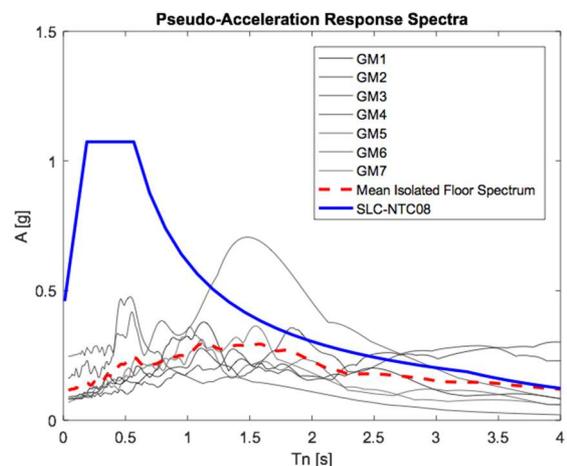


Figura 2: Riduzione delle accelerazioni di piano

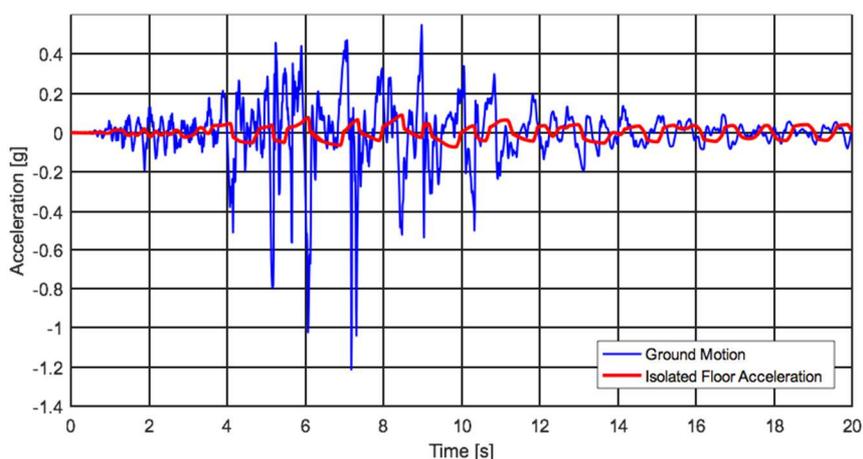


Figura 3: ground motion filtering [riduzione input sismico tramite isolamento]

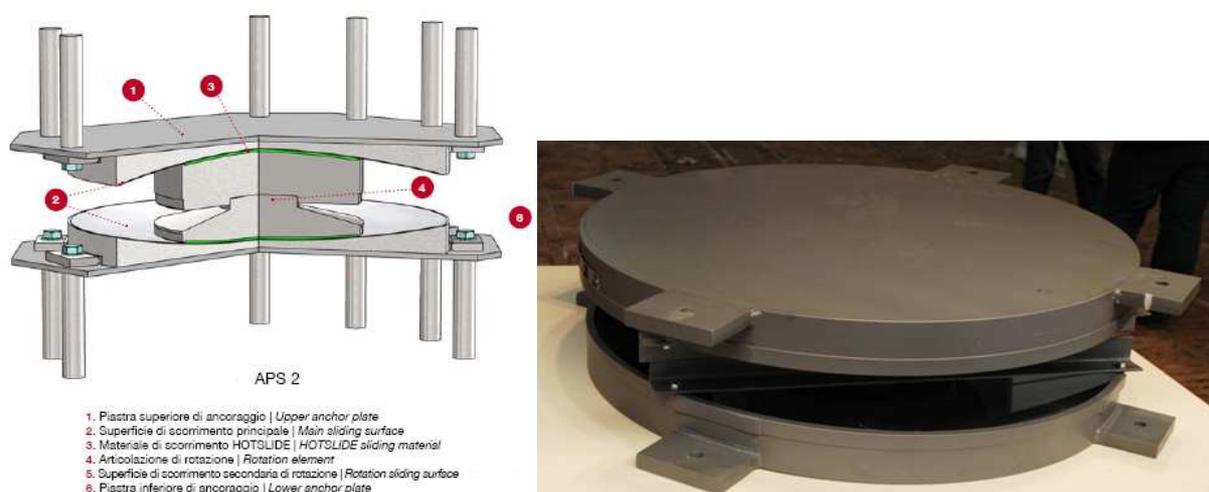


Figura 4: Isolatore a triplo pendolo scorrevole [schema e foto]

1. Piastra superiore di ancoraggio | Upper anchor plate
2. Superficie di scorrimento principale | Main sliding surface
3. Materiale di scorrimento HOTSLSIDE | HOTSLSIDE sliding material
4. Articolazione di rotazione | Rotation element
5. Superficie di scorrimento secondaria di rotazione | Rotation sliding surface
6. Piastra inferiore di ancoraggio | Lower anchor plate

A differenza degli isolatori elastomerici, gli isolatori a pendolo scorrevole non sono soggetti a fenomeni di invecchiamento: per tale ragione non sono richieste ispezioni periodiche che ne verifichino la funzionalità. In seguito ad un evento sismico gli isolatori possono risultare danneggiati e/o presentare spostamenti residui. Quest'ultimo problema è risolto grazie alla funzionalità stessa dell'isolatore a pendolo scorrevole, in grado di generare la forza di richiamo per il ricentraggio della struttura attraverso l'azione della gravità.

Piastra post-compressa in calcestruzzo alleggerito

La logica dell'intervento proposto è caratterizzata dall'intento di fornire alla Committenza un complesso edilizio caratterizzato da un'ampia fruibilità degli spazi, la massima durabilità degli elementi edilizi e la facile manutenibilità nel rispetto dei limiti dimensionali imposti dal piano-volumetrico a base di gara. In tale ottica si propone, per l'impalcato che funge da copertura della palestra e dei locali accessibili da via D'Afflito, la realizzazione di un'unica grande piastra in c.a. dello spessore di 95 cm, poggiate sui sottostanti 22 pilastri circolari sormontati dagli isolatori.

Tale piastra deve essere in grado di funzionare sulle ampie luci necessarie per coprire il sottostante volume occupato dalla palestra (fino a 29 m) e di fungere da piano di appoggio per l'intera sovrastruttura con ingresso da via Mancini. Il limitato spessore della piastra, apparentemente esiguo per le luci da coprire, è reso possibile dal ricorso ad un calcestruzzo alleggerito ad alta resistenza e dal processo di post-compressione a cavi scorrevoli a cui verrà sottoposto l'impalcato stesso a getto avvenuto. Tale tecnologia, adottata principalmente in opere civili, è recentemente applicata con

particolare successo anche in ambito edilizio, soprattutto nei paesi anglosassoni, proprio per gli innumerevoli vantaggi che essa apporta al processo edilizio e che di seguito brevemente si illustrano.



Figura 5: Solaio con cavi scorrevoli

Il sistema di post-tensione mediante cavi scorrevoli monotrefoli viene realizzato mediante l'utilizzo di trefoli del diametro 0,6" (15,7 mm) con sezione compatta di 165 mm². I trefoli sono protetti da una sostanza grassa lubrificante e sono racchiusi in una guaina estrusa in plastica. Questo rivestimento di grasso e plastica rappresenta di fatto una doppia protezione alla corrosione e allo stesso tempo impedisce al trefolo di aderire al calcestruzzo nel quale è inglobato. La guaina di plastica è formata da polietilene con uno spessore di circa 1,5 mm e per garantire la protezione alla corrosione, anche in ambienti molto aggressivi, sono utilizzati degli speciali tubetti per giuntare la guaina all'ancoraggio, e ogni singolo ancoraggio è dotato di un cappuccio di protezione.

Ulteriore obiettivo delle tecniche di post-tensione è quello di limitare perdite d'attrito, obiettivo che si concretizza in parte con il sistema di lubrificazione applicato al trefolo ed in parte tramite la scelta di acciai a basso rilassamento che mantengono inalterato nel tempo il carico di tesatura conferito in fase iniziale, con perdite dell'ordine del 4% a tempo infinito.

I trefoli, una volta tesati, vengono ancorati con delle piastre che fanno contrasto sulla matrice di calcestruzzo della soletta in c.a. e sono composte da una piastra di ripartizione ispezionabile e una sede troncoconica di alloggiamento di un morsetto di bloccaggio del cavo.

L'effetto della post-compressione su una struttura in c.a. può essere rappresentato da un sistema di forze, applicato alla struttura stessa, che si configurano come forze esterne in equilibrio tra loro.

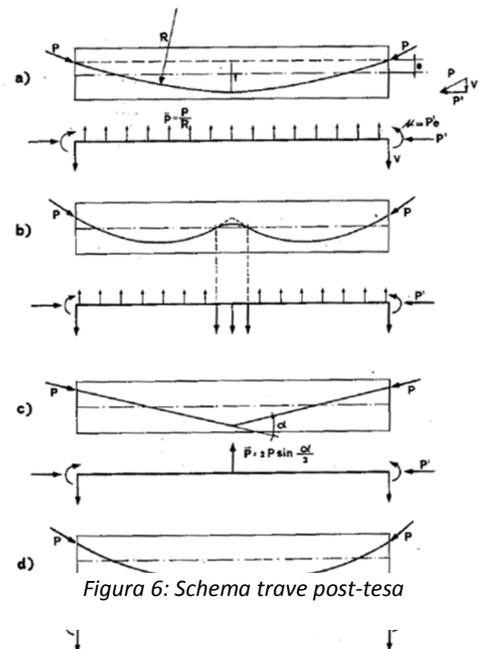


Figura 6: Schema trave post-tesa

Il principale vantaggio derivante dalla post-tensione, dosando opportunamente gli sforzi di compressione in funzione dei limiti normativi e delle caratteristiche di resistenza del cls utilizzato, consiste nell'evitare lo sviluppo di tensioni di trazione tali da far sviluppare fessurazione negli elementi strutturali interessati, con benefici in termini di durabilità e sicurezza per l'intera opera. Tuttavia sono numerosi i vantaggi secondari, tecnici ed economici, che derivano dall'utilizzo di tale tecnologia rispetto all'utilizzo di piastre in c.a. con armature lente. Di seguito si riassumono brevemente:

- *considerevole risparmio delle quantità di calcestruzzo e di acciaio che deriva dalla riduzione delle sezioni trasversali;*
- *riduzione delle deformazioni flessionali;*

- *riduzione e/o eliminazione della fessurazione, con conseguente impermeabilizzazione ed eccellente protezione delle armature contro la corrosione;*
- *stato limite di esercizio quasi inalterato, anche dopo un considerevole sovraccarico accidentale, poiché le fessure si richiudono una volta esaurito il carico;*
- *alta resistenza alla fatica;*
- *campate con luci maggiori e maggiore flessibilità;*
- *minor peso strutturale ha conseguenze benefiche sulle strutture di fondazione e sulla risposta sismica;*
- *l'impalcato è perfettamente piano senza sottosporgenze e mantiene la planarità per l'assenza di fenomeni di fluage flessionale;*
- *la forabilità risulta essere estremamente elevata in fase di progettazione, ma anche in fase di successiva a patto di non tagliare i cavi;*
- *con alcuni particolari la foratura può essere estesa anche alle zone in asse e in prossimità dei pilastri;*
- *normalmente con questo tipo di strutture il coefficiente di sicurezza ottenuto è ben maggiore di quello ottenuto con le strutture tradizionali: ciò fa sì che la realizzazione della struttura sia poco sensibile alle imprecisioni di costruzione;*

Per quanto riguarda le metodologie realizzative, si prevede la cassetta di tipo modulare con altissimi livelli di resa (calcolati in mq al giorno) e il sostegno della struttura non ancora performante con precisi schemi di puntellamento posizionati in punti critici per la flessione della piastra. Con riguardo alla resa dei casseri, si sottolinea che la tecnologia della post tensione permette già dopo due giorni dal getto, di tendere i trefoli a circa il 60% della tesatura finale, in base all'aliquota di resistenza già raggiunta dal calcestruzzo, rendendo così la struttura di fatto autoportante. Di conseguenza si potranno rimuovere pannelli e puntelli, completando la tesatura al raggiungimento della resistenza prevista per il cls: ciò consente di garantire una stretta interazione tra il concetto di disarmo anticipato e di post-tensione e di rendere ancora più serrate le tempistiche di produzione.

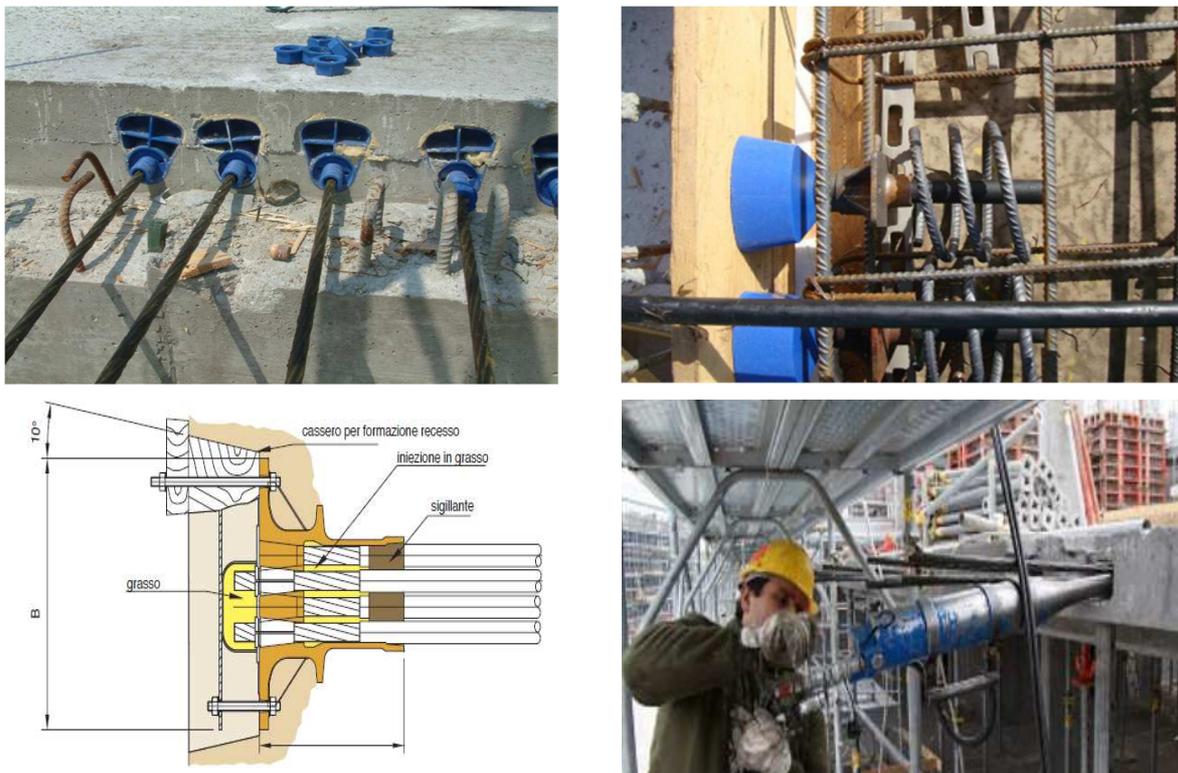


Figura 7: Dettagli costruttivi sistema post-compresso

Gli elementi sismo-resistenti della sovrastruttura

L'obiettivo di progettazione della sovrastruttura mira alla rarefazione delle strutture verticali e orizzontali ed è caratterizzata dall'identificazione di due distinti sistemi strutturali per la risposta ai carichi orizzontali e verticali. Per quanto concerne i carichi orizzontali, **l'isolamento sismico garantisce la significativa riduzione della domanda di spostamento e di accelerazione sull'edificio**, che tuttavia non è completamente inibita; in tale contesto si inserisce un numero limitato di setti in legno di tecnologia **PRESSS-Lam** (Figura 8). Il sistema strutturale PRESSS (*PREcast Seismic Structural System*) nasce da una ricerca condotta presso l'Università della California San Diego e l'Università di Canterbury in Nuova Zelanda e si basa sulla possibilità di connettere elementi

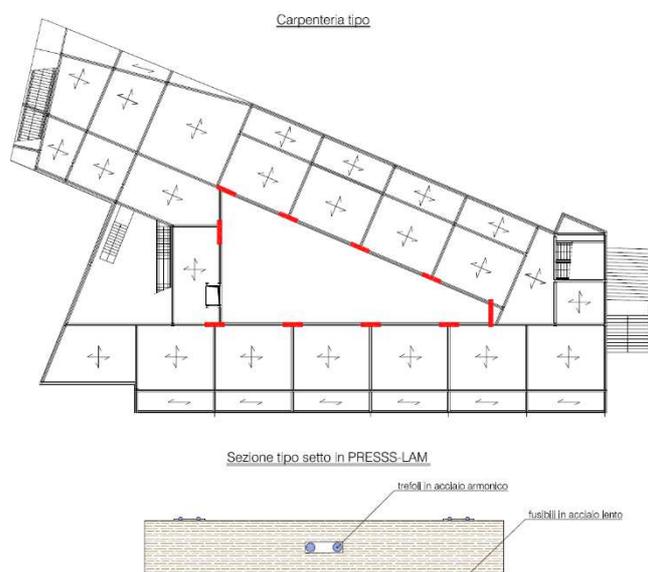


Figura 8: Carpenteria piano tipo con evidenziazione dei setti in PRESSS-Lam

strutturali prefabbricati in c.a.p. e c.a.v (vedi Figura 9) tramite tecniche di precompressione tipiche del cemento armato. I cavi/trefoli di post-tensione sono lasciati non-aderenti, in modo da agire da richiamo elastico per l'intero sistema strutturale, garantendo di fatto il ricentramento a seguito del sisma. Il meccanismo sismo-resistente è basato su un moto di dondolamento (rocking) all'interfaccia delle connessioni, senza che ciò comporti alcun danneggiamento agli elementi strutturali stessi (vedi Figura 10 e Figura 11). A seguito del sisma, per tali sistemi strutturali, il danneggiamento è interamente concentrato in elementi sacrificali, composti da armatura ordinaria o lenta, posti in corrispondenza delle connessioni sotto-piastra. Tali elementi (in gergo plug&play) sono caratterizzati da una grande semplicità di montaggio e di smontaggio, permettendo quindi un'agile sostituzione a seguito dell'evento sismico.

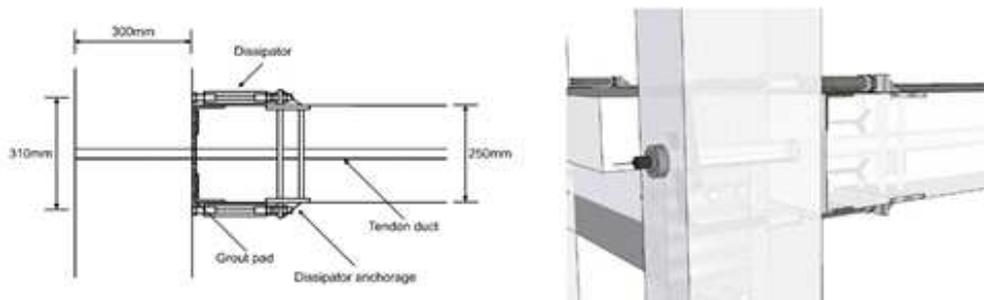


Figura 9: Schema di connessione trave-colonna durante un test su edifici

		Earthquake performance level			
		Fully operational	Operational	Life safe	Near collapse
		REPAIRABLE		NON REPAIRABLE	
Earthquake design level	Frequent (40 years)	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Occasional (100 years)	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Rare (550 years)	Acceptable	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Very rare (2500 years)	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Unacceptable

Current Performance Objective Matrix (modified from SEAOC, 1995).

Trave tradizionale in c.a.: SLU



Figura 10: danneggiamento trave tradizionale in c.a.

		Earthquake performance level			
		Fully operational	Operational	Life safe	Near collapse
		REPAIRABLE		NON REPAIRABLE	
Earthquake design level	Frequent (40 years)	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Occasional (100 years)	Acceptable	Marginal	Unacceptable	Unacceptable
	Rare (550 years)	Acceptable	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Very rare (2500 years)	Acceptable	Acceptable	Unacceptable	Unacceptable

Proposed modification to Performance Objective Matrix.

Sistema Ibrido PRESSS: SLU



Figura 11: Danneggiamento trave con sistema ibrido PRESSS-Lam

La versione di tale tecnologia strutturale che si intende adottare rappresenta un'evoluzione del sistema stesso, chiamato PRESSS-Lam, la quale pur condividendo lo stesso meccanismo resistente innanzi descritto, è caratterizzata dall'utilizzo di setti in legno (vedi Figura 12). Tale sistema tecnologico e costruttivo ha già trovato ampia diffusione ed utilizzo in Nuova Zelanda ed è normato dalla NZS3101-2006, alla quale si farà riferimento in fase di progettazione, in concomitanza alle norme nazionali, essendo una norma di comprovata affidabilità e standard superiori.

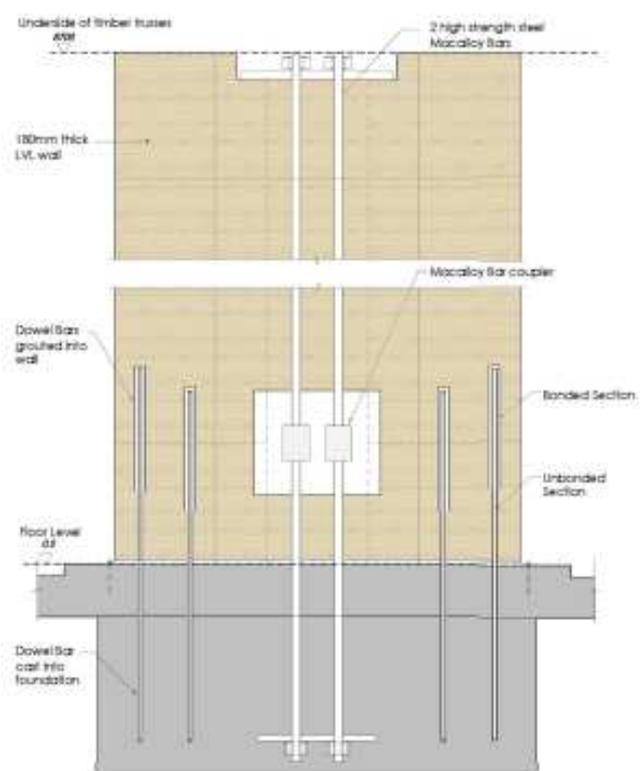


Figura 12: Dettagli di un muro in PRESSS-Lam

Per quanto concerne, invece i carichi gravitazionali, sostenuti da orizzontamenti misti in carpenteria metallica e solai in X-Lam, questi saranno principalmente assorbiti da colonne a gravità, inibite cioè al sostentamento di carichi da sisma. Tali colonne a gravità, saranno disconnesse dall'impalcato soprastante tramite una superficie metallica a basso coefficiente d'attrito (Figura 13). Tale configurazione delle colonne a gravità offrirà, tramite lo scorrimento relativo con l'impalcato soprastante e lo sviluppo delle forze d'attrito, una fonte aggiuntiva di dissipazione energetica, che contribuirà all'ulteriore riduzione degli spostamenti strutturali sotto sisma.

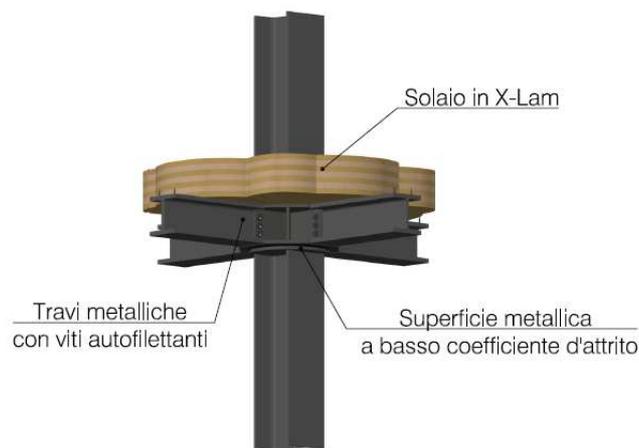


Figura 13: Dettaglio colonne a gravità

I solai in X-Lam

Il progetto prevede la realizzazione di impalcati costituiti da pannelli in legno lamellare a strati incrociati (X-Lam), poggianti su travi in acciaio. Tale tecnologia rende possibile la realizzazione di un solaio pieno di grandi luci caratterizzato da peso ridotto e da basso impatto ambientale. Gli impalcati di progetto sono dunque costituiti da pannelli X-Lam composti da sette strati di 34 mm cadauno, per un'altezza totale di 238 mm, poggianti su un reticolato di travi in carpenteria metallica che individua maglie il più possibile regolari e di luce massima di circa 8 m.



Figura 14: Solaio in X-Lam

L'uso della superficie come elemento strutturale richiede la capacità strutturale del materiale in tutte le direzioni del piano considerato; in particolar modo, in caso di sollecitazione perpendicolare al piano dell'elemento strutturale è necessaria la possibilità di distribuire il carico, tramite flessione e taglio, nelle due direzioni del piano dell'elemento. La tecnologia X-Lam rende possibile l'utilizzo di elementi strutturali lignei massicci, piani e di grandi dimensioni. Con questo materiale si può di fatto realizzare a tutti gli effetti un modello "a piastra" sfruttando le capacità portanti del legno lamellare nelle due direzioni principali secondo l'orientamento degli strati disposti in maniera ortogonale tra loro. Le prime applicazioni di questa tecnologia risalgono ai primi anni del 1900 in Inghilterra. Nel 2007 è stato realizzato a Londra un edificio di ben 9 piani, con struttura portante in pannelli X-Lam. A questo progetto ne sono seguiti diversi altri, che, insieme ad ulteriori lavori di sviluppo e ricerca in diversi paesi europei, hanno portato allo stato d'avanguardia della tecnica attuale.

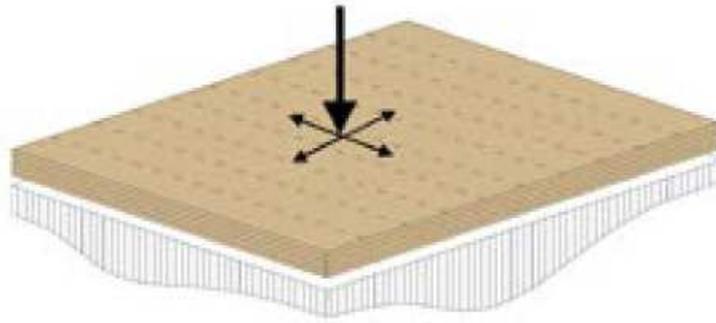


Figura 15: Modello bidimensionale

I pannelli di legno massiccio a strati incrociati X-Lam sono pannelli di grandi dimensioni, formati da più strati di tavole, sovrapposti ed incollati l'uno sull'altro in modo che la fibratura di ogni singolo strato sia ruotata nel piano del pannello di 90° rispetto agli strati adiacenti. La particolare disposizione dei pannelli e l'operazione di incollatura, consentono di ottenere un unico elemento monolitico e multistrato. L'incollatura strutturale, fatta con prodotti poliuretani monocomponenti che sfruttano la naturale umidità del legno, non rappresenta un indebolimento del sistema multistrato, ma rende i diversi strati di tavole collegati fra loro in modo rigido.

La dimensione di ciascun pannello è legata sostanzialmente al trasporto, per tale ragione l'elemento di piastra sarà formato da più pannelli uniti mediante giunti. Questi ultimi verranno concepiti e dimensionati in modo da garantire una sufficiente rigidità e resistenza tanto a flessione quanto a taglio.

Una fondamentale caratteristica dei pannelli in X-Lam è l'**elevatissima resistenza al fuoco** rispetto a quella che normalmente si assegna agli elementi costruttivi in legno, supera quella dell'acciaio e addirittura quella del calcestruzzo. Il legno è infatti un ottimo isolante che conduce il calore da 300 a 400 volte più lentamente rispetto all'acciaio, gli elementi si carbonizzano lentamente dalla superficie verso l'interno, e lo strato carbonizzato che filtra e riduce la conducibilità dell'elemento, evitando che l'ossigeno arrivi al legno intatto. Il processo di carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno, e il legno non ancora bruciato conserva comunque l'efficienza strutturale nonostante l'incremento della temperatura. Di fatto il raggiungimento della rottura avviene lentamente, solo quando la sezione utile non è più sufficiente a sopportare i carichi. Per quanto riguarda la velocità di carbonizzazione, per i pannelli in X-Lam si può calcolare che la resistenza media al fuoco di un pannello a 3 strati sia di 30 min, per un pannello a 5 strati si raggiungono i 60 min, mentre per pannelli più spessi (come quelli in progetto) si arriva anche a 90 min o più. In accordo con le richieste della normativa per la progettazione di strutture in condizioni di incendio si possono anche garantire resistenze maggiori (90 min, 120 min, etc.), che dipendono essenzialmente dallo spessore del pannello e dal numero di strati, oltre che dalla presenza di eventuali materiali protettivi. Ciò garantisce un intervallo di tempo durante il quale è possibile evacuare la struttura in totale sicurezza.

Oltre ai significativi vantaggi dal punto di vista della protezione dal fuoco, l'adozione degli impalcati in X-Lam consente di **contenere i pesi permanenti e di conseguenza le masse sismiche**, ottenendo grandi benefici sul comportamento sismico della sovrastruttura. Inoltre, tale soluzione consente il confezionamento in stabilimento di pannelli in legno lamellare, che verranno assemblati e montati successivamente in opera, **velocizzando e semplificando le lavorazioni all'interno del cantiere**. Infatti la caratteristica principale di questo sistema è legato alla movimentazione e al montaggio di strutture a lastre leggere e semplici da posizionare che non richiedono puntellatura e strutture provvisorie. Ciò comporta un **approccio sostenibile al cantiere**, in quanto **riduce fortemente il passaggio di mezzi pesanti all'interno del tessuto urbano**, necessari ad esempio per i getti in calcestruzzo. In conclusione, si è in grado di ottenere una sostanziale riduzione dei costi in quanto gli impianti per la messa in opera dei pannelli in X-Lam, molto più leggeri e quindi più gestibili rispetto a quelli in calcestruzzo armato, richiedono macchinari di minori dimensioni e conseguentemente meno costosi.

Stato di avanzamento della progettazione

L'elevato grado di sismicità del sito di progetto, la destinazione dell'edificio, la generale complessità dell'opera da realizzare, hanno suggerito, già in questa fase, lo sviluppo di uno studio di fattibilità avanzato delle opere strutturali, prossimo al livello di progettazione definitiva. Come illustrato nei precedenti paragrafi, sono stati sviluppati **modelli numerici di fattibilità** delle quattro componenti strutturali caratterizzanti l'opera:

- Sistema di isolamento;
- Piastra in calcestruzzo alleggerito "post-compressa";
- Sovrastruttura in tecnologia PRESSS-Lam;
- Impalcati in X-Lam.

Si è sviluppato infine un **modello globale preliminare**, mirato allo studio della massima efficienza d'interazione delle suddette quattro componenti cardine, nonché della massimizzazione della sicurezza strutturale. Questa approfondita analisi preliminare potrà consentire, in caso di aggiudicazione, un approccio più rapido e consapevole al successivo livello di progettazione.

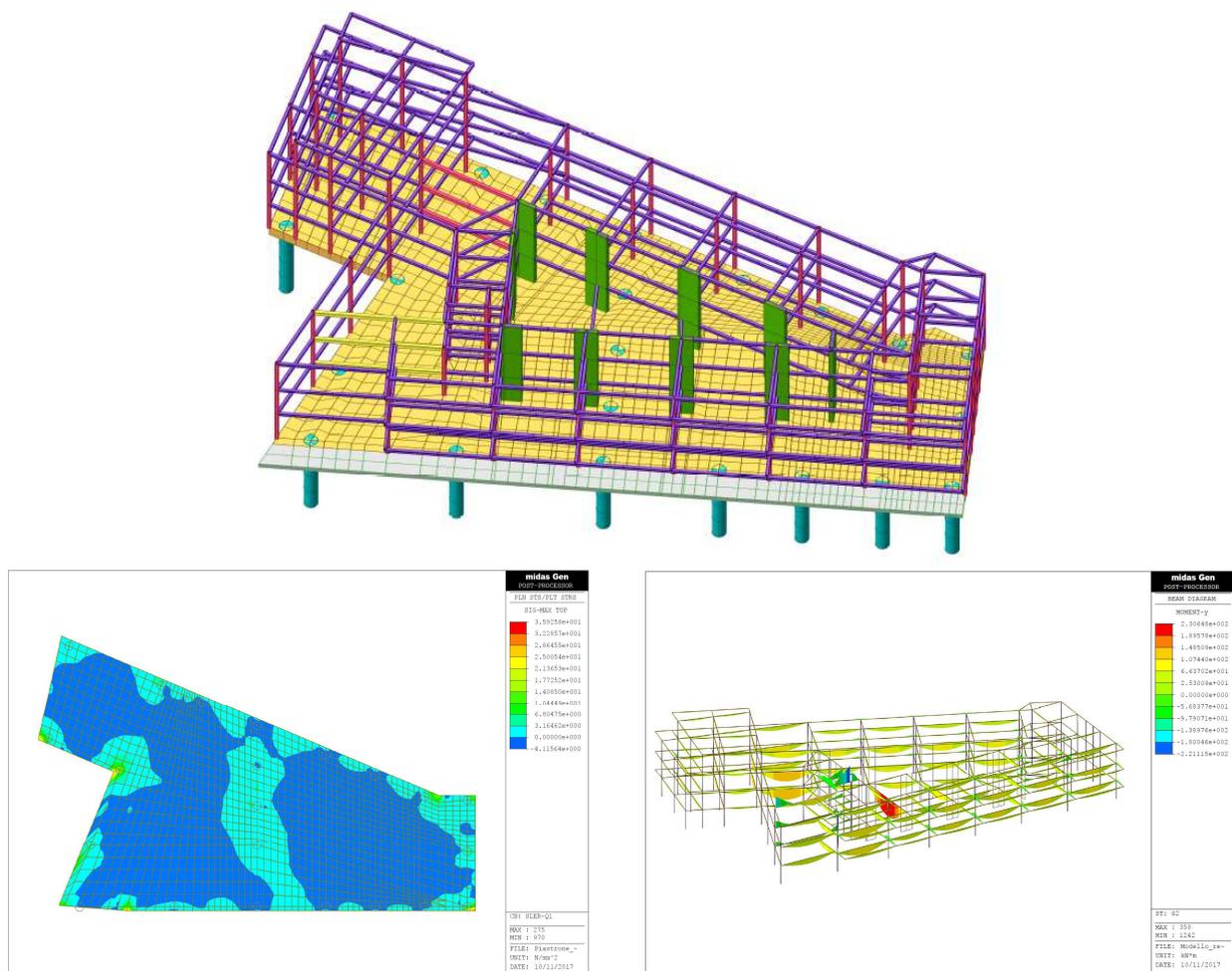


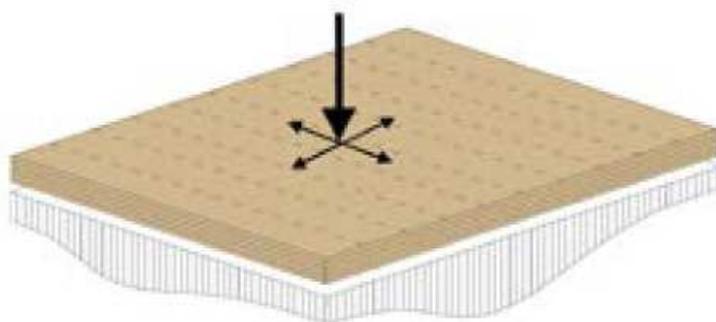
Figura 16: Vista 3D del modello globale, diagrammi delle tensioni, diagrammi dei momenti

I solai in X-Lam

Il progetto prevede la realizzazione di impalcati costituiti pannelli in legno lamellare a strati incrociati, cioè in X-Lam, poggianti su travi in acciaio. Tale tecnologia rende possibile la realizzazione di solaio pieno di grandi luci caratterizzato da peso ridotto e da basso impatto ambientale. Gli impalcati di progetto sono costituiti da pannelli X-Lam composti da sette strati di 34 mm cadauno, per un'altezza totale di 238 mm, poggianti su un reticolato di travi in carpenteria metallica che individua maglie il più possibile regolari e di luce massima di circa 8 m.



L'uso della superficie come elemento strutturale richiede la capacità strutturale del materiale in tutte le direzioni del piano considerato; in particolar modo, in caso di sollecitazione perpendicolare al piano dell'elemento strutturale è necessaria la possibilità di distribuire il carico, tramite flessione e taglio, nelle due direzioni del piano dell'elemento. La tecnologia X-Lam rende possibile l'utilizzo di elementi strutturali lignei massicci, piani e di grandi dimensioni. Con questo materiale si può di fatto realizzare a tutti gli effetti un modello "a piastra" sfruttando le capacità portanti del legno lamellare nelle due direzioni principali secondo l'orientamento degli strati disposti in maniera ortogonale tra loro.



L'X-Lam vede una prima diffusione in Austria e in Germania intorno agli anni '90. In Austria si può identificare all'origine dell'X-Lam un progetto di sviluppo e ricerca, realizzato presso l'Università di Graz, che portasse ad uno sfruttamento migliore delle risorse messe a disposizione dalla lavorazione del legno in segheria, realizzando elementi piani di grandi dimensioni. Nei primi anni del 1900 sono stati realizzati in Inghilterra i primi edifici multipiano con struttura in c.a., sfruttando la possibilità di realizzare elementi strutturali piani con questo materiale. Nel 2007 è stato realizzato a Londra un edificio con 9 piani di struttura portante di pannelli X-Lam. A questo progetto ne sono seguiti diversi altri, che, insieme ad altri lavori di sviluppo e ricerca in diversi paesi europei, hanno portato allo stato della tecnica attuale.

I pannelli di legno massiccio a strati incrociati X-Lam sono pannelli di grandi dimensioni, formati da più strati di tavole, sovrapposti ed incollati uno sull'altro in modo che la fibratura di ogni singolo strato sia ruotata nel piano del pannello di 90° rispetto agli strati adiacenti. La disposizione dei singoli strati ruotati di 90° l'uno rispetto all'altro e l'operazione di incollatura, consentono di ottenere un unico elemento monolitico e multistrato. L'incollatura strutturale,

fatta con prodotti poliuretatici monocomponenti che sfruttano la naturale umidità del legno, non rappresenta un indebolimento del sistema multistrato, ma rende i diversi strati di tavole collegati fra loro in modo rigido.

I pannelli in legno massiccio a strati incrociati (X-Lam) hanno una **resistenza al fuoco significativamente maggiore** rispetto a quella che normalmente si assegnano agli elementi costruttivi in legno e supera quella dell'acciaio e addirittura quella del calcestruzzo. Il legno è infatti un ottimo isolante che conduce il calore da 300 a 400 volte più lentamente rispetto all'acciaio. Gli elementi si carbonizzano lentamente dalla superficie verso l'interno, mentre lo strato carbonizzato riduce ulteriormente la conducibilità dell'elemento ed evita che l'ossigeno arrivi al legno intatto. Il processo di carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno, e il legno non ancora bruciato conserva comunque l'efficienza strutturale nonostante l'incremento della temperatura. Il raggiungimento della rottura avviene lentamente, solo quando la sezione utile non è più sufficiente a sopportare i carichi. Per quanto riguarda la velocità di carbonizzazione, per i pannelli in X-Lam si può calcolare che la resistenza media al fuoco di un pannello a 3 strati sia di 30 min, per un pannello a 5 strati si raggiungono i 60 min, mentre per pannelli più spessi (come quelli in progetto) si arriva anche a 90 min o più. In accordo con le richieste della normativa per la progettazione di strutture in condizioni di incendio si possono dimostrare anche resistenze maggiori (90 min, 120 min, etc.), che dipendono essenzialmente dallo spessore del pannello e dal numero di strati, oltre che dalla presenza di eventuali materiali protettivi. Ciò garantisce un intervallo di tempo durante il quale è possibile evacuare in sicurezza.

Oltre ai vantaggi dal punto di vista della protezione dal fuoco, l'adozione **degli impalcati in X-Lam consente di contenere i pesi propri portati e le conseguenti masse sismiche**, ottenendo ripercussioni positive sul comportamento sismico della sovrastruttura. Inoltre, tale soluzione consente il confezionamento in stabilimento di pannelli in legno lamellare, che verranno assemblati e montati successivamente in opera, **velocizzando e semplificando le lavorazioni all'interno del cantiere**. Infatti la caratteristica principale di questo sistema è legato alla movimentazione e al montaggio di strutture a lastre leggere e semplici da posizionare che **non richiedono puntellatura e strutture provvisorie**. Ciò comporta un **approccio sostenibile al cantiere**, in quanto riduce fortemente il passaggio di mezzi pesanti all'interno del tessuto urbano, necessari ad esempio per i getti in calcestruzzo. Inoltre si riducono i costi in quanto gli impianti per la messa in opera dei pannelli in X-Lam, molto più leggeri e quindi più gestibili rispetto a quelli in calcestruzzo armato, richiedono macchinari di minori dimensioni e conseguentemente meno costosi.

2.3 Dimensionamento dell'intervento

Verifica di coerenza con il programma funzionale

Il DDP richiama il DM 475/1975 e definisce nel caso specifico:

- la superficie lorda minima 5.140 mq;
- la superficie netta minima 4.130 mq. + 630 mq (questi ultimi non prescrittivi) pari a 8,26 + ca. 1,20 mq/alunno (quantità non prescrittiva) = ca.9,46 mq n.u. /alunno per un totale di 4.750 mq. n.u.

La verifica di coerenza con il programma funzionale tiene conto:

- delle funzioni da ospitare
- della superficie totale lorda minima e della superficie netta minima

SUPERFICI MINIME PER IL NUOVO POLO SCOLASTICO DI ECCELLENZA						
DECRETO MINISTERIALE 18 dicembre 1975						
SUPERFICIE LORDA MINIMA - Tabella 3/A DM 18.12.1975 - Alunni n. 500 - Classi n.						
<i>Alunni</i>	<i>numero</i>	<i>Mq/alunno lordi</i>	<i>mq/classe</i>	<i>Superficie totale lorda minima -</i>		
50	20	10,	257,00	5.140,0		
SUPERFICIE NETTA MINIMA - Tabella 12 - DM 18.12.1975 - Alunni n. 500 - Classi n.						
Alunni	500	Descrizione ambienti	Mq/alunno	Superficie media	Numero classi -	Mq totali
Attività didattiche	NORMALI	Aule	1,96	49,00	2	980,00
	SPECIALI	Attività di laboratorio	1,89	135,00	7	945,00
	Sub totale attività didattiche		3,85			1.925,00
Attività collettive	Attività integrative e		0,60	300,00	1	300,00
	Biblioteca		0,32	160,00	1	160,00
	Mensa e relativi servizi		0,60	300,00	1	300,00
	Sub totale attività		1,52			760,00
Attività Complementari	Atrio		0,20			100,00
	Uffici		0,33			165,00
	Connettivo e servizi		2,36			1.180,00
	Sub totale attività		2,89			1.445,00
TOTALE			8,26			4.130,00
Indice superficie netta globale 8,26 mq/alunno - Superficie totale netta minima è di mq 4.130,00						
Spazi educazione fisica (*)		Palestra tipo A/2		630,00	1	630,00

(*) Gli spazi per l'educazione fisica sono obbligatori. La superficie riportata in tabella è indicativa ma non prescrittiva

FUNZIONI DA OSPITARE NEL POLO SCOLASTICO DI ECCELLENZA

DECRETO MINISTERIALE 18 Dicembre 1975 - "Norme tecniche edilizia scolastica"

DECRETO INTERMINISTERIALE 11 Aprile 2013 "Linee guida edilizia scolastica"

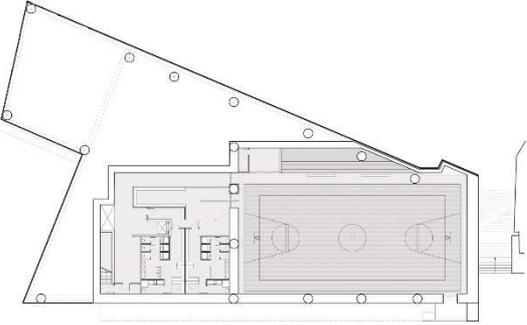
Alunni	500	Descrizione ambienti	n.classi - ambienti	Indice indicativo di mq/alunno (*)
ATTIVITA' DIDATTICHE	NORMALI	Aule	20	1,96
	SPECIALI	Laboratorio fisica	1	0,30
		Laboratorio chimica	1	0,30
		Laboratorio linguistico	1	0,30
		Laboratorio informatica	1	0,30
		Laboratorio simulazione aziendale	1	0,30
		Laboratorio analisi sensoriale	1	0,30
		Laboratorio enogastronomia	2	0,50
		Laboratorio di Sala	2	0,50
		Laboratorio di Bar	2	0,50
		Laboratorio accoglienza turistica	2	0,30
	Cucine	2	0,50	
Attività collettive	Aula magna - Auditorium	1	1,00	
	Biblioteca	1	0,32	
	Ristorante - Pizzeria - Bar - didattici	1	0,60	
	Servizi	vari	0,20	
Attività Complementari	Atrio -Agorà	1	0,30	
	Uffici - Segreteria	vari	0,33	
	Connettivo e servizi igienici	vari	1,20	
Spazi educazione fisica			1	1,20
				totale 12,21mq./alunno

(*) l'indice mq/alunno riportato nell'ultima colonna è indicativo e non prescrittivo

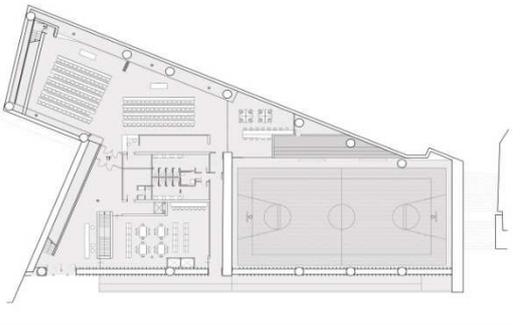
La dotazione delle funzioni, come elencate nella precedente tabella, viene soddisfatta in sede di progetto con soluzioni che favoriscono la flessibilità e la polifunzionalità degli ambienti nell'ottica dell'ottimizzazione degli spazi, della fruibilità e dell'utilizzabilità del nuovo complesso scolastico nella sua interezza.

In dettaglio, il progetto prevede:

PIANI SPORT E CULTURA livello -3		
livello -3	palestra	529 m ²
livello -3	spogliatoi -2	250 m ²
Livello -3	TOTALE	779 m²



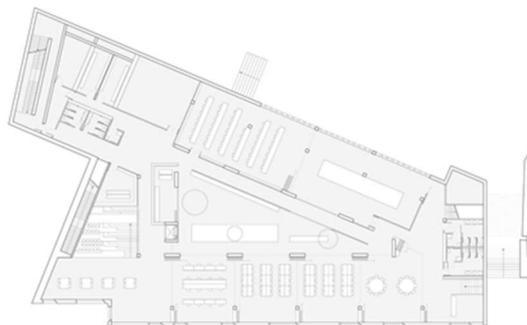
PIANO SPORT E CULTURA livello - 2		
	atrio d'ingresso	
Livello -2	reception	136 m ²
Livello -2	Biblioteca digitale	109 m ²
Livello -2	auditorium	273 m ²
Livello -2	spazio multimediale	68 m ²
Livello -2	bagni piano -1	75 m ²
Livello -2	TOTALE	661



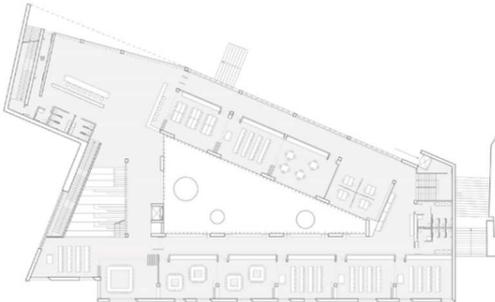
L'auditorium ha una flessibilità di massimo 502 mq e minimo 2 spazi da 116 mq e 157 mq
La biblioteca ha una flessibilità massimo di 502 mq e minimo 109 mq

PIANO ATRIO P.zza S.Francesco livello -1		
Livello -1	laboratorio sensoriale	143 m ²
Livello -1	cucine	137 m ²
Livello -1	deposito attrezzi	65 m ²
Livello -1	depositi	20 m ²
Livello -1	spogliatoi	33 m ²
Livello -1	Bagni	23 m ²
Livello -1	deposito	23 m ²
Livello -1	open lab	752 m ²
Livello -1	Bagni	35 m ²
Livello -1	cucine	185 m ²
Livello -1	TOTALE	1417 m²

Gli spazi cucine, open lab e laboratorio sensoriale sono modulabili e sommabili

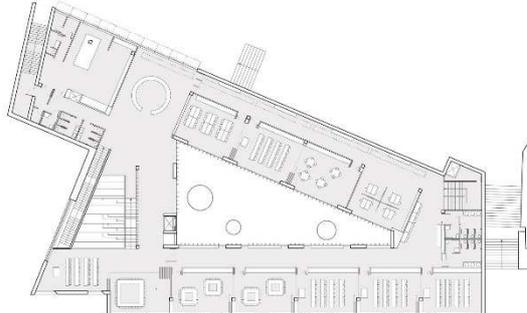


PIANO AULE livello 0		
Livello 0	aule	278 m ²
Livello 0	aule	290 m ²
Livello 0	bagni	35 m ²
Livello 0	corridoi conviviali	322 m ²
Livello 0	atrio reception	170 m ²
Livello 0	bagni	20 m ²
Livello 0	corte didattica	201 m ²
Livello 0	TOTALE	1316 m²

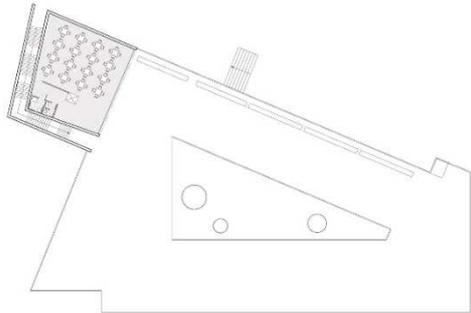


PIANO AULE livello 1		
Livello 1	cucine	95 m ²
Livello 1	bagni	21 m ²
Livello 1	aule	278 m ²
Livello 1	aule	287 m ²
Livello 1	bagni	35 m ²
Livello 1	cluster uffici e coworking	434 m ²
Livello 1	TOTALE	1150 m²

Le 20 aule di 50 mq distribuite su due piani possono essere trasformati in laboratori per laboratorio accoglienza turistica, laboratorio di fisica, laboratorio di chimica, laboratorio linguistico, laboratorio di informatica e laboratorio di simulazione ambientale trasformandosi in spazi da mq 100 e mq 150



PIANO RISTORANTE/TERRAZZO livello 2		
Livello 2	ristorante	118 m ²
Livello 2	bagni	7 m ²
Livello 3	TOTALE	125 m²



2.4 Verifica degli standard urbanistici, dimensionali e funzionali

Nel PTR (Piano Territoriale Regionale) approvato con la l.r.13/2008 il Comune di Ariano Irpino è rientrato nell'Ambiente Insediativo n.7 – Sannio ed è incluso nell'STS (Sistema territoriale di Sviluppo) B4 - Valle dell'Ufita composto dai comuni di Ariano Irpino, Bonito, Carife, Casalbore, Castel Baronia, Flumeri, Frigento, Gesualdo, Greci, Grottole, Melito Irpino, Montaguto, Montecalvo Irpino, San Nicola Baronia, San Sossio Baronia, Savignano Irpino, Scampitella, Sturno, Trevico, Vallata, Valle Saccarda, Villanova del Battista, Zungoli.

Le strategie specifiche sono individuate in:

- difesa della biodiversità (b.1);
- valorizzazione e sviluppo dei territori marginali (b.2);
- controllo del rischio sismico (c.2);
- sviluppo e sostegno alle attività industriali e artigianali (e.1);
- sviluppo e sostegno alle attività produttive agricole;
- diversificazione territoriale (e.2b);
- sostegno alla permanenza dei giovani nelle aree rurali;
- miglioramento delle condizioni di contesto e sostegno alla riqualificazione dei villaggi e del paesaggio rurale;
- miglioramento della qualità della vita e lotta allo spopolamento;
- creazione di nuove opportunità di reddito nelle aziende agricole e sostegno alla diversificazione dell'economia rurale;
- miglioramento delle condizioni di contesto (infrastrutture a servizio dell'agricoltura);
- miglioramento della qualità della vita e lotta allo spopolamento (fruibilità dei servizi essenziali per le popolazioni rurali);
- creazione ed infittimento delle reti relazionali, integrazione di filiera e miglioramento delle condizioni di governance.

Le strategie di sviluppo privilegiano il territorio del Comune di Ariano per la ospitalità di una offerta formativa altamente qualificata riconducibile nell'ambito del Polo di eccellenza turistico – alberghiero e agroalimentare, stante gli insediamenti produttivi diffusi nell'area di sviluppo del territorio comunale e dei Comuni contermini.

Il Comune di Ariano Irpino si pone, quindi, in maniera coerente ed adeguata ad ospitare riferimenti puntuali per l'attuazione del Polo di eccellenza alberghiero – agroalimentare in quanto, come è dato leggere dalla delibera provinciale in premessa menzionata, per l'area Arianese:

“L'economia del territorio non ha mai abbandonato la propria vocazione agricola, anzi negli ultimi anni imprime ad essa un nuovo impulso puntando sulle eccellenze in campo agroalimentare e sulle relative certificazioni che fanno della stessa filiera agroalimentare una risorsa per i territori di riferimento. Inoltre la ricerca in questo campo punta a generare un'offerta qualificata di innovazioni a sostegno di una maggiore crescita del settore e di un più equilibrato sviluppo rurale. Infine e non da ultimo, il turismo enogastronomico trova nell'ampia gamma di prodotti locali, agricoli e di trasformazione, supporto e sviluppo. In quest'ottica emerge la necessità di figure professionali che siano in grado di valorizzare e incentivare questa realtà.”

In quest'ottica, il progetto architettonico vuole valorizzare l'economia del territorio, puntando sul sistema Scuola-Lavoro-Territorio e quindi sulle eccellenze in campo agroalimentare e sulle relative certificazioni che fanno della stessa filiera agroalimentare una risorsa per i territori di riferimento.

L'area oggetto di intervento ricade nel Piano di Recupero Piazza Plebiscito – Via Annunziata – Via d'Afflito, adottato con delibera del Consiglio Comunale n.239 del 20 maggio del 1988 e approvato con Decreto del Presidente di Giunta Regionale il 3 agosto 1989 n.6088, ed è individuata dalle insule 11 UMI N e 12/A UMI A.

L'area oggetto dell'intervento è collocata in ZONA A1 (Centro storico).

Il progetto architettonico ipotizzato si prefigge di sollecitare e continuare il processo urbano di valorizzazione del centro storico la riqualificazione dell'ambiente costruito, il recupero e la rifunionalizzazione degli edifici degradati, la valorizzazione degli elementi storico-architettonici, il miglioramento della qualità dello spazio pubblico, la qualificazione funzionale delle attività insediate.

Il progetto posto in essere, prevede il pieno soddisfacimento degli idonei standard urbanistici, dimensionali e funzionali richiesti, in linea con l'applicazione della normativa di settore.

2.4.1 Principi sulla sicurezza antincendio

Premessa

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio adibito a Scuola Alberghiera con annessa Palestra e Auditorium.

Nel corso della relazione saranno descritti i criteri adottati per la sicurezza contro il rischio da incendio ed, in particolare, le protezioni passive ed attive previste; inoltre, verrà dimostrata la rispondenza ai requisiti normativi delle varie attività soggette, confrontando le caratteristiche progettuali con le prescrizioni riportate nelle specifiche Norme facendo riferimento a:

- **D.M.I. 26 agosto 1992**
Norma di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica;
- **DM 19/8/1996**
Prevenzione incendi - Locali di pubblico spettacolo: "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo".

Descrizione dell'edificio

Ubicato nel Comune di Ariano Irpino, l'edificio si sviluppa su 5 livelli tra loro comunicanti attraverso scale interne ed ascensori, più un locale adibito a ristorante sulla terrazza di copertura di mq 135.

Classificazione

La scuola viene classificata, secondo il D.M.I. 26 agosto 1992, in relazione alla presenza effettiva contemporanea in essa prevedibile di alunni e di personale docente e non, come:

- **tipo 3:** con numero di persone contemporanee da 501 a 800 (massimo 500 alunni)

Caratteristiche costruttive:

L'area

Nell'area su cui sorge l'edificio, che accoglie unicamente l'attività scolastica, non sono presenti altre attività che possano comportare gravi rischi di incendio e/o di esplosione, al di fuori della centrale termica prevista da progetto, compartimentata con murature REI .

Ubicazione

L'edificio da insediarsi è immaginato dal punto di vista strutturale indipendente e separato dagli altri edifici; per esso si prevede di realizzare tutti gli interventi necessari per renderlo idoneo alla specifica destinazione d'uso.

Accesso all'area

L'intervento dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco è possibile lungo i due fronti longitudinali, strada e piazza pubblica.

Accostamento autoscale

L'edificio ha un'altezza inferiore a 24 m, per cui l'accostamento da parte degli automezzi dei Vigili del Fuoco è assicurato in corrispondenza di una qualsiasi finestra o balcone di ciascun piano.

Separazioni

La scuola non risulta comunicante con attività non pertinenti. Alla Palestra e Auditorium si accede, a mezzo di filtro a prova di fumo.

Comportamento al fuoco

Resistenza al fuoco delle strutture

Essendo l'edificio di altezza inferiore a 24 m, si è imposto alle strutture portanti un requisito di resistenza al fuoco pari a **R 60'**. Per le strutture di separazione, non portanti, è stato imposto un valore di resistenza al fuoco **REI 60'**.

Le strutture in acciaio, saranno protette da carter in lastre di silicato di calcio e/o da intonaci intumescenti in modo da innalzarne la resistenza al fuoco fino al valore imposto (**R/REI 60'**). Tali requisiti saranno verificati secondo i criteri riportati dai DM 16.02.2007 e 09.03.2007 e, comunque, verranno certificati dalla ditta esecutrice sia relativamente ai prodotti utilizzati sia in merito alla loro applicazione.

Reazione al fuoco dei materiali.

Per quanto riguarda la scelta dei materiali utilizzati, si prevede quanto segue:

- negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei percorsi orizzontali protetti, nei passaggi in genere, saranno utilizzati materiali di classe 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale). Per le restanti parti è previsto l'impiegati di materiali classe 0 (non combustibili);
- in tutti gli altri ambienti le pavimentazioni ed i relativi rivestimenti, sono previsti di classe 2 e gli altri materiali di rivestimento sono previsti di classe 1;
- eventuali materiali di rivestimento combustibili, nonché materiali isolanti in vista saranno posti in opera in aderenza ad elementi costruttivi di classe 0 escludendo spazi vuoti o intercapedini. Per l'installazione non in aderenza ad elementi costruttivi di classe 0, saranno utilizzati controsoffitti, materiali di rivestimento e materiali isolanti in vista esclusivamente di classe di reazione al fuoco non superiore a 1 o 1-1;
- i materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.) sono previsti di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1.

Compartimentazioni

L'edificio è stato suddiviso in 3 compartimenti: Scuola, Auditorium e Palestra. La scuola risulta inferiore a 6.000 m², nel rispetto delle massime superfici indicate nella tabella A, comma 4.0 del D.M. 26 Agosto 1992 .

Scale

L'edificio è servito da 2 corpi scala interni ubicati in punti contrapposti, che permettono agli occupanti dei piani superiori di raggiungere direttamente l'esterno e 1 scala a tenuta di fumo interno;

La larghezza minima delle scale è di 1,20 m;

Le rampe non presentano restringimenti, sono rettilinee con non meno di tre gradini e non più di quindici; i gradini sono a pianta rettangolare, con alzata e pedata costanti, rispettivamente non superiore a 17 cm e non inferiore a 30 cm.

Ascensori

L'unico ascensore previsto è del tipo omologato per il trasporto di persone diversamente abili, racchiusi in vano corsa di tipo "protetto" resistente al fuoco e porta di chiusura **REI 60'**.

Altri 2 impianti, con le stesse caratteristiche collegano il piano terzo con la cucina ed il ristorante in copertura.

Misure per l'evacuazione in caso di emergenza

Affollamento

Il massimo affollamento ipotizzabile è stato fissato in:

- aule: 26 persone/aula. Qualora le persone effettivamente presenti siano numericamente diverse dal valore desunto dal calcolo effettuato sulla base della densità di affollamento, l'indicazione del numero di persone deve risultare da apposita dichiarazione rilasciata sotto la responsabilità del titolare dell'attività;
- aree destinate a servizi: persone effettivamente presenti + 20%;
- palestra: densità di affollamento pari a 0,4 persone/m².

Capacità di deflusso

Le uscite di sicurezza, per le attività scolastiche, sono state dimensionate utilizzando come capacità di deflusso il valore di 60 persone/modulo; la lunghezza delle vie di fuga è sempre inferiore a 60 metri.

Per l'Auditorium, identificato come indicato dalla norma "spazio per l'informazione e attività parascolastiche", sono stati imposti i parametri della normativa per i locali di pubblico spettacolo: la capacità di deflusso è stata considerata pari a 37,5 persone/modulo, per la scala a tenuta di fumo interno, essendo il piano di platea a quota compresa tra +0.00 e +7.50 dal luogo sicuro e 50 per le uscite in quota; la lunghezza delle vie di fuga è stata limitata nei 40 metri.

Per la Palestra (capacità 180 persone), la capacità di deflusso è stata considerata pari a 37,5 persone/modulo, essendo il piano di platea a quota compresa tra +0.00 e +7.50 dal luogo sicuro;

Auditorium

All'interno dell'edificio è presente un auditorium, destinato all'uso didattico. L'accesso avviene attraverso l'ingresso principale ed è ubicato al piano terra. Il locale è destinato ad ospitare 155 persone.

All'interno, l'aula è dotata di tre vie di fuga geometricamente contrapposte, una su scala a tenuta di fumo interno di larghezza pari ad 1,20m e le altre attraverso i disimpegni del piano terra della scuola.

La distribuzione dei posti a sedere rispetta le disposizioni della normativa per i locali di pubblico spettacolo.

Sistema di vie di uscita

Il sistema di vie di esodo è dimensionato in base al massimo affollamento ipotizzato.

La verifica delle vie di uscita è stata eseguita rapportando il massimo affollamento ipotizzabile alla capacità di deflusso, suddivisa per ciascun livello:

- Livello - 1 : $180 \text{ pers.} / 47,5 [\text{pers./modulo}] = n.4,9$ moduli necessari
[Disponibili: n. 5 moduli ; 3 con scala esterna e 2 con scala interna]
- Livello 0 : $200 \text{ pers.} / 37,5 [\text{pers./modulo}] = n.5,3$ moduli necessari
[Disponibili: n.8 moduli ; 6 con uscite all'esterno e 2 con scala a tenuta di fumo interno]
- Livello 1, 2 e 3: ca. $300 \text{ pers.} / 60 [\text{pers./modulo}] = n.5$ moduli necessari
[Disponibili: n. 7 moduli ; 5 da 2 scale interne ed 2 da scala a tenuta di fumo interno]
- Livello copertura: $60 \text{ pers.} / 33 [\text{pers./modulo}] = n.1,8$ moduli necessari
[Disponibili: n. 2 moduli direttamente all'esterno]

La verifica risulta ampiamente positiva per tutti i livelli.

Lunghezza delle vie di uscita

Per ciascun livello la distanza di ogni punto dalla più vicina uscita non è mai superiore a 60 m.

Larghezza totale delle uscite di ogni piano

La larghezza di ogni singola via d'uscita è multipla del modulo di uscita (0.60 m) e comunque mai inferiore a due moduli (1.20 m).

Numero delle uscite.

Il numero delle uscite dai singoli piani dell'edificio non è mai inferiore a due e sono posizionate in punti ragionevolmente contrapposti.

Le aule didattiche sono servite da una porta ogni 25 persone presenti; le porte presentano larghezza pari a 1,20 m ed il verso di apertura risulta nel senso dell'esodo.

Le porte che si aprono verso corridoi interni di deflusso saranno realizzate in modo da non ridurre la larghezza utile dei corridoi stessi.

Per tutti i servizi tecnologici si osserverà quanto prescritto dal D.M. 26 agosto 1992: "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica".

In particolare:

Impianti di produzione di calore

La centrale termica è costituita da un generatore di calore a biomassa (combustibile solido) della potenzialità di 350 kW a cui è associato un bollitore con la duplice funzionalità di volano termico ed al tempo stesso di bollitore per la produzione

di acqua calda sanitaria. In centrale saranno presenti i collettori, i circolatori, il quadro elettrico di potenza ed il quadro di regolazione. In un locale attiguo sarà installato il contenitore di stoccaggio del pellet, dimensionato in modo da limitare la frequenza di approvvigionamento del combustibile.

Impianti di condizionamento e di ventilazione

Gli impianti di condizionamento e di ventilazione saranno del tipo centralizzato. Il gruppo frigo previsto utilizza quale fluido frigorigeno ad R410a (prodotto refrigerante chimicamente stabile, poco tossico e non infiammabile).

Tutte le apparecchiature di produzione dei fluidi termovettori, comprese le Unità di Trattamento aria saranno installate in locali appositi aventi strutture di separazione con resistenza al fuoco non inferiore a REI 60. Le comunicazioni con altri ambienti non pertinenti avverranno tramite porte di caratteristiche almeno REI 60 dotate di congegno di autochiusura.

Le condotte per la distribuzione dell'aria non attraverseranno: luoghi sicuri che non siano a cielo libero, vie di uscita, locali che presentino pericolo di incendio, di esplosione e di scoppio. Negli attraversamenti di strutture che delimitano i compartimenti, saranno installate opportune Serrande Tagliafuoco. Le condotte saranno realizzate secondo quanto previsto al punto 6.3.1 del decreto su citato.

Dispositivi di controllo: ogni impianto sarà dotato di un dispositivo di comando manuale, situato in un punto facilmente accessibile, per l'arresto dei ventilatori in caso di incendio.

Gli impianti a ricircolo di aria saranno provvisti di dispositivi termostatici di arresto automatico dei ventilatori in caso di aumento anormale della temperatura nelle condotte.

Tali dispositivi, tarati a 70 °C, devono essere installati in punti adatti, rispettivamente delle condotte dell'aria di ritorno (prima della miscelazione con l'aria esterna) e della condotta principale di immissione dell'aria.

Inoltre l'intervento di tali dispositivi, non deve consentire la rimessa in moto dei ventilatori senza l'intervento manuale.

Impianti elettrici

Il complesso scolastico sarà munito di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che per-metta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore sarà munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

È previsto un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria.

Mezzi ed impianti fissi di protezione ed estinzione degli incendi

A totale protezione del complesso è prevista l'installazione di due tipologie di impianti:

- A) Impianto antincendio ad idranti
- B) Estintori a polvere e ad anidride carbonica

IMPIANTO AD IDRANTI (Rif. Normativo: UNI 10779:2014 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio)

L'impianto antincendio, per l'alimentazione delle cassette UNI 45, è stato proporzionato per assicurare l'erogazione ai tre idranti, in posizione idraulica più sfavorita, una portata non inferiore a 120 l/min con una pressione al bocchello di 2 bar per un tempo di almeno 60 min.

La rete antincendio alimenterà le cassette UNI 45 installate ai vari piani dell'edificio in posizione facilmente accessibile e visibile; al piede della colonna montante sarà installato un gruppo attacco di mandata UNI 70 per il collegamento con le autopompe V.V.F.

La rete antincendio, completamente indipendente da quella degli impianti idrici, sarà realizzata con tubazioni in acciaio zincato nei tratti in vista e di tubazioni in polietilene ad alta densità per eventuali tratti interrati.

Negli spazi riservati alle centrali tecnologiche sarà installata una riserva idrica da circa 22 m³, alimentata da acquedotto pubblico. Il gruppo di pompaggio della rete antincendio, sarà costituito da due pompe, una di riserva all'altra, alimentate da fonti di energia indipendenti.

Estintori

Sono previsti estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 m² di pavimento, con un minimo di due estintori per piano.

2.4.2 Eliminazione delle barriere architettoniche

Il problema della accessibilità e della eliminazione delle barriere architettoniche viene preso in considerazione fin dal momento della concezione iniziale del progetto stesso. In termini formali lo sviluppo delle future fasi di progetto per il polo scolastico dovrà essere redatto e verificato sulla base del totale rispetto della norma sulla eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici pubblici ai sensi del DPR 24 luglio 1996, n°503, (*negli edifici pubblici deve essere garantito un livello di accessibilità degli spazi interni tale da consentire la fruizione dell'edificio sia al pubblico che al personale in servizio*), che rinvia in genere alle disposizioni di cui al Decreto del Ministro dei LLPP 14.06.89, n°236; in particolare, l'art.13, comma 2 del primo rinvia all'art.3 del secondo che definisce i criteri generali di progettazione ed i livelli di qualità dello spazio costruito.

In relazione a tali livelli di qualità, il progetto assume:

per gli spazi esterni:

Pavimenti

All'interno dei luoghi comuni i pavimenti in genere sono di norma orizzontali ovvero presentano una pendenza massima del 5%, in modo tale da consentire un agevole transito da parte di persone su sedia a rotelle. Il pavimento antisdrucciolevole con coefficiente di attrito come previsto e misurato secondo il metodo della B.C.R.A. di 0.40 di cuoio su pavimentazione asciutta e di 0,40 di gomma dura su pavimentazione bagnata.

Scale esterne

Le scale esterne hanno andamento regolare ed omogeneo lungo l'intero loro sviluppo.

I gradini hanno una altezza massima di 17 cm e pedata profonda 30 cm, tale che la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata sia uguale a 64 cm. con gli spigoli anteriori arrotondati; i rampanti hanno uguale numero di gradini mai inferiore a tre e non superiore a 15. Le scale esterne hanno il parapetto di altezza minima un metro, con corrimano di facile prendibilità distante dal filo interno del parapetto almeno 10 cm. La larghezza delle rampe e delle scale non è mai inferiore a 120 e varia secondo le esigenze di flusso, secondo moduli di 60 cm.

Rampe

Le rampe di accesso agli spazi esterni sono progettate ad uso esclusivo dei mezzi meccanici. Possono essere utilizzate anche da pedoni ed in particolare da portatori di handicap se la pendenza massima non supera l'8%. In ogni caso le persone fisicamente impedito disporranno di accessi diretti alternativi alle rampe esterne.

Parcheggi

All'interno delle aree di parcheggio, contrassegnati dall'apposito segnale di cui all'art. 120 del DPR 16.12.92 n. 495, saranno previsti, in numero congruo, stalli speciali da 3,20 x 5.00 mt., ad uso esclusivo delle persone disabili. Gli stalli speciali, proporzionati in ragione di uno ogni 50, sono distribuiti in nuclei distinti ed in posizione baricentrica rispetto alle aree di parcheggio, avranno pavimento continuo e liscio, non sdruciolevole; saranno previste strisce pedonali a rilievo come segnale alla deambulazione anche per i non vedenti.

L'accessibilità è garantita a tutti gli spazi esterni (patii, porticati, spazi di accesso, percorsi esterni in genere, pedonali e automobilistici tangenti a tutti gli spazi ed i percorsi comuni) ed a tutti gli spazi interni destinati alla didattica, con la sola esclusione dei percorsi destinati esclusivamente a manutenzione e pulizia. Tali locali rientrano in quelli previsti dall'art.7.4 del D.M. del 14.06.89, n. 236. Per raggiungere tale livello di qualità, il progetto tiene conto di tutte le prescrizioni di cui ai decreti citati.

per gli spazi interni:

Porte

Le porte di accesso di ogni unità ambientale sono facilmente manovrabili, di luce netta minima 80 cm per tutti gli ambienti e cm 75 per le sole cabine wc normali; di tipo tale da consentire un agevole transito da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti sono complanari.

Pavimenti

I pavimenti sono di norma orizzontali e complanari tra loro, non sdruciolevoli e privi di irregolarità sia nel loro sviluppo che nell'articolazione dei giunti e dei cambi di pavimentazione.

Terminale degli impianti

Gli apparecchi elettrici (quadri generali, interruttori elettrici, utenze, regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, campanelli, pulsanti di comando ecc.), sono, per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; sono facilmente individuabili e protetti dal danneggiamento per urto.

Servizi igienici

Nei servizi igienici per disabili, previsti di dimensioni minime cm. 180x180, sono consentite le manovre di una sedia a ruote necessarie per l'utilizzazione degli apparecchi sanitari, ed in particolare:

- lo spazio necessario per l'accostamento laterale della sedia a ruote alla tazza e, ove presente, alla doccia;
- lo spazio necessario per l'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo, del tipo a mensola con rubinetto con manovra a leva;

sono inoltre previsti i corrimano e i sostegni necessari ed un campanello di emergenza posto in prossimità della tazza.

Le porte dei servizi igienici per disabili aprono sempre verso l'esterno.

I servizi per disabili sono dislocati nell'intera struttura universitaria dedicata all'Assistenza in modo che in tutte le AFO e in tutti gli spazi collettivi siano collocati almeno un servizio per disabili.

Percorsi orizzontali

I corridoi e i passaggi hanno un andamento continuo e non presentano variazioni di livello.

La larghezza del corridoio (min. 2.40 m, solo in alcuni casi si presentano dei restringimenti a 1.80 m, e comunque soltanto in corridoi di servizio) è tale da garantire il facile accesso alle unità ambientali da esso servite e l'inversione di direzione ad una persona su sedia a ruote.

Il corridoio posto in corrispondenza di un percorso verticale (scala, ascensore, ecc.) prevede una piattaforma di distribuzione come vano di ingresso o piano di arrivo dei collegamenti verticali, dalla quale sia possibile accedere ai vari ambienti, esclusi i locali tecnici, solo tramite percorsi orizzontali.

Scale

Tutte le scale presentano un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo.

Per ogni rampa di scale i gradini hanno altezza e pedata pari rispettivamente a 16.6 cm e 30 cm con sottogrado inclinato rispetto alla pedata con angolo di circa 80°. Le diverse rampe della stessa scala hanno in genere pari numero di gradini.

Le porte con apertura verso le scale sono precedute da spazi di dimensioni adeguate al movimento delle sedie a ruote. I gradini delle scale sono rivestiti in pietra artificiale con finitura antisdruciolevole, di colore e finitura diverso rispetto al pavimento dei piani di partenza, hanno pianta rettangolare e profilo continuo con spigoli arrotondati.

Le scale hanno parapetto pieno che costituisce difesa verso il vuoto, ha un'altezza di 1 m e non è attraversabile da una sfera di 10 cm di diametro (corrimano tubolare in legno di altezza di 1 m., di facile utilizzo e distanziato di 10 cm dalla finitura superiore del parapetto pieno.) Il corrimano sul parapetto è distante da esso 15 cm.

La larghezza delle rampe e dei pianerottoli delle scale è di 120 cm; la lunghezza delle rampe prevede un numero di gradini che varia da 3 ad un massimo di 14. Il corrimano è installato su entrambi i lati.

Rampe e ascensori

Le rampe pedonali previste hanno pendenze comprese fra il 5 e l'8%, larghezza pari a 120 cm e lunghezza contenuta (max 10 m) hanno pavimento antisdrucciolevole ed opportuni pianerottoli di sosta. Il dislivello fra punto di arrivo e di partenza è inferiore ai 3 m.

Non esistono rampe tra un piano e l'altro dell'edificio, in quanto questa funzione è assolta da un sufficiente numero di ascensori, dislocati nelle diverse parti della struttura, dimensionati tutti in modo da essere utilizzati da disabili, anche su sedie a ruote:

- cabina di dimensioni superiori a 1.40 m di profondità e 1.10 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0.80 m posta sul lato corto;
- piattaforma di sbarco ad ogni piano di dimensioni minime 1.50 x 1.50 m.

Le porte delle cabine e di piano sono del tipo a scorrimento automatico.

L'arresto ai piani prevede l'auto-livellamento e lo stazionamento della cabina ai piani di fermata avviene con porte chiuse.

La bottoniera di comando esterna ed interna ha i bottoni ad una altezza massima di 110 cm; i pulsanti di comando avranno la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in Braille.

2.5 Cubature e superfici utili

Il progetto nel suo complesso si sviluppa su cinque livelli con volumetria complessiva pari a 25.000 metri cubi su una superficie di 1.528 metri quadri ed una superficie totale netta di mq 5.448 mq.

2.6 Dotazione di verde e parcheggi

Sotto il profilo della mobilità il lotto in oggetto presenta le seguenti criticità:

- Fruizione del Piazzale San Francesco fortemente ostacolata dai flussi di traffico di Via Mancini e consistente flusso di traffico veicolare lungo Via D'Afflitto;
- Scarsa fruibilità pedonale legata alle strette strade di percorrenza.

Il progetto di nuovo inserimento prevede una razionalizzazione dell'assetto viabilistico preesistente ed un idoneo spazio pedonale a ridosso di Via Mancini ottenuto tramite il ridisegno di piazzale San Francesco in stretto rapporto con l'ingresso principale della scuola, con il preesistente edificio del Centro Pastorale e la rampa di collegamento urbano di Piazza San Biagio che collega alla sottostante via D'afflitto.

Sia per Via Mancini che per Via D'Afflitto, è previsto un unico senso di marcia viabilistico, tale da lasciare comunque libero uno spazio idoneo alle percorrenze pedonali ed agli spazi auto per disabili, ambulanze e mezzi di soccorso.

In fase di esecuzione è possibile prevedere l'installazione di un "cantiere didattico", un processo partecipativo di formazione teorico-pratica ed una ricerca architettonica molto in uso nei paesi del Nord Europa e che in Italia ha già degli esempi positivi perfino nell'ambito del restauro architettonico.

Si prevede un'area adibita a parcheggi di pertinenza dell'edificio scolastico di circa 1.000 mq. Questa dotazione standard potrà essere soddisfatta utilizzando le attuali aree di parcheggio a raso esistenti in prossimità del sito (Via Marconi, Via Calvario, Corso Europa) e di parte del parcheggio "Calvario" di fatto sottoutilizzato per effetto del diradamento delle funzioni extraterritoriali ubicate nell'area che, hanno drasticamente diminuito il fabbisogno di aree a parcheggio..

E' inoltre da tenere in considerazione che nei pressi dell'area d'intervento è presente un altro parcheggio pubblico (Valle) attualmente chiuso, per 160 posti auto che potrebbe essere utilizzato per eventuali fabbisogni aggiuntivi per l'area.

La scelta di ubicare la struttura nel centro storico, non confligge con problemi di mobilità, anzi i benefici connessi alla realizzazione dell'opera non potrà che portare dei benefici anche in relazione all'utilizzo delle attuali strutture di parcheggio pubblico, permettendo di collegare l'intero tessuto urbano "all'edificio cerniera Community Center".

La struttura si pone inoltre a circa 500 m dal Piazzale Pasteni che di fatto, costituisce il terminal per gli autobus urbani ed extraurbani, soddisfacendo ampiamente i requisiti previsti nel D.M. del 1975 inerenti la localizzazione della scuola.

Tutte le zone di parcheggio e sosta autobus inoltre, potranno essere in parte occupate anche da spazi di bike sharing o parcheggio di bici private dedicato, in modo tale da poter raggiungere la scuola con mezzi di trasporto dolci.

Quanto alla dotazione di spazi verdi, all'interno dell'edificio, è stato previsto l'inserimento di una corte didattica rivolta verso sud, attorno alla quale sono stati predisposti gli spazi dedicati alle aule, in modo da favorire illuminazione ed aerazione agli ambienti interni, e garantire uno spazio di respiro interno all'edificio.

Attorno ad essa, concepita per fungere da prolungamento esterno delle attività della scuola ed organizzata in ambiti tematici estensione del programma di apprendimento della scuola, si sviluppano le 20 aule/laboratori.

Si tratta di un ambiente informale declinabile sulle necessità di sistemi didattici diversi, passando da lezioni frontali a "collaborative learning", workshop o lezioni all'aperto della corte stessa, in grado di moltiplicarne le modalità d'uso e fruizione. All'interno della corte didattica è prevista la coltivazione in vaso delle principali essenze arboree utili alle preparazioni culinarie, cocktails ed aperitivi.

Si è ipotizzata inoltre, la realizzazione di una parete verde verticale in corrispondenza dell'accesso principale alla scuola posto a nord e di un "giardino" orizzontale su piazza San Francesco sempre con essenze basse coltivate in vaso. Si tratta di un intervento minimo e puntuale, tale da non alterare la lettura complessiva dello spazio interno ed esterno nei suoi rapporti volumetrici tra pieni, vuoti e collegamenti principali.

2.7 Impianti tecnici e tecnologici

2.7.1 Aspetti tecnici

Le scelte - improntate a massima semplicità, durevolezza e ridotti oneri di manutenzione - risentono delle specificità architettoniche, tipologiche, funzionali e prestazionali del complesso.

Sono stati preferiti materiali coperti da certificazioni che ne attestano la totale compatibilità ambientali e ottenuti da materia prima in parte riciclata e comunque interamente riciclabili.

Sono state privilegiate tecnologie leggere e a secco (evitando quindi quelle che richiedono lavorazioni umide, intonaci e simili) per consentirne semplice e rapido smontaggio.

Di seguito si riportano le motivazioni delle scelte dei principali elementi tecnologici:

a. involucro verticale e rivestimenti esterni

- chiusura opaca con rivestimento a cappotto

L'involucro, di sp. complessivo cm. 40, garantisce bassi valori di trasmittanza; è costituito da:

- finitura esterna con pannello termico con rasatura e pittura;
- (parete massiccia in Bio X-Lam);
- intonaco a secco con lastre di gesso cm. 2 con rasatura e pittura.

La parete massiccia **bio-xlam** è del tutto esente da collanti e sostanze chimiche. Ogni elemento è costituito da strati ortogonali di tavole di conifera o altri legni assemblati con graffe di acciaio zincato a caldo. Viene garantito un sano e naturale benessere abitativo e permettono un isolamento termico estremamente efficace con conseguente riduzione dei consumi energetici.

- Infissi e facciate esterne

Infissi con profilati metallici estrusi in **lega primaria di alluminio** a TT EN AW-6060, bonificata T6 che, oltre ad assicurare un elevato isolamento termico, e quindi un alto risparmio energetico, garantiscono: stabilità, durevolezza e robustezza. e quindi minori interventi di manutenzione.

Il sistema, con vetrocamera con lastre a forte spessore, quella interna basso emissiva e con pvb acustico, garantisce un indice di abbattimento acustico maggiore di Rw 50 dB e trasmittanza termica Ug 1.0 W/mq°K.

La dimensione delle specchiature garantisce il corretto rapporto con le superfici dell'ambiente interno e gli infissi consentono la manutenzione e pulizia dall'interno.

b. isolamenti

- isolamento termico

Sono adottati materiali con alto isolamento termico sia per le pareti che per i soffitti esposti, in generale con pannelli a base di **vetro cellulare tipo "Foamglass"** per le sue varie peculiarità: essendo costituito di cellule di vetro ermeticamente chiuse è di fatto barriera al vapore per la struttura stessa del materiale, assolutamente stagno all'acqua, **non assorbe umidità ed è estremamente resistente anche sotto carichi di lunga durata**, incombustibile, imputrescibile, resiste alle sostanze nocive, in quanto inorganico, resiste ai solventi organici e agli acidi; è composto da vetro puro (quasi interamente da vetro riciclato come vetri di vetture e lastre piane).

- isolamenti dal terreno con vespai areati e camere d'aria perimetrali

Vespai areati su calottine in pvc e camere d'aria perimetrali con pareti in cls cellulare, garantiscono idonea ventilazione e salubrità agli ambienti interrati e **quindi minore manutenzione**;

- isolamento acustico tra i piani

La presenza dei pannelli di supporto delle serpentine radianti garantisce un **alto isolamento acustico di interpiano**.

c. involucro orizzontale

- coperture

i pacchetti di finitura vengono soddisfatti con una successione di strati specializzati all'interno dei quali l'impermeabilizzazione è risolta tramite guaine al poliestere mentre la coibenza viene assicurata da pannelli isolanti, in genere in vetro cellulare, ad alta densità impermeabilizzati.

- pavimento in pietra ricomposta, per la terrazza di copertura ed il patio centrale;

- camini di luce per illuminazione e ventilazione naturale dei Laboratori al di sotto della corte centrale;

- solai su porticati protetti all'intradosso con pannelli per isolamento termico con assenza di ponti termici.

d. partizioni e rivestimenti interni

- pareti mobili ad alto isolamento acustico **pareti mobili** ad alta coibenza ed assorbimento acustico (maggiore di 42 db di norma) in nobilitato, **a tutt'altezza fisse o scorrevoli** (predisposte a contenere cablaggi, accessori di impianti elettrici, informatici);

- pareti in doppia lastra di cartongesso separazioni che non richiedono flessibilità, ad alta coibenza ed assorbimento acustico (maggiore di 42 db di norma), con idrolastre quelle dei servizi igienici e ambienti con alti requisiti di pulizia e igienicità, scelta dovuta a leggerezza, flessibilità, attrezzabilità, rapidità e pulizia di montaggio;

- pareti in blocchi di conglomerato cellulare dove è richiesta resistenza al fuoco ed in particolare per le partizioni dei locali tecnici;

- principali rivestimenti di murature/cartongesso secondo gli usi, igienicità, pulibilità e ridotta manutenzione: piastrelle in gres porcellanato antibatterico (servizi igienici e cucine e simili) rasatura e tinteggiatura con pittura acustica /vernici epossidiche su pareti;

- vernici intumescenti per le protezioni al fuoco strutture in acciaio lasciate a vista;

- infissi interni con telai metallici e ante in laminato plastico antigraffio a forte spessore o vetro e in legno per l'Auditorium ; con telai ed ante in acciaio coibentato per uscite di sicurezza opache, compartimentazioni (con idonee caratteristiche REI) e locali tecnici in genere.

e. rivestimenti di soffitto

in genere ad alta riflessione (colori chiari) che permette di migliorare l'illuminazione e risparmiare costi di energia; L'intradosso delle chiusure orizzontali è costituita da soffitti in X-lam che consentono:

la finitura all'intradosso delle chiusure orizzontali è costituita da controsoffitti in genere con pannelli di grande dimensioni, microforati, con materassini fonoassorbenti, con finitura superficiale liscia e uniforme, lavabili, spazzolabili, resistenti agli impatti, con sistemi di montaggio semplici, che consentono:

- maggiore manutenibilità ai fini della pulibilità e quindi igienicità in particolare per i Laboratori;
- elevato assorbimento acustico;
- manutenzione minima.

controsoffitto in pannelli di cartongesso all'intradosso di servizi igienici, e locali che non necessitano di prestazioni acustiche;

g. sistemi di pavimentazione

- pavimento radiante con finitura in gres porcellanato in genere, in legno per l'Auditorium e Palestra;

- pavimentazione prefinita per pianerottoli e gradini scale.

2.7.2 Aspetti tecnologici

Premessa

La proposta progettuale è stata sviluppata nel duplice obiettivo della riduzione dei consumi di energia primaria da fonte non rinnovabile e della massimizzazione dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianto. Tale strategia di progetto

è orientata quindi al raggiungimento della Classe energetica A4, al fine di rendere l'edificio della tipologia "ad energia quasi zero".

Gli "Edifici ad energia quasi zero", definiti ai sensi dell'art. 9 della direttiva 2010/31/UE sotto l'acronimo NZEB (Nearly Zero Energy Building), sono gli edifici ad altissima prestazione energetica che minimizzano i consumi legati al riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, illuminazione, produzione di acqua calda sanitaria, utilizzando energia da fonti rinnovabili, elementi passivi di riscaldamento e raffrescamento, sistemi di ombreggiamento e garantendo un'adeguata qualità dell'aria interna e un'adeguata illuminazione naturale in accordo con le caratteristiche architettoniche dell'edificio. In Italia gli NZEB sono definiti in termini quantitativi sulla base del DM 26.06.2015 attraverso i limiti per la prestazione energetica globale, per il consumo di energia primaria non rinnovabile e per le caratteristiche del sistema edificio-impianto.

Aspetti di prestazione energetica

Al fine di utilizzare "al meglio" i requisiti e le prescrizioni energetiche imposti dalle Normative Tecniche vigenti è stato condotto un attento studio del comportamento energetico del sistema "edificio – impianto", nel senso che l'intera impostazione dell'involucro e degli impianti è stata oggetto di un'analisi di sensibilità orientata alla ricerca di una soluzione ottimale in rapporto alla geometria dell'edificio, agli orientamenti scelti per le facciate principali, alla trasmittanza termica delle superfici opache e trasparenti e alle modalità di produzione e distribuzione dell'energia.

Particolare cura è stata rivolta al problema dell'**inerzia termica** e dell'**apporto solare gratuito**. Infatti un valore ottimale dell'inerzia di massa dell'edificio che, contribuisce in modo significativo ad ammortizzare e sfasare le fluttuazioni di temperatura in funzione dell'andamento temporale dei carichi termici e rende non strettamente necessario l'utilizzo intensivo dell'impianto di condizionamento (**economia di gestione degli impianti**).

Per le **parti opache** (pareti esterne, solai e coperture) si privilegerà un sistema di facciata in legno multistrato + isolante in fibre di legno che assicura **ottime prestazioni termo igrometriche ed acustiche**.

Per gli **infissi** si è fatto ricorso a **vetrate selettive e basso emissive**; esse avranno caratteristiche tali da garantire un valore di trasmittanza minore rispetto al limite previsto dalla normativa vigente per la zona climatica di riferimento. L'insieme delle opere di efficientamento energetico dell'involucro combinato all'efficienza degli impianti e all'apporto di energia **rinnovabile dell'impianto fotovoltaico** potrà consentire il raggiungimento un indice di prestazione energetica corrispondente alla classe A4.

Aspetti di qualità ambientale interna

Le soluzioni progettuali proposte sono orientate ad un elevato soddisfacimento dei requisiti di benessere, sicurezza, risparmio energetico e compatibilità ambientale attraverso l'**impiego di tecnologie innovative sotto il profilo dell'efficienza, flessibilità, affidabilità, semplicità gestionale e manutentiva**, nel rispetto delle linee guida di Gara e dei relativi criteri ambientali di cui al D.M. 16/2016 del MATTM che, in linea con le più recenti normative di settore europee, è orientato a garantire condizioni di comfort e salubrità degli ambienti, nella consapevolezza che queste siano il complesso risultato dell'interazione di molteplici variabili: benessere termoigrometrico, benessere respiratorio e olfattivo (qualità dell'aria), benessere visivo, inquinamento elettromagnetico e benessere acustico. È noto, infatti, che la presenza contemporanea di alcuni fattori di rischio fisico/chimico come calore, umidità, velocità dell'aria, oltre che abbagliamento, rumore ed impurità dell'aria possano dar luogo ad uno stress supplementare per l'organismo esposto, influenzando negativamente sulle persone, aumentando la loro risposta tossica a sostanze inquinanti. Tali effetti sinergici determinano, ad esempio, che l'impurità dell'aria negli ambienti, dovuta alla presenza di contaminanti non metabolici (polveri, biossido di carbonio, fumo di sigarette, muffa), così come un'umidità relativa anormale (ambienti troppo secchi o troppo umidi), favoriscano l'insorgere di irritazioni o di fenomeni allergizzanti delle vie aeree. La letteratura scientifica internazionale ha messo in evidenza più volte come una discreta serie di sintomatologie, spesso sfocianti in vere e proprie sindromi patologiche, possano essere indotte dalla presenza di microrganismi aerodiffusi e che tali sintomatologie siano molto più frequenti negli ambienti in cui il ricambio d'aria non è assicurato da naturale ventilazione dei locali, bensì da sistemi di condizionamento e/o ventilazione

mal progettati, mal realizzati o mal gestiti. Si è quindi impostata una progettazione che miri a ridurre le fonti di inquinamento interne e le loro vie di diffusione nel rispetto dei requisiti ambientali, tecnici e gestionali di cui al citato DM. Sulla base di quanto fin qui esposto, è stata studiata una tipologia di impianto in grado di costituire una soluzione innovativa ed ottimale tutto l'anno, che abbinati elevati livelli di comfort ambientale a bassi consumi energetici con le migliori tecnologie disponibili, in un approccio integrato "edificio-impianto".

Illuminazione degli ambienti

L'illuminazione degli ambienti, è stata studiata **privilegiando l'apporto dell'illuminazione naturale** con adeguate aperture finestrate, opportunamente schermate, consentendo all'utente il contatto visivo con l'ambiente esterno e favorendo la penetrazione di una sufficiente quantità di luce naturale (luce ad elevata qualità). In particolare si è reso necessario **schermare la componente solare diretta**, causa di fenomeni di abbagliamento e di surriscaldamento degli ambienti, durante le ore diurne, impiegando sistemi di schermatura interna (tendaggi avvolgibili) e, per le finestrate particolarmente 'esposte' (fronte sud), con oggetti orizzontali e schermature esterne. In definitiva, l'illuminazione naturale sarà utilizzata nella maggiore misura possibile per favorire il benessere psico-fisico degli occupanti e ridurre il consumo energetico. Ad integrazione dell'illuminazione naturale negli ambienti interni, particolare cura sarà data ai sistemi di illuminazione artificiale, capaci di garantire in caso di insufficiente luce naturale, livelli di illuminamento adeguati. Le soluzioni illuminotecniche saranno conformi alla nuova normativa tecnica di settore e prevede l'impiego di **sistemi di gestione intelligenti delle luci associati all'utilizzazione di corpi illuminanti di nuova concezione**, installando sistemi automatici di accensione, spegnimento e regolazione dell'intensità luminosa (**rilevazione di presenza e luminosità**) e corpi illuminanti completi di schermi antiabbagliamento, alimentatori elettronici dimmerabili e **lampade fluorescenti lineari tipo a LED**, caratterizzate da elevata efficienza luminosa e resa cromatica ed elevata eco-compatibilità. Per il sistema di controllo dell'illuminazione si prevederà un sistema tipo DALI-KNX.

Approvvigionamento energetico

L'opportunità di prevedere **sistemi a bassa temperatura** (pannelli radianti a pavimento) per una vasta zona del complesso, determina la possibilità di sfruttare energeticamente la caratteristica propria di tali sistemi: scambiare calore a basso livello termico. L'aspetto è pienamente compatibile con la massimizzazione dell'efficienza energetica dei sistemi di produzione (**impianto a biomassa**).

Quanto all'utilizzo di **fonti rinnovabili**, si potrà avere sulle esposizioni Sud l'installazione di **pannelli fotovoltaici**, per la produzione di energia elettrica. L'energia elettrica ottenuta con tale sistema andrà a coprire quota parte della richiesta dell'edificio.

Risparmio Idrico

La proposta progettuale è orientata a raggiungere un vero "**ciclo integrato delle acque**". Le coperture raccoglieranno le acque di pioggia mediante condotti che correranno all'interno di cavedi fino a raggiungere il piano terra dove si atterreranno su pozzetti sifonati. Da qui le acque saranno trasportate mediante collettori fino a raggiungere una prima vasca di accumulo, ubicata al livello interrato. La vasca di accumulo sarà dotata di troppopieno e bypass allacciati al collettore di smaltimento delle acque meteoriche. **Le acque accumulate saranno trattate** prima di essere riutilizzate per l'impianto di scarico dei w.c. presenti nell'edificio e per l'innaffiamento delle aree a verde o delle aree esterne.

Dati e connessione

Elemento fondante di un nuovo sistema educativo è l'accessibilità alle informazioni, alle banche dati e la possibilità di elaborarle e gestire i nuovi media e tecnologie. Questo implica la importanza di impostare una buona connessione dell'edificio alle reti dati e una buona usabilità e accesso alle reti all'interno degli spazi. A tal fine si propone di dotare l'edificio di una adeguata connessione alla rete sia via cavo che attraverso una wi---fi diffusa (in particolare negli ambienti

strategici dedicati alla collettività) in modo tale da far diventare, in coerenza con quanto previsto dalla normativa vigente, il nuovo polo scolastico un attrattore qualificato di iniziative ed attività legate al tempo libero.

Aspetti di flessibilità Impiantistica

Il comfort ambientale è strategico in una scuola che prevede che gli ambienti abbiano pareti apribili, che la densità di frequentazione possa variare in modo marcato, che la destinazione d'uso dei luoghi sia flessibile. La flessibilità impiantistica risponde a due esigenze: una spaziale, innescata dal cambio di conformazione degli ambienti e dall'uso diversificato dei luoghi della scuola, cioè si devono accendere le luci, riscaldare, raffrescare, attivare la sicurezza e illuminare a volte solo una parte dell'edificio, a volte una stanza che raddoppia o dimezza le dimensioni aprendo delle pareti scorrevoli. Una seconda esigenza di flessibilità riguarda gli utenti. Gli impianti sono stati quindi impostati a matrice, con la possibilità di spegnerli e accenderli a tranches e regolarli separatamente.

SPECIFICITÀ DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Condizioni termo-igrometriche esterne e interne di progetto e criteri di dimensionamento

Si riportano all'interno di questo paragrafo le condizioni termo-igrometriche esterne ed interne di progetto e i criteri adottati per il dimensionamento degli impianti. Per quanto attiene alle condizioni di progetto che dovranno essere garantite dagli impianti, oltre al valore utilizzato per il dimensionamento, sono riportate le tolleranze ammissibili, anche in considerazione della precisione attesa degli strumenti di misura da utilizzarsi in fase di bilanciamento e collaudo degli impianti.

Condizioni termo-igrometriche esterne di progetto

Località:	Ariano Irpino
Zona climatica:	E
Gradi giorno:	2410
Durata periodo convenzionale di riscaldamento:	183 giorni
Temperatura esterna di progetto invernale:	-5C
Umidità esterna invernale di progetto:	77,3%
Temperatura esterna estiva di progetto:	30°C
Umidità esterna estiva di progetto:	51,9%

Condizioni termo-igrometriche interne di progetto

Si riportano di seguito le schede relative alle condizioni termo-igrometriche interne di progetto che dovranno essere garantite dagli impianti in funzione delle diverse destinazioni degli ambienti:

Aule	
Ricambio aria	$8 \left[\frac{l}{s \cdot persona} \right] \pm 10\% \text{ o } 5 \text{ vol/h}$

Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	45 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	$0.2 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	$0.15 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	25 dB(A) LAeq

Laboratori didattici	
Ricambio aria	$10 \left[\frac{l}{s \cdot persona} \right] +/- 10\%$
Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	40 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	$0.2 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	$0.15 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	35 dB(A) LAeq

sale convegni/auditorium	
Ricambio aria	$5,5 \left[\frac{l}{s \cdot persona} \right] +/- 10\%$
Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]

Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	45 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	$0.2 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	$0.15 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	25 dB(A) LAeq

Palestra	
Ricambio aria spazio gioco/area spettatori	$16,5/6,5 \left[\frac{l}{s \cdot persona} \right] +/- 10\%$
Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	45 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	$0.2 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	$0.15 \left[\frac{m}{s} \right] +/- 10\%$
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	25 dB(A) LAeq

Sale insegnanti e biblioteche	
Ricambio aria	$6 \left[\frac{l}{s \cdot persona} \right] +/- 10\%$
Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%

Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	45 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	0.2 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	0.15 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	25 dB(A) LAeq

Uffici	
Ricambio aria	11 $\left[\frac{l}{s \cdot persona} \right]$ +/- 10%
Temperatura interna di progetto estiva	26 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto estiva	55 % +/- 10%
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	40 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	0.2 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	0.15 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	35 dB(A) LAeq

Servizi igienici	
Ricambio aria - estrazione	8 $\left[\frac{vol}{h} \right]$ +/- 10%
Ricambio aria - immissione	2,5 $\left[\frac{vol}{h} \right]$ +/- 10%
Temperatura interna di progetto estiva	non controllata
Umidità relativa interna di progetto estiva	non controllata

Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	40 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	0.2 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	0.15 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	35 dB(A) LAeq

Corridoi e aree di transito	
Ricambio aria	1,5 vol/h
Temperatura interna di progetto invernale	20 [°C] +/- 1 [°C]
Umidità relativa interna di progetto invernale	40 % +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento estivo	0.2 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Velocità massima dell'aria nel volume convenzionale occupato, funzionamento invernale	0.15 $\left[\frac{m}{s} \right]$ +/- 10%
Massima rumorosità degli impianti nell'ambiente secondo DPCM 5 dicembre 1997	35 dB(A) LAeq

DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE

- Centrale termo-frigorifera per la produzione dei fluidi termovettori;
- Impianto di climatizzazione misto composto da terminali idronici e da UTA/recuperatori dedicati al controllo della concentrazione degli inquinanti;
- Impianti idrico sanitari ed antincendio
- Impianto di raccolta delle acque meteoriche per il riutilizzo nelle cassette dei servizi igienici e per irrigazione;
- Impianti di supervisione e controllo;
- Impianti elettrici e speciali

Impianti di condizionamento: tipologie proposte

aula/laboratori/uffici

La climatizzazione invernale delle zone aula/laboratori/uffici è garantita da un impianto a **pannelli radianti**. Il controllo della qualità dell'aria viene garantito da una unità di trattamento dell'aria dotata di batterie di preriscaldamento/raffrescamento e di **recuperatore di calore entalpico igroscopico** ad alta efficienza.

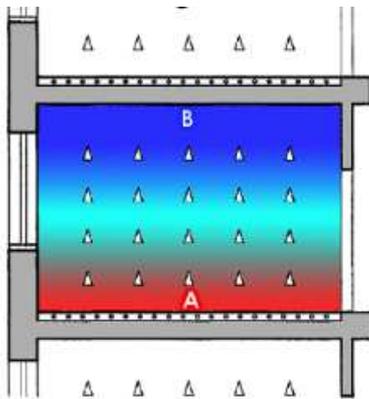
PANNELLI RADIANTI

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

1. il benessere termico
2. la qualità dell'aria
3. le condizioni igieniche
4. l'impatto ambientale
5. il calore utilizzabile a bassa temperatura
6. il risparmio energetico
7. sicurezza, semplicità manutentiva e durabilità

1) Il benessere termico

Per poter assicurare in un locale condizioni di benessere termico ideale 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:



Irraggiamento in un impianto a pavimento radiante

- la specifica posizione a pavimento dei pannelli radianti crea i presupposti affinché si verifichi la condizione ideale grazie alla diffusione del calore dal basso verso l'alto;
- il fatto che essi cedono calore soprattutto per irraggiamento, evita il formarsi di correnti convettive d'aria calda a soffitto e fredda a pavimento.

2) La 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;
- l'elevata circolazione di polvere, che (specie nei locali poco puliti) può essere causa di allergie e difficoltà respiratorie.

3) Le 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, impedendo pertanto la creazione dell'ambiente ideale per acari e batteri;

- l'insorgere di muffe e della relativa fauna batterica sulle pareti che confinano coi pavimenti caldi.

4) L'impatto ambientale

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

- non pongono vincoli di natura estetica;
- non limitano la libertà d'arredo, consentendo così l'utilizzo più razionale dello spazio disponibile garantendo anche una **flessibilità di utilizzo delle zone servite**;
- **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.

5) Il 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 in combinazione con sorgenti di calore che hanno una resa (termodinamica o economica) migliore quando devono lavorare a bassi regimi di temperatura.

6) Il risparmio energetico

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

Dopo un certo periodo di irraggiamento il sistema a pannelli radianti raggiunge un punto di massima efficienza in cui il volume da riscaldare è prossimo alla curva ideale di benessere termico. Il mantenimento di tale condizione richiede un dispendio minimo di energia, al contrario di quanto avviene nei sistemi a corpi scaldanti, in cui l'irraggiamento avviene sempre ad elevate temperature. Questo consente 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.

Inoltre vi sono altri elementi che influiscono sul risparmio energetico, seppure con minor incidenza rispetto ai precedenti:

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

7) Sicurezza, semplicità manutentiva e durabilità

- **costi di manutenzione ordinaria uguali a zero** (mentre i tradizionali radiatori e/o ventilconvettori necessitano di periodiche operazioni di pulizia e verniciatura, negli impianti a pannelli radianti gli interventi di manutenzione sono praticamente inesistenti);
- **non sono soggetti ad atti vandalici**;
- non ingombrano a pavimento e non sono causa di incidenti.
-

RECUPERATORI DI CALORE ROTATIVI IGROSCOPICI

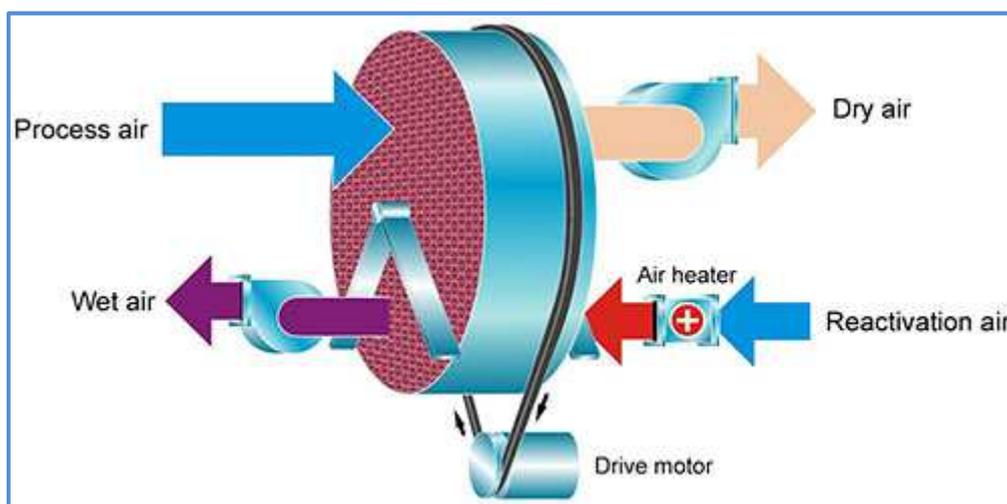
L'aria primaria è garantita da unità di trattamento dell'aria dotata di batterie di preriscaldamento/raffrescamento e di recuperatore di calore entalpico igroscopico ad alta efficienza. Essi saranno installati in controsoffitto all'interno dei gruppi bagno, in questo modo saranno facilmente accessibili per interventi di manutenzione, saranno inoltre dotati di barriera

acustica contro i rumori in entrata ed in uscita. L'aria in ambiente verrà immessa e ripresa tramite diffusori lineari perfettamente integrati nelle armadiature. I canali di distribuzione principale correranno in controsoffitto nei connettivi.

I recuperatori di calore rotativi sono costituiti da un rotore cilindrico caratterizzato da migliaia di micro canali che garantiscono una superficie complessiva di scambio molto elevata, da un telaio di contenimento completo di guarnizioni a spazzola per minimizzare il trafileamento fra i flussi d'aria di immissione e di espulsione e da un sistema di azionamento formato da un motore elettrico che può essere munito di un regolatore di velocità. Nei recuperatori di calore rotativi lo scambio avviene per accumulo di calore nel rotore. Il ciclo di scambio avviene tramite la rotazione del cilindro nel quale l'aria di espulsione attraversa una metà dell'involucro e cede calore alla matrice del rotore che lo accumula. L'aria di rinnovo, che attraversa l'altra metà, assorbe il calore accumulato. Proseguendo la rotazione, le parti che assorbono e cedono calore si invertono continuamente, ed il processo può continuare in maniera infinita.

In regime estivo è l'aria esterna a essere raffreddata e deumidificata; in regime invernale l'aria entrante, fredda e secca, assorbe calore dal rotore eventualmente umidità. Nelle mezze stagioni sarà invece possibile lavorare in **free cooling** risparmiando significativamente sui costi energetici.

La regolazione della velocità di rotazione permette di escludere il surriscaldamento dell'aria soprattutto nelle stagioni intermedie, garantendo al contempo di **massimizzare il recupero energetico dell'unità**. La quantità di calore recuperata, infatti, aumenta all'aumentare della velocità di rotazione ed è per questo motivo che la velocità viene regolata sulla rilevazione della temperatura dell'aria. Questo tipo di recuperatore permette rendimenti fino a valori pari a 85%.



Sale convegni e palestra

La sala convegni e la palestra saranno climatizzate a mezzo di unità di trattamento aria dedicate e dotate di recuperatori di calore. Esse saranno installate nei locali centrali tecnologiche a livello interrato, locali ove è stato previsto un collegamento verticale verso l'esterno per garantire la corretta aerazione ed i necessari passaggi impiantistici.

Laboratorio didattico ed enogastronomico

Per il laboratorio didattico ed enogastronomico in particolare, stante la sua flessibilità di utilizzo, sia per le attività scolastiche che quale spazio dedicato alla collettività, si propone una l'installazione di **Unità di Trattamento Aria a Recupero Termodinamico**. Tale scelta consente con un'unica macchina, da interno, di realizzare un impianto a tutt'aria esterna a portata variabile autonomo.

La diffusione dell'aria avviene tramite diffusori installati sotto poltrona. Tale scelta in termini di diffusione dell'aria, garantisce una corretta distribuzione e miscelazione dell'aria e conseguente **maggior sensazione di benessere**

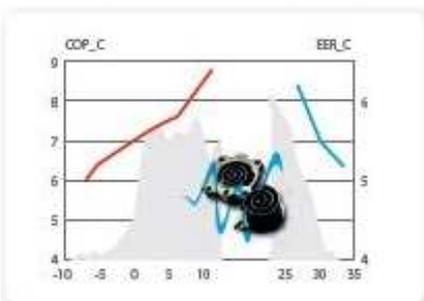
microclimatico oltre a contribuire al **contenimento dei costi di realizzazione e alla semplicità manutentiva dell'impianto**. Inoltre, l'assenza di terminali a vista comporta una migliore integrazione architettonica con conseguenti vantaggi di tipo estetico.

Principali Caratteristiche



Recupero Termodinamico: l'aria viziata, come sorgente termica favorevole e stabile nel tempo, dimezza l'energia per i compressori; il circuito termodinamico usa questa sorgente per produrre energia termica e frigorifera con efficienza superiore a quella dei generatori convenzionali che utilizzano l'aria esterna come sorgente. Con temperature di evaporazione più elevate sullo scambiatore freddo e temperature di condensazione più basse sullo scambiatore caldo, riduce l'assorbimento dei compressori anche del 50%.

Risparmia energia nel ciclo annuale. Recupera l'energia dell'aria espulsa, la capacità prodotta soddisfa gran parte del fabbisogno dell'intero impianto. Elimina gli sprechi tipici degli impianti centralizzati, come pompaggio, accumulo, dispersioni sulla rete di distribuzione dei fluidi. Risparmio anche del 30% sulla ventilazione.



Tecnologia a pompa di calore: l'efficienza aumenta ulteriormente a carico parziale, dove si concentra il maggior numero di ore di funzionamento. Il recupero termodinamico elimina le elevate perdite di carico dei recuperatori passivi. Risparmio annuale anche del 50% rispetto agli impianti convenzionali. **Massima Integrazione:** produce autonomamente capacità termica e frigorifera per il trattamento dell'aria: nessun collegamento a centrali termiche e frigorifere esterne. **Regolazione continua di capacità (altissima efficienza stagionale):** fornisce all'utilizzo solo l'energia effettivamente necessaria. Così l'efficienza aumenta ulteriormente

nel funzionamento a carico parziale, che è la condizione di utilizzo più frequente. Il consumo di energia primaria annuale si riduce anche del 50% rispetto ai sistemi tradizionali. **Free-Cooling dinamico: grande risparmio sul costo di gestione:** immette aria esterna fresca e purificata senza attivare i compressori, raffredda gratuitamente gli ambienti per un elevato numero di ore di funzionamento dell'impianto, E' ancora più efficace negli edifici con elevati carichi endogeni. **Post-riscaldamento gratuito:** recupera il calore del gas caldo, elimina il costo energetico per il pompaggio e l'accumulo dell'acqua calda dalla centrale termica oppure dal recupero termico sul refrigeratore, aumenta ulteriormente l'efficienza energetica di produzione del circuito termodinamico grazie alla condensazione favorevole. Accurata regolazione modulante della temperatura di mandata. Funzione "**soft start**" che riduce drasticamente la corrente di spunto all'avviamento del ventilatore e limita ulteriormente l'impegno elettrico del sistema. A parità di prestazioni, risparmia così anche il 30% rispetto ai sistemi di ventilazione convenzionali. **Filtri elettronici ad alta efficienza:** risparmio sulla ventilazione superiore al 10% rispetto ai filtri convenzionali. **Portata Variabile:** solo la quantità che serve. Può ridurre automaticamente la portata d'aria in base all'effettivo affollamento, rilevato mediante la sonda CO₂ di bordo. Ulteriore aumento del risparmio energetico per la movimentazione dell'aria. **Caratteristiche di una unità tipologica:** EER:4,48; COP 8,28.

Auditorium

Le zone relative all'auditorium/sala convegni avranno condizionamento estivo ed invernale realizzato con un impianto a tutt'aria esterna a parziale ricircolo. L'aria immessa e ripresa dalla rete di canali correnti in controsoffitto avverrà prevalentemente tramite diffusori lineari.

Cucine

Nella cucine l'estrazione forzata avverrà in parte tramite cappe a compensazione, in parte da rete di ripresa con estrattore al piano. L'estrattore dedicato alla cappa della cucina sarà dotato di filtri a carboni attivi tali da abbattere gli odori provenienti dall'estrazione.

L'immissione d'aria trattata sarà effettuata tramite impianti di canalizzazioni con "bocchette" di grande superficie per l'immissione lenta e diffusa dell'aria trattata, per evitare sgradevoli "frecce" d'aria ed il cui flusso a carattere laminare effettua un corretto "lavaggio" dell'ambiente.

L'impianto di trattamento dell'aria viziata della cucina non sarà convogliato assieme agli impianti per il trattamento dell'aria viziata di altri ambienti.

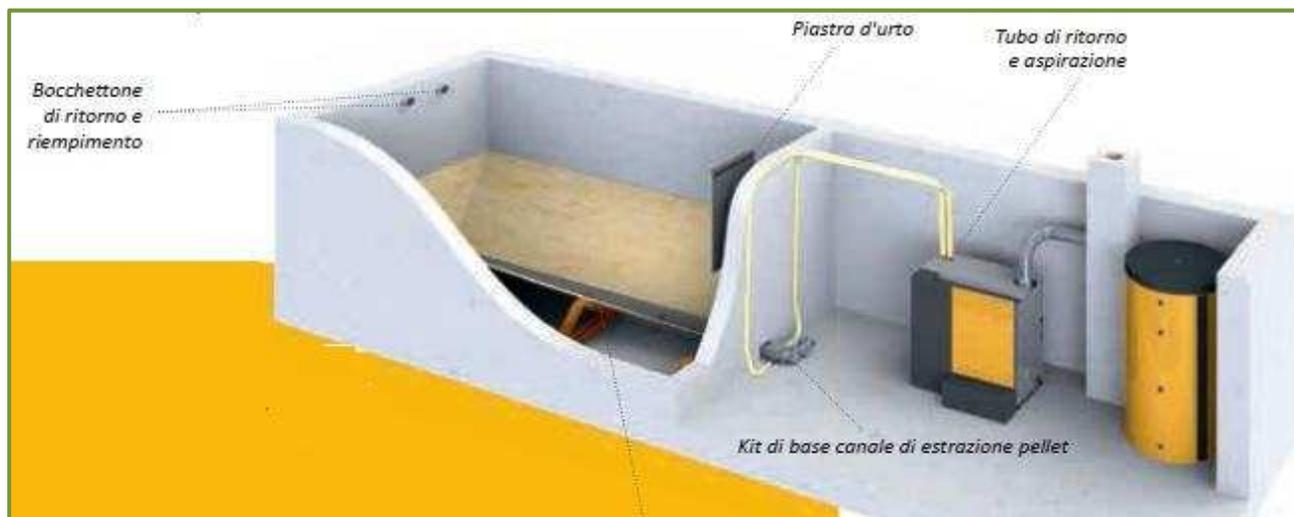
Le apparecchiature dedicate alla cucina saranno dotate di accessi in numero e di dimensioni sufficienti per la manutenzione e l'utilizzazione, in modo tale da evitare che la zona della cucina sia coinvolta nelle operazioni di cui sopra.

Gruppi bagno

La ventilazione ed espulsione aria dei servizi igienici viene garantita attraverso apposite casse ventilanti, capaci di garantire le necessarie condizioni di depressione rispetto agli ambienti confinanti e dotate di recuperatore di calore a flussi incrociati per la riduzione del fabbisogno energetico di ventilazione.

Centrale termica: Impianto a biomassa

Installare un impianto a biomassa (legna, cippato o pellet) presso la Pubblica Amministrazione significa andare nella direzione dell'efficientamento energetico degli edifici nonché scegliere una tecnologia all'avanguardia, moderna e rispettosa dell'ambiente. La Pubblica Amministrazione si trova spesso a dover gestire strutture di grandi dimensioni, come le scuole in taluni casi altamente energivore. La soluzione impiantistica a biomassa legnosa si adatta a tutte queste situazioni garantendo la possibilità di accedere a finanziamenti e incentivi per ridurre i futuri costi di riscaldamento.



L'impianto è alimentato a cippatino, prodotto a partire da legno vergine essiccato due anni (senza ramaglie e scarti), caratterizzato da dimensioni comprese tra 10 e 30 mm, frutto di una lavorazione più raffinata rispetto al cippato propriamente detto. La caldaia e il deposito di biomassa collegato alla caldaia sono installate nella centrale termica. La caldaia prevista è certificata in classe 5 per il funzionamento con pellet di legno, ma è stata progettata per essere alimentata anche con il cippatino, il cippato, il pellet di cereali, il pellet di paglia, gusci di noci e altre biomasse. Il deposito di biomassa sarà facilmente alimentato dall'esterno tramite un apposito sistema meccanico di trasporto del materiale.

Queste tipologie di caldaie consentono uno sfruttamento estremamente efficiente del potere calorifico della biomassa. Caldaie a controllo elettronico per la combustione di legna, pellet o cippato hanno raggiunto ormai efficienze superiori al 92%; questo significa che meno del 10% del potere calorifico della biomassa finisce in atmosfera, sotto forma di fumi di scarico, con una quasi totale riduzione delle polveri sottili. **La massima convenienza economica si ottiene se la biomassa è facilmente disponibile in loco, come nelle zone agricole e montane contribuendo allo sviluppo economico locale.** Infatti la diffusione di questi impianti—integrata da una efficiente gestione della risorsa boschiva sta portando nelle zone montane allo sviluppo della filiera del legno, ovvero uno **sfruttamento sostenibile di boschi e foreste per ottenere un combustibile naturale e rinnovabile.**

La distribuzione del fluido termovettore verrà effettuata con un circuito primario a portata costante e circuiti secondari a portata variabile. È previsto un serbatoio inerziale del tipo termoaccumulo con funzione di separatore idraulico e al contempo presiede alla produzione di acqua calda sanitaria. Dal serbatoio inerziale vengono spillati i circuiti radianti e le unità di trattamento aria, dotato il primo di valvola miscelatrice con compensazione climatica ed il secondo di valvole a due vie modulanti poste sulle batterie di preriscaldamento e postriscaldamento dell'unità di trattamento aria.

La presenza delle valvole sui terminali di ambiente, dei sensori di temperatura dell'aria primaria, nonché dei circuiti idronici a portata variabile, accompagnati dall'elevato rendimento di generazione delle caldaie a biomassa permettono di massimizzare il rendimento globale dell'impianto.

Centrale frigo

La produzione del fluido termovettore freddo sarà garantita da uno o più gruppi frigoriferi ad alta efficienza con condensazione ad aria, del tipo con compressori ermetici scroll e refrigerante 410a e ventilatori centrifughi tipo plug fan con motori EC condensati ad aria. Essi saranno collocati in nella zona dedicata alle centrali tecnologiche (a livello interrato) e progettata anche ai fini dell'impatto acustico.

Normativa di settore applicata

- DECRETO 11 gennaio 2017 “Criteri Ambientali Minimi per L’Affidamento di Servizi di Progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”;
- DECRETO 26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”;
- Legge 3 agosto 2013, n. 90 “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale”;
- D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74 “Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192. (13G00114)”;
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”;
- D.lgs. n. 192/05 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”;

o D.P.R. n. 412/93 “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, comma 4, legge 9 gennaio n.10”;

- D.P.R n. 551/93 “Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia”;

- Legge n. 10/91 “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”;

- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’art. 49, comma 4, del d.l. 31/05/2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30/07/2010, n. 122;

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;

- Norme UNI 5364, “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell’offerta e per il calcolo”;

- Norme UNI EN 12831, “Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto”;

- Norme UNI 8065, “Trattamento dell’acqua negli impianti termici ad uso civile”;

- Norme UNI 8364, “Impianti di riscaldamento. Esercizio, conduzione, controllo e manutenzione”;

- Norme UNI 8884, “Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione”,

- Norme UNI 10339, “Impianti aerulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”;

- Norme UNI 10348, “Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo”;

- Norme UNI 10349, “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici”;

- UNI 8199 “Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione”;

- Norme UNI-TS 11300-1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

- Norme UNI-TS 11300-2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

- Norme UNI-TS 11300-3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

- Norme UNI-TS 11300-4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

- UNI/TS 11300-5 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell’energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili”;

- UNI/TS 11300-6 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili”
- UNI EN ISO 7730_2006 - Benessere termico tramite indice PMV PPD;
- D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili;
- D. Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- Norme UNI 9182, “Edilizia – Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione”;
- Norme UNI EN 12056-1 Requisiti generali e prestazioni;
- Norme UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”;
- UNI EN 12056-3 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo”;
- D.M. 26 agosto 1992 “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica”;
- Norme UNI 10779: “Impianti di estinzione incendi- Reti di idranti- Progettazione, installazione ed esercizio”;
- Norme UNI 12845: “Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”;
- Norma UNI 11528:2014 "Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio”;
- Normativa UNI 11292 Locali destinati ad ospitare unità di pompaggio per impianti antincendio. Caratteristiche costruttive e funzionali;
- UNI EN 805_2002 - Approvvigionamento acqua;
- UNI EN 806-02_2008 - Convogliamento acque consumo umano;
- UNI TS 11445_2012 - Recupero Acque Meteoriche;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.M. 22-1-2008 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”.