

Il testo è stato sottoposto al processo di valutazione double-blind peer review

Immagini e disegni in copertina:

- Colata di calcestruzzo all'interno dei blocchi Isotex, blocchi cassero di legno-cemento (*Isotex S.r.l.*)
- Solaio contro terra realizzato con casseri a perdere di plastica riciclata (igloo) (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)
- Montaggio della facciata a cellule indipendenti del Solar Carve Tower, grattacielo sulla High Line a Manhattan (NY) – 40 Tenth Avenue (*Focchi S.p.A.*)
- Ferri di armatura e casseri per la realizzazione di una fondazione a trave rovescia (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)
- Sezione verticale di una parete realizzata con blocchi Ytong e serramento di PVC con cassonetto. Solaio di latero-cemento con travetti prefabbricati di tipo tralicciato con fondello di laterizio, pacchetto per il riscaldamento a pavimento e pavimentazione realizzata con listelli di parquet (*Elaborazione di Valentina Puglisi*)

ISBN 978-88-916-3058-2

© **Copyright 2019 Maggioli S.p.A.**

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2008

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

www.maggiolieditore.it

e-mail: clienti.editore@maggioli.it

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Il catalogo completo è disponibile su www.maggiolieditore.it area università

Finito di stampare nel mese di febbraio 2019 nello stabilimento Maggioli S.p.A.
Santarcangelo di Romagna (RN)

Capitolo 11 IL PROGETTO EDIFICIO-IMPIANTO

Valentina Puglisi

Il Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 stabilisce che «l'edificio è un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno»³²¹.

«Gli impianti tecnici, o impianti di fornitura servizi, sono l'insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici aventi la funzione di consentire l'uso di flussi energetici, informativi e materiali, indispensabili per garantire la funzionalità dell'edificio e il conseguente allontanamento degli eventuali prodotti di scarto»³²². Nel corso degli anni gli impianti hanno assunto un ruolo sempre più importante all'interno della progettazione degli edifici; sono infatti notevolmente cambiate le richieste

della società e, di conseguenza, il budget destinato alla progettazione e alla messa in opera delle reti impiantistiche.

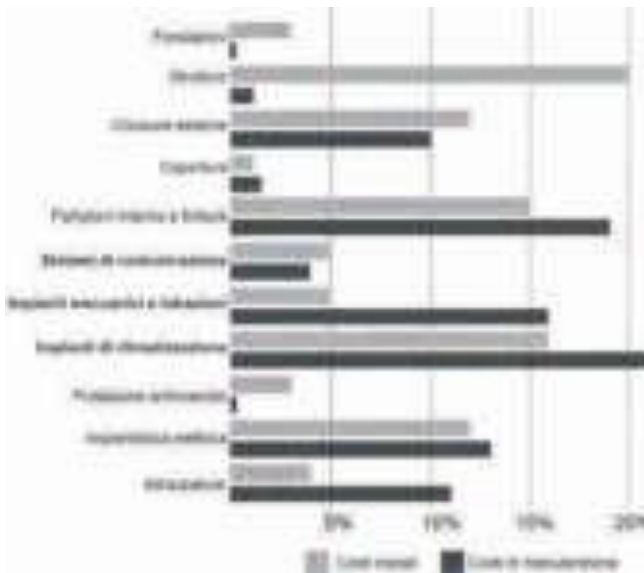


Fig. 11.1: Il confronto tra le spese di realizzazione e le spese di gestione e manutenzione dei vari componenti dell'edificio.

³²¹ D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311, *Disposizioni correttive e integrative al D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*

³²² Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Tecniche e architettura*, Città Studi Edizioni, Zibido San Giacomo (MI).

1950	1960	1970	1980
Illuminazione	Illuminazione	Illuminazione	Illuminazione
Scambi estatori	Scambi estatori	Scambi estatori	Scambi estatori
Acqua fredda	Acqua fredda	Acqua fredda	Acqua fredda
Scarico acque	Scarico acque	Scarico acque	Scarico acque
	Telefono duplex	Telefono	Telefono singolo
		Gas	Gas
		Riscaldamento autonomo	Riscaldamento autonomo
			Riscaldamento centralizzato
			Impianto d'allarme

Se nel recente passato, all'interno delle abitazioni, si trovavano soltanto le forniture impiantistiche essenziali (elettricità, gas ed acqua corrente) ora, per dare risposta ai bisogni sempre più articolati e in continua evoluzione delle nuove generazioni sono stati aggiunti nuovi elementi impiantistici (impianti anti intrusione, di climatizzazione invernale ed estiva, telematici, domotici, di produzione dell'energia elettrica, ecc.).

L'aumento delle tecnologie disponibili all'interno degli edifici è andata di pari passo con l'aumentare delle dimensioni degli spazi riservati al passaggio degli impianti (cavedi tecnici). Questi ultimi, infatti, sono elementi vincolanti nella distribuzione interna dell'edificio tanto quanto gli elementi strutturali (pilastri, muri portanti, setti, ecc.). Il non corretto posizionamento di tali elementi all'interno dell'edificio può comportare una difficoltà nella distribuzione degli spazi interni.

Occorre dunque ragionare, durante la progettazione, sulla collocazione degli impianti e delle reti impiantistiche, garantendo la loro accessibilità per operare interventi di tipo manutentivo e ispettivo. Gli impianti hanno inoltre un'elevata incidenza dal punto di vista economico, sia alla nascita dell'edificio (per il loro reperimento e la loro installazione) sia durante la gestione nel tempo (per gli interventi di manutenzione).

La norma UNI 8290³²³ classifica gli impianti in: climatizzazione, idrosanitario, smaltimento liquidi, solidi e aeriformi, distribuzione gas, elettrico, telecomunicazione, fisso di trasporto, di sicurezza, antincendio, di messa a terra, parafulmine, antifurto e antintrusione.

³²³ Norma UNI 8290-1:1981 e A122:1983, *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.*

1980	2000	2010 - 2020
- Illuminazione	- Illuminazione	- Illuminazione
- Scarico esaltato	- Scarico esaltato	- Scarico esaltato
- Acqua fredda	- Acqua fredda	- Acqua fredda
- Scarico acque	- Scarico acque	- Scarico acque
- Telefono	- Telefono singolo	- Telefono singolo
- Gas	- Gas	- Induzione
- Riscaldamento autonomo	- Riscaldamento autonomo	- Riscaldamento autonomo
- Riscaldamento centralizzato	- Riscaldamento centralizzato	- Riscaldamento centralizzato
- Impianto d'aria	- Impianto d'aria	- Impianto d'aria
- Climatizzazione	- Climatizzazione	- Climatizzazione
- ADSL	- ADSL	- Fibra
	- Sensori centralizzati	- Sensori individuali
		- Domotica

Fig. 11.2: Timeline degli elementi impiantistici dagli anni 50 ad oggi (rappresentazione grafica di Andrea Delmenico).

Tale norma, risalendo al 1981, non prende in considerazione molti dei nuovi impianti oggi presenti nei nostri edifici (impianti di produzione di energia termica ed elettrica, impianti domotici, ecc.).

La classificazione degli impianti può così avvenire in modo operativo, ossia distinguendo tra impianti meccanici e impianti elettrici (a seconda degli elementi di trasporto):

- *gli impianti meccanici:* sono quelle canalizzazioni attraverso cui vengono movimentati i fluidi (acqua fredda e calda sanitaria, scarico delle acque reflue o meteoriche), i gas (refrigeranti per impianti di condizionamento o per cucinare) e l'aria (come nel caso degli impianti di purificazione e ventilazione forzata);
- *gli impianti elettrici:* sono quegli elementi che creano un passaggio di energia elettrica attraverso cavi e cablaggi.

11.1. Le reti e gli elementi tecnici degli impianti

Le reti sono dei condotti impiantistici atti al trasporto di energia sotto forma di corrente elettrica, fluido o gas al fine di far funzionare gli impianti. Si compongono essenzialmente di quattro elementi tecnici:

- la centrale di produzione;
- le dorsali di distribuzione (reti di trasporto);
- i terminali;
- gli elementi impiantistici esterni.

L'energia richiesta viene prodotta o trasformata dalla centrale, distribuita all'interno dell'edificio attraverso le dorsali, fino a raggiungere i terminali. Questo procedimento è il medesimo sia per gli impianti elettrici che per quelli meccanici (riscaldamento, raffrescamento, distribuzione dell'acqua, ecc.).

11.1.1. La centrale di produzione

La centrale di produzione, a seconda del tipo di energia che produce, può essere di varie tipologie (analizzate più nel dettaglio nel presente capitolo):

- la centrale termica per gli impianti termici;
- le UTA (Unità Trattamento Aria) per il condizionamento e il trattamento dell'aria;
- il quadro generale per l'impianto elettrico.

Tali tipologie sono analizzate nel dettaglio nel presente capitolo, nei paragrafi relativi agli impianti meccanici ed elettrici.

11.1.2. Le dorsali di distribuzione

Le dorsali di distribuzione assolvono il compito di distribuire l'energia richiesta attraverso i canali idonei fino ad arrivare agli elementi terminali, cioè quegli elementi atti a comandare le funzioni richieste all'impianto e da cui se ne trae beneficio.

Ogni impianto è caratterizzato da una determinata tipologia di condotto in cui far scorrere i propri elementi principali: tubazioni di polipropilene per il riscaldamento, tubazioni di rame per il condizionamento, cavidotti di rame per gli impianti elettrici e così via. Tutte le reti di distribuzione sono sempre dotate di elementi sezionatori posizionati nelle tratte che vanno dalle centrali di produzione agli elementi terminali (es. collettori negli impianti di riscaldamento o scatole di derivazione negli impianti elettrici) al fine di facilitare eventuali azioni di tipo manutentivo.

11.1.3. I terminali degli impianti

Per terminali si intendono tutti quegli elementi che chiudono l'impianto e forniscono all'ambiente l'energia richiesta.

Ad ogni impianto appartengono diverse tipologie di terminali.

Per quanto riguarda l'impianto di riscaldamento e raffrescamento esistono sul mercato diverse tipologie di terminali tra cui i radiatori, i termoconvettori, i fan coil, i pannelli radianti e gli split per le pompe di

calore caldo/freddo. L'impianto idrico, invece, termina con rubinetti o miscelatori, in base alla collocazione all'interno dell'edificio. Infine, l'impianto elettrico presenta come terminali centraline di derivazione ed elementi di comando, gli interruttori, oltre alle prese a cui vengono collegati tutti i dispositivi che funzionano ad elettricità.

11.1.4. Gli elementi impiantistici esterni

Si tratta di quegli impianti che, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente, devono essere collocati all'esterno dell'edificio (come, ad esempio, le Unità di Trattamento Aria - UTA).

11.2. Gli impianti meccanici

Gli impianti meccanici possono essere classificati così come riportato nella tabella seguente.

Classe	Sottoclasse
A. Impianti di climatizzazione	<ul style="list-style-type: none"> - di riscaldamento - di ventilazione - di condizionamento
B. Impianti idrici e di scarico	<ul style="list-style-type: none"> - di sollevamento e distribuzione dell'acqua potabile - di produzione e distribuzione dell'acqua calda - di scarico dei rifiuti liquidi e di ventilazione - di scarico delle acque meteoriche - di smaltimento delle acque sanitarie e piovane - di irrigazione
C. Impianti per la fornitura di servizi vari	<ul style="list-style-type: none"> - di distribuzione del gas naturale - di stoccaggio e distribuzione del GPL - per lo spegnimento degli incendi - fissi di aspirazione polveri

Tab. 11.1: La classificazione degli impianti meccanici.

Fonte: Norma UNI 8290-1:1981³²⁴.

11.2.1. Gli impianti di climatizzazione

Secondo la Legge n. 90 del 3 agosto 2013³²⁵, un impianto termico è «un impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale o

³²⁴ Norma UNI 8290-1:1981, *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.*

³²⁵ 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*

estiva, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, comprendente eventuali sistemi di produzione, distribuzione e utilizzo del calore nonché gli organi di regolarizzazione e controllo». L'installazione, l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici è normato in Italia dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 74 del 16 aprile 2013³²⁶.

Un impianto di climatizzazione è un sistema tecnologico che permette di regolare la temperatura e l'umidità degli ambienti interni di un locale. Generalmente l'impianto è costituito da due elementi: un'unità interna per l'aspirazione dell'aria e per il suo raffrescamento (ed eventualmente riscaldamento) e un'unità esterna per l'espulsione all'esterno dell'aria calda sottratta all'interno.

Esistono diverse tipologie di impianti, tra cui i più comuni sono l'impianto di riscaldamento ad acqua o ad aria, l'impianto di condizionamento estivo e gli impianti di ventilazione. Questi ultimi, fino al decennio scorso, erano presenti soltanto negli edifici pubblici o terziari, mentre ora sono sempre più presenti anche negli edifici residenziali. Questa tipologia di impianto viene spesso integrata con quello di raffrescamento, in quanto possono condividere gli stessi cavetti impiantistici. L'impianto di riscaldamento è in grado di mantenere l'aria ad un prefissato valore di temperatura ma non può eseguire il rinnovo dell'aria; l'impianto di condizionamento provvede a rinfrescarla ma non a rinnovarla mentre l'impianto di ventilazione esegue il rinnovo dell'aria ma non provvede né a rinfrescarla né a riscaldarla.

Negli impianti di condizionamento, ventilazione meccanica controllata e riscaldamento ad aria, il principio generale di funzionamento non è più la combustione di gas o gasolio, bensì il riscaldamento o raffrescamento dell'aria esterna che viene poi convogliata all'interno degli ambienti abitati. Tutto ciò avviene mediante l'utilizzo di energia elettrica.

Queste tipologie di impianti sono costituiti da un'unità esterna (UTA – Unità Trattamento Aria) e da dei terminali interni (fancoils o split). Le UTA sono solitamente posizionate all'esterno dell'edificio per poter prelevare aria pulita da immettere all'interno dei locali. Queste devono rispettare precise normative e, difatti, l'articolo 91 del Regolamento

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.

³²⁶ 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 D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192.*

Edilizio del Comune di Milano³²⁷ prescrive la collocazione dei macchinari impiantistici in copertura, ma in posizione non visibile dalle pubbliche vie. Nel caso di impianti di climatizzazione centralizzata o di grandi ambienti quali negozi o uffici, è possibile prevedere un ambiente dedicato esterno all'edificio in cui alloggiare tutti i macchinari. Quando invece si interviene su un edificio esistente si possono posizionare le unità esterne direttamente sulle pertinenze dell'appartamento (balconi) oppure sulle pareti. Entrambe le scelte sono fortemente antiestetiche ed è per questo motivo che, in fase progettuale, bisogna pensare non solo al pacchetto impiantistico dell'edificio ma anche al corretto posizionamento delle varie componenti.

11.2.1.1. Gli impianti di riscaldamento

Gli impianti di riscaldamento assolvono il compito di scaldare gli ambienti confinati e sono suddivisi nelle seguenti sottocategorie:

- *le caldaie autonome a camera stagna, a camera aperta o a condensazione*: in origine venivano installate in ambienti interni e successivamente esternamente all'abitazione. Con la nuova Direttiva ErP (*Energy related Products*) del 26 settembre 2015, le caldaie a camera stagna o aperta sono state dichiarate non a norma e sono state sostituite da moderne caldaie a condensazione. L'installazione ex-novo di impianti termici di vecchia concezione è ammessa soltanto all'interno di contesti condominiali che hanno una Canna fumaria Collettiva (CC) o a Canna Collettiva Ramificata (CCR). Le nuove caldaie a condensazione si adattano ad ogni tipo di impianto esistente, a pavimento, a soffitto oppure con radiatori, ma è sempre preferibile dotarli di condotti fumari indipendenti;
- *le pompe di calore*: sono macchine frigorifere che funzionano per meccanismo inverso rispetto a quello convenzionale: invece di produrre aria fredda, trasformano l'energia proveniente dagli impianti elettrici o di combustione in aria calda. Quelle più comuni funzionano ad elettricità e sono in grado di cedere agli ambienti il calore necessario derivante dall'ambiente esterno, maggiorato dal lavoro meccanico del compressore;
- *gli impianti centralizzati*: sono caratterizzati dalla presenza di un'unica centrale termica al servizio di più unità abitative. In questi casi la potenza del generatore di calore è sempre

³²⁷ Comune di Milano (2014), *Regolamento Edilizio del Comune di Milano*, art. 91 "Volumi tecnici".

superiore ai 35 Kw e, pertanto, è prevista la realizzazione di un apposito locale dedicato all'alloggiamento della centrale termica e di una rete di distribuzione articolata in grado di raggiungere le singole unità. Questa soluzione è attualmente molto utilizzata nei complessi condominiali, in quanto permette un maggior risparmio energetico rispetto alle caldaie autonome: l'impianto è caratterizzato, infatti, da una maggior efficienza, con ampia possibilità di gestione personalizzata della temperatura interna ai singoli locali. Per la contabilizzazione dei consumi di ogni abitazione, a valle del contatore generale sono dislocati dei sotto-contatori che registrano i consumi di ogni appartamento.

L'impianto di riscaldamento si compone di tre elementi fondamentali: il generatore di calore, le reti di trasporto e i terminali.

Il **generatore di calore** è alimentato da un combustibile solitamente fossile oppure rinnovabile (biomassa) ed è posizionato in locali specifici dell'edificio.



Fig. 11.3: Centrale termica di un condominio posta all'interno di un locale interrato, posizionato sotto l'edificio.

La centrale termica trova spazio solitamente in luoghi chiusi sia in edifici civili che industriali. La progettazione deve scrupolosamente seguire le normative nazionali e comunitarie poiché si tratta di ambienti a rischio di esplosioni a causa della presenza di combustibili; inoltre, le tubazioni presentano fluidi ad alta pressione e ad alta temperatura.

Il cuore di una centrale termica è il generatore di calore (o caldaia), alimentato da un combustibile che, bruciando, è in grado di riscaldare il fluido termovettore da inviare all'impianto di riscaldamento.

La caldaia è dotata dei seguenti elementi tecnici:

- la *rampa del gas*: è un elemento atto a convogliare il combustibile gassoso dalla rete di distribuzione o da un serbatoio al bruciatore;
- il *bruciatore*: è il componente dell'impianto in cui avviene la miscelazione di un combustibile ed un comburente producendo la reazione di combustione e successivamente la fiamma. Dal punto di vista strutturale esistono due tipi di bruciatore:
 - o i *bruciatori ad aria aspirata, atmosferico o premiscelato*: sono di utilizzo civile (fornelli, scaldabagni a gas, caldaie di piccola e media potenza). In questo caso l'aria viene aspirata in modo naturale dal combustibile grazie ad un condotto che presenta un restringimento della sezione nel punto in cui viene immesso il combustibile, sfruttando così "l'effetto Venturi"³²⁸;
 - o i *bruciatori ad aria soffiata*: presentano un'immissione dell'aria di tipo forzato grazie ad un ventilatore posto a monte del bruciatore stesso. Vengono utilizzati in tutte le applicazioni industriali (generatori di vapore e di aria calda, forni industriali, ecc.) e alcune civili (caldaie di media e grande potenza);
- il *camino per l'evacuazione dei fumi*: le canne fumarie e i canali da fumo sono i condotti che collegano fra loro le caldaie e le canne fumarie.

L'alimentazione di una centrale termica può avvenire attraverso varie tipologie di combustibili: a gas metano, a gasolio e a GPL.

La *centrale termica a gas metano* viene utilizzata principalmente per il riscaldamento centralizzato degli edifici, per la produzione di acqua calda degli edifici civili, per l'alimentazione di forni, cucine, lavanderie, inceneritori, ecc.

³²⁸ "L'effetto Venturi" (o paradosso idrodinamico) è il fenomeno fisico, scoperto e studiato dal fisico Giovanni Battista Venturi, per cui la pressione di una corrente fluida aumenta con il diminuire della velocità.

La circolare n. 68 del 25 novembre del 1969 del Ministero dell'Interno³²⁹ prevede che i locali tecnici adibiti all'alloggiamento della caldaia a gas metano siano preferibilmente ubicati fuori terra, in una costruzione separata, in un locale tecnico inserito in un secondo fabbricato o sulla copertura piana dello stesso edificio.

Il limite di potenza che impone particolari prescrizioni per l'alloggiamento di una caldaia alimentata a combustibile infiammabile sono i 35 Kw: al di sopra di questo valore, infatti, secondo le vigenti norme di prevenzione incendi l'apparecchio non può essere installato all'interno di spazi abitati, ma deve essere opportunamente separato da strutture con determinate caratteristiche di resistenza al fuoco ed in locali con adeguata aerazione naturale.

	Centrale termica fuori terra	Centrale termica interrata
Accesso	Può avvenire direttamente dall'esterno	Deve avvenire da un disimpegno avente una superficie minima di 2 m ²
Sistema di aerazione	Deve essere presente una finestra)	Deve essere presente una griglia di aerazione di dimensioni \geq di 0,5 m ² e larghezza \geq 0,9 m
Distanza di rispetto sopra il generatore	\geq 1 m	> 1 m
Distanza di rispetto di fianco al generatore	- dalle pareti laterali \geq 6 m - dalla parete frontale > 1,3 m	- dalle pareti laterali \geq 6 m - dalla parete frontale \geq 1,3 m
Altezza minima del locale	-	- 2,0 m se $Q \leq 116$ kW - 2,3 m se $116 < Q \leq 350$ kW - 2,6 m se $350 < Q \leq 580$ kW - 2,9 m se $Q > 580$ kW*

Tab. 11.2: Caratteristiche tecniche del locale ospitante la centrale termica a gas metano (*Q è la potenza del generatore).

Fonte: Ministero dell'Interno, Circolare 25 novembre 1969, n. 68³³⁰.

La *centrale termica ad olio combustibile, gasolio o combustibile liquido di origine vegetale* viene utilizzata per la climatizzazione di edifici e di ambienti, la produzione centralizzata di acqua calda, l'alimentazione di forni da pane e altri laboratori artigiani, il lavaggio di biancheria e grandi

³²⁹ Ministero dell'Interno, Circolare 25 novembre 1969, n. 68, *Norme di sicurezza per impianti termici a gas di rete*.

³³⁰ Ministero dell'Interno, Circolare 25 novembre 1969, n. 68, *Ibidem*.

cucine³³¹.

Una centrale termica a gasolio può essere classificata in due modi differenti:

- come ambiente a maggior rischio in caso di incendio;
- come locale ordinario (solo in casi molto particolari potrebbe esserci il rischio esplosione).

Di seguito sono riportate alcune prescrizioni di sicurezza da applicarsi alle centrali termiche realizzate a partire dal 19 luglio 2005, alimentate da combustibili liquidi (D.M. 28 aprile del 2005³³²):

- più apparecchi termici installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti (cioè in assenza di separazioni almeno REI 30), sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla somma delle portate termiche dei singoli apparecchi;
- gli apparecchi possono essere installati:
 - o *all'aperto*: opportunamente protetti dagli agenti atmosferici, possono essere installati in adiacenza alle pareti REI 30 dell'edificio (altrimenti occorre collocarli a una distanza di 60 centimetri dall'edificio);
 - o *in locali esterni*: se ad uso esclusivo e realizzati con materiali incombustibili;
 - o *in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito*: gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con uno spazio scoperto o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo larga almeno 0,6 metri. I locali vanno dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. Tali aperture non devono avere una superficie netta inferiore a 100 cm². Sia le strutture portanti che quelle di separazione devono possedere requisiti di resistenza al fuoco non inferiori a

³³¹ Si tratta di impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW.

³³² D.M. 28 aprile 2005, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi*. Tale Decreto si applica agli impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (30.000 kcal/h) di nuova realizzazione, alimentati da combustibili liquidi, per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, per i forni da pane e altri laboratori artigiani, per lavaggio biancheria e sterilizzazione, per cucine e lavaggio stoviglie.

- REI 120. L'accesso può avvenire dall'esterno o dall'interno solo tramite un disimpegno;
- *in serre*;
 - nel caso di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti per la produzione centralizzata di acqua calda, surriscaldata, e/o vapore (centrali termiche), i locali, se inseriti all'interno di un fabbricato destinato anche ad altro uso, devono essere destinati esclusivamente agli impianti termici.

La *centrale termica a GPL* (Gas di Petrolio Liquefatto) necessita di uno spazio a parte per il serbatoio. Il passaggio del combustibile dallo stato liquido a quello gassoso avviene attraverso la pressurizzazione. Le centrali a GPL non possono essere interrato poiché il GPL, avendo una densità maggiore di quella dell'aria, si stratifica verso il basso e non può disperdersi nell'aria.

La *centrale termica a condensazione* è costituita da una caldaia ad acqua calda in cui si ha la condensazione del vapore acqueo dei fumi di scarico. In questo modo è possibile recuperare il calore latente di condensazione e, di conseguenza, ottenere una maggiore efficienza energetica rispetto ad una caldaia tradizionale.

Lo scopo principale della caldaia è quello di fornire calore all'acqua che scorre nei radiatori o altri corpi scaldanti per il riscaldamento. Le caldaie a condensazione utilizzano serpentine per lo scambio del calore realizzate con metalli resistenti all'acidità delle condense (acciaio inox e lega alluminio-silicio).

Per avere un maggiore risparmio energetico, la temperatura dell'acqua in ingresso ad una caldaia a condensazione deve essere più bassa rispetto alle caldaie convenzionali. Ciò avviene ad esempio negli impianti radianti. Nella maggior parte dei casi le caldaie a condensazione presentano un bruciatore a pre-miscelazione che aumenta l'efficienza della caldaia e al tempo stesso riduce le emissioni di monossido di carbonio e NOx³³³.

A differenza delle caldaie convenzionali, i fumi scaricati non sfruttano il tiraggio naturale del camino, pertanto vengono espulsi attraverso un ventilatore inserito a monte del bruciatore, rendendo così problematico lo scarico di più caldaie in un unico camino. È infatti preferibile che ogni caldaia a condensazione abbia il proprio condotto fumario indipendente. Le canne fumarie possono essere di polipropilene saturo (PPS), acciaio inox resistente all'umido oppure alluminio speciale.

³³³ NOx: Ossidi di azoto e loro miscele.

La norma UNI 11071³³⁴ prevede la presenza di due impianti di smaltimento (canne fumarie):

- uno per eliminare la condensa proveniente dalla caldaia;
- uno per eliminare la condensa proveniente dal sistema di scarico dei fumi.

Mentre le caldaie con potenza al focolare inferiore a 35 kW (domestiche) possono scaricare in fogna senza dover neutralizzare l'acidità dei fumi, per le caldaie di portata termica nominale superiore ai 35 kW è invece necessario far riferimento alle indicazioni previste dalla norma tecnica UNI 11528:2014³³⁵. Tale norma prevede che:

- per gli impianti di portata termica nominale maggiore di 200 kW è sempre necessario il trattamento di neutralizzazione;
- per gli impianti di portata termica nominale maggiore di 35 kW e non maggiore di 200 kW viene invece fatta una distinzione in relazione alla destinazione d'uso dell'impianto.

In ambito residenziale occorre far riferimento al numero di appartamenti serviti, mentre in quello non residenziale, al numero di utilizzatori.

Il locale per una caldaia a condensazione dovrebbe essere collocato in un luogo protetto dagli agenti atmosferici, preferibilmente all'interno dell'edificio (generalmente nel piano interrato destinato ai box) e non essere caratterizzato da particolari prescrizioni di carattere tecnico.

Nelle **reti di trasporto** i montanti del riscaldamento circolano da un piano all'altro dell'edificio all'interno di cavedi impiantistici che attraversano i solai tramite asole tecniche, senza interferire con la struttura portante. Nel caso di contesti condominiali occorre creare dei *collettori di distribuzione* in cui vengono inseriti i terminali impiantistici (quello di mandata e quello di ritorno). Tali collettori sono progettati per ottimizzare la distribuzione del fluido termovettore nei circuiti degli impianti di riscaldamento e di condizionamento.

La quasi totalità degli impianti di riscaldamento impiega, come fluido di trasporto del calore dalla generazione all'utenza, acqua calda in circolazione forzata. L'acqua circola fra la caldaia ed i corpi scaldanti con reti di tubazioni che sono, solitamente, di acciaio nero oppure rame per gli impianti di piccole dimensioni. Le tubazioni di distribuzione vengono poi opportunamente coibentate. Nella grande maggioranza dei casi gli impianti sono a "due tubi" e la rete di distribuzione è costituita da due

³³⁴ Norma UNI 11071:2003, *Impianti a gas per uso domestico asserviti ad apparecchi a condensazione e affini - Criteri per la progettazione, l'installazione, la messa in servizio e la manutenzione.*

³³⁵ Norma UNI 11528:2014, *Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio.*

linee: tubazioni di andata (caldaia-corpi scaldanti) e tubazioni di ritorno (corpi scaldanti-caldaia). In qualche caso negli impianti centralizzati, e molto più frequentemente negli impianti autonomi, è stato riesumato l'impianto detto "monotubo" realizzato, con un unico tubo, conformato ad anello, ove il corpo scaldante preleva e restituisce il fluido vettore.



Fig. 11.4: Collettore installato in un contesto condominiale.

L'alimentazione dei **terminali** all'interno dell'edificio avviene mediante l'utilizzo di tubi realizzati con materiale plastico. Esistono diverse tipologie di terminali per l'impianto di riscaldamento:

- i **radiatori**: sono elementi progettati come una vera e propria serpentina in cui l'acqua calda proveniente dalla caldaia entra dal foro superiore ed esce dal foro inferiore, re-inserendola nell'impianto. In passato erano prodotti in ghisa mentre ora si utilizza principalmente l'alluminio che li rende meno costosi e più leggeri. Come principio di funzionamento sfruttano le capacità conduttive del metallo (ghisa o alluminio) che trasmette così il calore all'interno dei locali. Sono caratterizzati da una messa a regime lenta ma da un buon mantenimento della temperatura nel tempo ad impianto spento;
- i **ventilconvettori**: sono apparecchi costituiti da tubi alettati racchiusi all'interno di un guscio di metallo verniciato e posto contro una parete. Sono dotati di un'apertura inferiore ed una superiore da cui esce l'aria riscaldata. La trasmissione del calore avviene per convezione ed il loro costo di produzione li rende più

economici rispetto ad un impianto di riscaldamento tradizionale. Sono in grado di far raggiungere la temperatura richiesta nell'ambiente in maniera molto rapida ma (tuttavia è altrettanto rapido il decadimento della stessa ad impianto spento);

- i *pannelli radianti*: sono delle tubazioni entro cui passa acqua a temperatura bassa e costante. Vengono posti nel solaio, in corrispondenza del massetto e distribuiti uniformemente su tutta la superficie del locale al fine di scaldare l'ambiente per irraggiamento.



Fig. 11.5: Posizionamento delle serpentine per il riscaldamento a pavimento.

Attualmente esistono sul mercato dei pannelli prefiniti collegabili tra loro e già accoppiati con il materiale isolante, generando un notevole risparmio sia in termini economici che di tempo (per la loro messa in opera). I pannelli radianti, oltre che a pavimento, possono essere anche a soffitto o a parete (meno frequenti poiché possono creare delle difficoltà per il posizionamento dell'arredo). In questo caso sono nascosti dietro l'intonaco o dietro ai pannelli di cartongesso. Un sistema di riscaldamento a

pavimento non è caratterizzato da un raggiungimento rapido della temperatura richiesta, in quanto la quantità di acqua calda da dover riscaldare è notevole. Al tempo stesso, però, tale sistema offre alti livelli di comfort in quanto fornisce un riscaldamento omogeneo all'ambiente ed un ottimo mantenimento della temperatura nel tempo. Oggi è possibile non solo riscaldare ma anche raffrescare un locale con elementi radianti a pavimento.

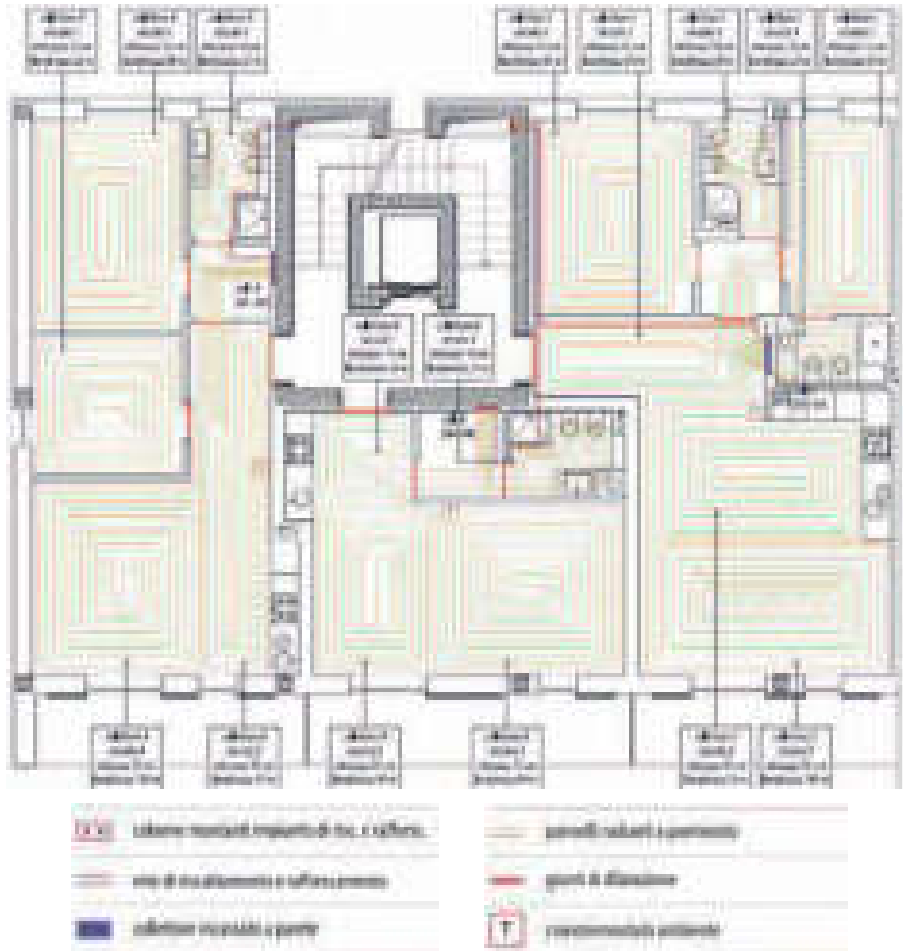


Fig. 11.6: Progettazione di un impianto di riscaldamento e raffrescamento radiante a pavimento.

Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

Il *teleriscaldamento*, o sistema centralizzato di riscaldamento, è costituito da una o più centrali di produzione di energia termica ed una rete di distribuzione calore diffusa sul territorio che utilizza, come fluido vettore, l'acqua riscaldata.

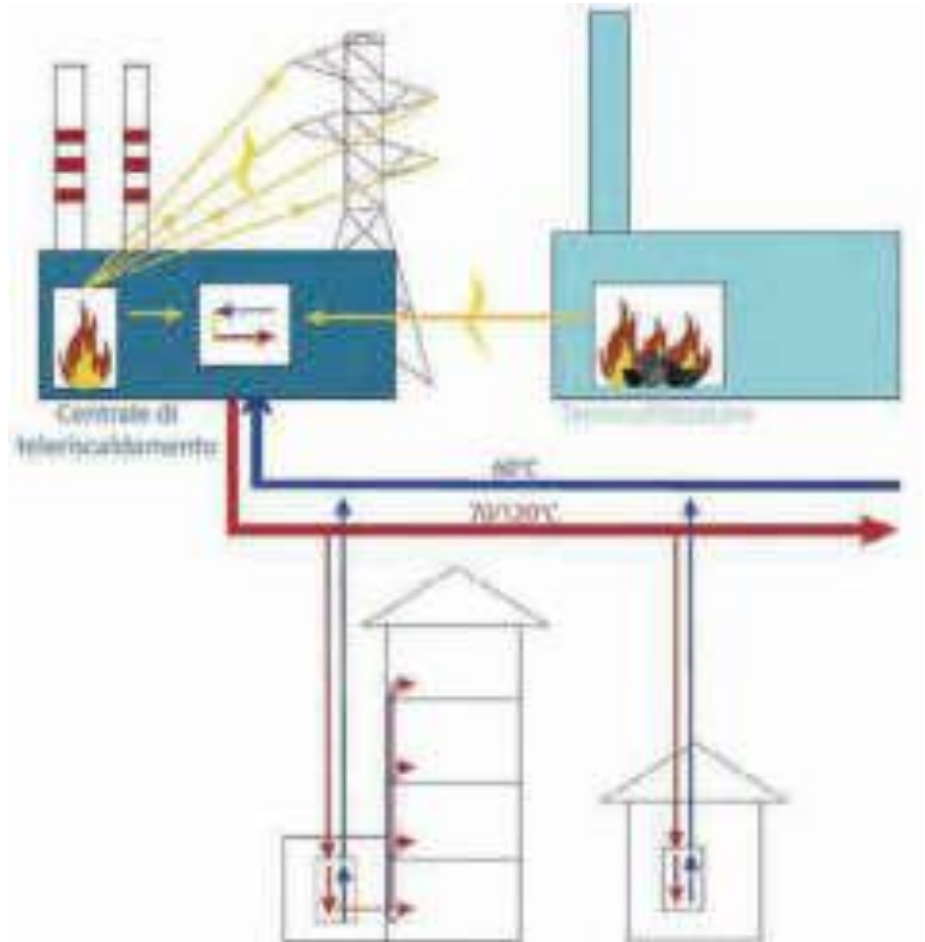


Fig. 11.7: Schema di funzionamento della centrale di teleriscaldamento (rappresentazione grafica di Andrea Delmenico).

L'impianto è a circuito chiuso, ossia dalla centrale di produzione il fluido vettore viene inserito all'interno di un tubo di mandata (ad una temperatura media compresa tra i 70 e i 120 °C), diretto verso le sottocentrali termiche di utenza. Da qui il fluido vettore viene diramato attraverso gli allacciamenti alle diverse utenze. Il trasferimento di calore

avviene per via indiretta, in modo da non fare entrare il fluido primario (ossia l'acqua calda che viene direttamente prodotta dalla centrale) nel circuito dell'utente. Lo stesso meccanismo di cessione indiretta del calore avviene per la trasmissione del calore dalle centrali di produzione alla rete. Dopo avere ceduto il calore necessario a scaldare l'ambiente o l'acqua sanitaria, il fluido vettore ritorna in centrale attraverso le tubazioni di ritorno (ad una temperatura inferiore ai 60°C)³³⁶.

Uno dei primi esempi di teleriscaldamento a livello cittadino è quello realizzato a Brescia nel 1971, a seguito della stipula di una convenzione tra ASM (ora A2A) ed una società immobiliare per la costruzione di alcuni condomini nel quartiere di "Bresciadue", a cui sarebbe stato fornito il calore per usi igienico-sanitario ed idrico.

Tra il 1978 ed il 1981 la centrale di Lamarmora, quella principale per la produzione di calore, è stata implementata da due turbogruppi combinati costituiti da un generatore elettrico accoppiato ad una turbina a vapore. Nel 1998 è stato collegato il termoutilizzatore alla centrale di produzione di energia al fine di recuperare l'energia residua contenuta nei rifiuti non pericolosi, utilizzati come combustibile. Ad oggi il sistema di teleriscaldamento di Brescia copre più del 70% della volumetria edificata riscaldabile di Brescia e dei comuni limitrofi di Bovezzo e Concesio ed è composto da una rete di distribuzione sotterranea di oltre 500 km in doppia mandata con tre impianti di produzione dislocati all'interno del territorio cittadino.

11.2.1.2. *Gli impianti di condizionamento - HVAC*

HVAC è una sigla inglese, molto usata in tutti i campi dell'industria, che sta per *Heating, Ventilation and Air Conditioning*, ovvero "riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria".

Si definiscono impianti di condizionamento o di climatizzazione quegli impianti in grado di raggiungere, mantenere e controllare simultaneamente, negli ambienti serviti, prefissate condizioni di temperatura, umidità relativa, qualità e movimento dell'aria sia in estate che in inverno. Un impianto di condizionamento può essere classificato sulla base di diversi parametri: uno di questi è il fluido termovettore impiegato per il trasporto del caldo o del freddo.

Le tipologie impiantistiche più ricorrenti sono: gli impianti di riscaldamento ad aria con o senza il controllo dell'umidità, gli impianti di

³³⁶ Entrambe le tubazioni (quella di mandata e quella di ritorno) corrono parallele l'una all'altra ad una profondità di circa 1,5 metri da terra. Per la produzione delle tubazioni che caratterizzano la dorsale principale occorre porre particolare attenzione alla loro coibentazione al fine di minimizzare le perdite di calore

condizionamento estivo e gli impianti di condizionamento estate/inverno con controllo dei parametri microclimatici interni³³⁷.

Gli *impianti di riscaldamento ad aria con o senza il controllo dell'umidità* sono costituiti da un generatore di calore di tipo tradizionale che, per mezzo di una batteria di riscaldamento, trasferisce il calore all'aria in grado di raggiungere i locali da riscaldare attraverso opportune canalizzazioni e grazie alla spinta di un ventilatore. Questi impianti si adattano maggiormente ad ambienti industriali in cui è richiesto il solo controllo della temperatura. La sezione di umidificazione (che può essere aggiunta anche in tempi successivi modificando l'impianto esistente) consente di controllare l'umidità dell'aria rendendo l'impianto più idoneo anche per altre situazioni (uffici, abitazioni, ecc.).

Gli *impianti di condizionamento estivo* sono realizzati con il solo scopo di raffrescare gli ambienti nei periodi estivi. Vengono realizzati e installati quando già esiste un impianto di riscaldamento e, per questo, sono svincolati dall'allacciamento con la centrale termica.

Gli *impianti di condizionamento estate/inverno con controllo dei parametri microclimatici interni (temperatura, umidità, purezza, ecc.)* agiscono sia nei mesi estivi che in quelli invernali. Oltre al generatore di calore (necessario per la produzione dell'acqua calda che circola nella batteria di riscaldamento), è necessario prevedere una "macchina frigorifera"³³⁸ in grado di produrre l'acqua refrigerata indispensabile per alimentare le batterie di raffreddamento. Le macchine frigorifere devono poter smaltire il calore assorbito dall'ambiente e quello introdotto per il loro funzionamento. Oltre alla macchina, perciò, è necessario l'ausilio di un sistema di raffreddamento montato all'esterno (in copertura), come la torre evaporativa o altri sistemi di raffreddamento. Al contrario, le macchine frigorifere possono essere installate indifferentemente sia all'esterno che in un locale apposito (centrale frigorifera).

Negli *impianti ad aria* gli elementi terminali delle canalizzazioni di distribuzione sono chiamati "diffusori". L'aria può essere immessa

³³⁷ Dall'O, G. (1999), *Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli uffici*, Città Studi Edizioni, Torino (TO), pp. 81-106.

³³⁸ La macchina frigorifera funziona sulla base di un particolare ciclo termodinamico che consente, introducendo del "lavoro" e, quindi, consumando energia (elettrica o termica) di trasferire del calore da un ambiente a bassa temperatura (ambiente da raffrescare) a uno a temperatura più elevata (ambiente esterno). Una macchina frigorifera a compressione è composta da tre elementi: l'evaporatore, il condensatore e il compressore, all'interno dei quali circola il fluido refrigerante.

nell'ambiente dall'alto (anemostati), dal basso o, più comunemente, dalle pareti.

La tipologia "*Split System*" prevede un'unità esterna (posizionata sulla facciata dell'edificio) e un'unità interna (split o fan coil) che provvede a far uscire una quantità di aria in grado sia di rinfrescare che di deumidificare l'ambiente. Attualmente, la quasi totalità degli impianti di raffrescamento, nel periodo invernale, si trasforma in pompa di calore. La differenza sostanziale tra la pompa di calore ed il riscaldamento tradizionale sta nella qualità di calore prodotta: infatti, un impianto tradizionale si limita a scaldare un ambiente attraverso la movimentazione dell'aria, mentre una pompa di calore permette, oltre al riscaldamento della stanza, anche di controllare la purezza e l'umidità dell'aria.



Fig. 11.8: Posizionamento in traccia degli impianti di condizionamento a Split.

I *ventilconvettori* (detti anche fan coil), utilizzati negli impianti di climatizzazione, sono analoghi a quelli utilizzati negli impianti di riscaldamento. La differenza consiste nel fatto che in alcune tipologie sono presenti due batterie (una per l'acqua calda e l'altra per l'acqua fredda).

11.2.1.3. Gli impianti di ventilazione

Gli impianti di ventilazione meccanizzata assolvono il compito di sostituire l'aria proveniente dalla respirazione dell'utente con aria pura ed ossigenata. La ventilazione naturale o meccanizzata è obbligatoria in tutti i locali.

Il controllo della ventilazione degli spazi chiusi è uno dei requisiti che concorrono al mantenimento dell'equilibrio omeostatico dell'uomo e, in particolare, al soddisfacimento dell'esigenza del benessere termoigrometrico e respiratorio-olfattivo³³⁹.

Il livello di prestazione della ventilazione meccanica è espresso in numero di ricambi d'aria orario, ossia attraverso il rapporto tra il volume dello spazio e il volume d'aria rinnovato in un'ora all'interno del medesimo spazio³⁴⁰. I ricambi d'aria si distinguono in:

- *continui*, se ottenuti attraverso la permeabilità degli infissi e le prese d'aria esterne;
- *discontinui*, se avvengono con il controllo da parte dell'utente (per esempio, tramite l'apertura delle finestre, oppure con la ventilazione meccanica comandata dall'utente).

Qualora la permeabilità degli infissi e le prese d'aria esterna non riescano a garantire il raggiungimento dei ricambi d'aria continui prescritti, occorre ricorrere anche alla ventilazione continua meccanica.

Funzione e ambiente	Numero di ricambi d'aria orari
Residenziale	
In generale	N > 2
Cucina	N > 3
Bagno	N > 5
Commerciale e terziario	
Basso concorso di pubblico	N > 3
Alto concorso di pubblico	N > 5

Tab. 11.3: Numero di ricambi d'aria orari (N) negli ambienti residenziali, commerciali e terziari.

Fonte: D.M. 5 luglio 1975³⁴¹ e del Canada Labour Code³⁴².

³³⁹ Puglisi, V. (2012), *Il rating dell'involucro edilizio. La misurazione delle prestazioni tecnologiche*, Gruppo24Ore, Milano (MI), pp. 31-32.

³⁴⁰ Norma UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici al fine di benessere. Generalità, classificazione e requisiti*.

³⁴¹ D.M. 5 luglio 1975, *Requisiti igienico sanitari principali dei locali di abitazione*.

³⁴² Canada Labour Code (2018), *Canada Occupational Health and Safety Regulations*, S.O.R.

Nell'edilizia residenziale e terziaria si possono adottare sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) con recuperatore di calore che garantisce ricambi d'aria interni senza aprire finestre e senza disperdere calore.



Fig. 11.9: Sistema VMC interno ad un'abitazione.



Fig. 11.10: Progettazione di un impianto di ventilazione meccanica a controsoffitto.
Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

11.2.2. Gli impianti idrici e di scarico



Fig. 11.11: Posizionamento dell'impianto idrico di un bagno.

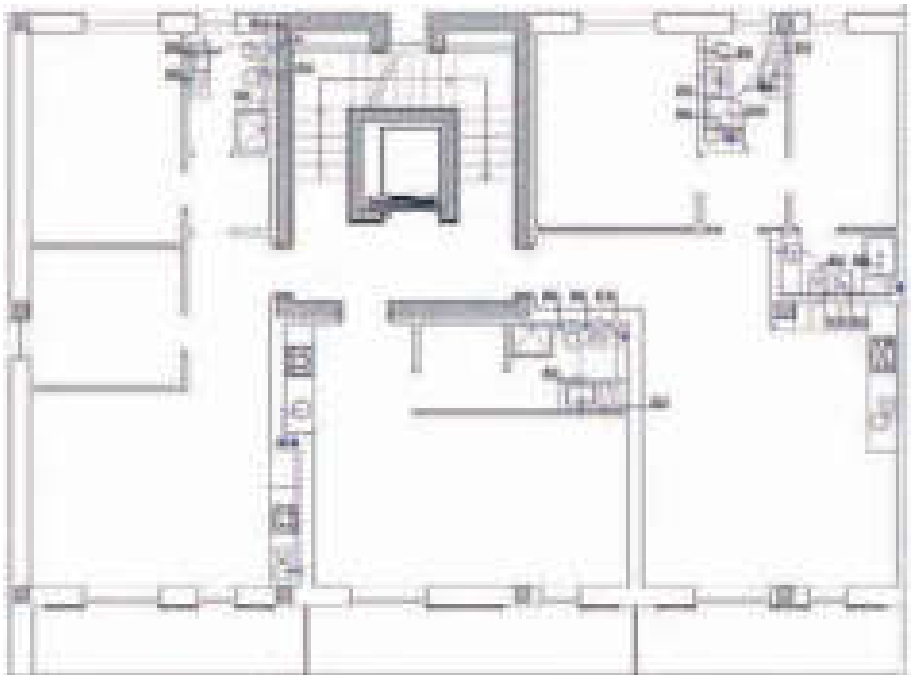


Fig. 11.12: Progettazione di un impianto per lo scarico delle acque.

Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.



Fig. 11.13: Progettazione di un impianto idrico sanitario.

Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

Agli impianti idrosanitari è affidato il compito di distribuire alle varie utenze di un edificio (bagni, cucine, ecc.) l'acqua fredda, di produrre e distribuire l'acqua calda e di smaltire le varie acque.

11.2.2.1. Gli impianti di sollevamento e di distribuzione dell'acqua potabile

Ogni edificio che si collega alla rete idrica pubblica deve essere dotato di un contatore che viene installato a cura dell'Ente preposto per la fornitura dell'acqua potabile. Per gli edifici residenziali viene assegnata

una sola presa per numero civico (se l'edificio dovesse avere un fronte superiore a 40 metri, può essere concessa una seconda presa). Il contatore generale è solitamente installato in un locale adiacente alla strada principale di accesso. Ogni unità abitativa è poi dotata di un sottocontatore o contabilizzatore per il conteggio dei singoli consumi.

L'acqua viene distribuita dall'acquedotto comunale attraverso condutture di grandi dimensioni che passano nel sottosuolo e terminano in una centrale di derivazione in cui possono essere posizionati due tipi di apparecchiatura, in base all'altezza dell'edificio da fornire:

- *fino a due piani*: si utilizza un riduttore di pressione;
- *oltre due piani*: è necessaria l'installazione di un'autoclave che aumenta la pressione fornita dall'acquedotto.

La distribuzione dell'acqua alle singole abitazioni avviene attraverso tubi di acciaio zincato del tipo Mannesmann (senza saldatura), di rame o di materiale plastico (polipropilene saldabile) che terminano con valvole di intercettazione poste prima dell'ingresso delle abitazioni. Queste valvole hanno il compito di isolare, in caso di necessità, una parte del circuito.



Fig. 11.14: Tubi di polipropilene saldabile per la distribuzione dell'acqua.

La tipologia di *distribuzione* più diffusa per gli impianti di sollevamento e distribuzione dell'acqua è quella a sole colonne montanti con distributori a forma ramificata.

La norma UNI 4542³⁴³ definisce “apparecchi sanitari” i dispositivi connessi direttamente a una distribuzione d'acqua e a un sistema di scarico, in grado di erogare l'acqua ed evacuare le acque usate. Tali apparecchi si suddividono in due gruppi:

- ad *uso domestico*: presenti nelle abitazioni e, in particolare, in bagno (vaso, bidet, lavabo, vasca e piatto doccia) e in cucina (lavello);
- ad *uso collettivo*: oltre agli apparecchi sopra citati si aggiungono gli orinatoi, i vasi per la turca, ecc.



Fig. 11.15: Distributore a forma ramificata per la distribuzione dell'acqua alle varie utenze.

I *dispositivi di erogazione* (elementi terminali della rete di distribuzione), comunemente chiamati “rubinetti”, permettono l'efflusso dell'acqua dalle tubazioni che l'hanno convogliata direttamente agli apparecchi di utilizzo. Installati in corrispondenza di ogni apparecchio sanitario, si possono applicare a muro (per le vasche e le docce) oppure direttamente sull'apparecchio di utilizzo (per i lavabi e i bidet).

³⁴³ Norma UNI 4542:1986, *Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione.*

Per il lavaggio dei vasi (wc) è necessario installare dei sistemi in grado di erogare una grande quantità di acqua (dai 10 ai 15 litri) in poco tempo e con una forte pressione.

Per espletare tale funzione oggi vengono utilizzati dei sistemi di lavaggio del vaso "a caduta". Le cassette alte a caduta non vengono quasi mai utilizzate (per motivi estetici); vengono invece utilizzate le cassette "a schienale" o "a zaino" che possono essere incassate all'interno della



muratura oppure incorporate nel sanitario di ceramica. Esse contengono una riserva d'acqua variabile (dai 2,5 ai 5 litri) necessaria a consentire il deflusso degli elementi organici all'interno delle reti fognarie. In passato venivano utilizzati i rubinetti "a passo rapido" oppure dei flussometri che consistevano in un semplice rubinetto apri/chiedi da azionare al bisogno.

Fig. 11.16: Sistema di lavaggio "a schienale" incassato nella muratura.

11.2.2.2. Gli impianti di produzione e di distribuzione dell'acqua calda

La produzione dell'acqua calda avviene grazie all'impiego di riscaldatori d'acqua. Negli impianti di produzione dell'acqua calda centralizzati la distribuzione avviene con una rete indipendente che parte dalla centrale e raggiunge le singole utenze. Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 1993³⁴⁴ impone che negli impianti centralizzati di questo tipo

³⁴⁴ D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del*

la temperatura dell'acqua in uscita dalla centrale termica non superi i 48 °C (con una tolleranza di circa 5 °C).

Negli impianti con produzione autonoma, invece, vengono generalmente installati degli scaldacqua a gas o alimentati con energia elettrica. Gli impianti di riscaldamento autonomi sono in genere dotati di una caldaia di tipo bitermico in grado di funzionare, oltre che per il riscaldamento ambientale, anche per quello dell'acqua sanitaria.

11.2.2.3. Gli impianti di scarico dei rifiuti liquidi e di ventilazione

Gli impianti di scarico consentono l'evacuazione delle acque di rifiuto prodotte nei fabbricati. Tali acque possono essere suddivise in:

- *acque nere*: provenienti dagli apparecchi igienico-sanitari dei bagni;
- *acque saponose bianche*: prodotte in apparecchiature nelle quali vengono utilizzati detersivi;
- *acque grasse*: derivanti dalle grandi cucine.

Le acque di rifiuto devono essere allontanate attraverso la rete fognaria e, dopo opportuno trattamento, vengono immesse in corsi d'acqua oppure disperse in terreni che l'assorbono.

Nelle fognature convergono anche le acque provenienti dalle reti di scarico meteoriche. In molti casi le normative locali impongono la separazione di tali acque (acque chiare) dalle acque nere.

Gli apparecchi sanitari sono dotati di un dispositivo di scarico "sifone" che, mediante la chiusura idraulica, impedisce l'ingresso dei cattivi odori provenienti dalla rete di scarico nell'ambiente.

La *rete di scarico* si divide in:

- *diramazioni di scarico*: sono le tubazioni che, opportunamente soggette a una minima pendenza (circa 2%), collegano i sifoni dei singoli apparecchi alle colonne di scarico;
- *colonna di scarico*: sono le tubazioni verticali atte a raccogliere a ogni piano i liquami delle diramazioni di scarico e a convogliarli nei collettori di scarico;
- *collettore di scarico*: sono le tubazioni sub orizzontali che raccolgono i liquami provenienti dalle colonne di scarico e li convogliano nelle fognature pubbliche o nelle fosse biologiche di raccolta.

contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10 (2) (3).

Tutte le tubazioni di scarico devono essere realizzate con curve ampie ad angolo non superiore ai 45° e sono tra loro collegate mediante termosaldatura a tenuta.

All'interno dei fabbricati sono annegate nel massetto di calcestruzzo alleggerito (massetto degli impianti). All'esterno dei fabbricati sono posizionate all'interno di scavi a sezione obbligata e opportunamente rinfiancate con calcestruzzo magro per evitare schiacciamenti in fase di reinterro e formazione del fondo stradale. Le reti esterne ai fabbricati sono realizzate con tubazioni di PVC pesante di colore rosso/arancione, dal diametro variabile dai 100 ai 315 millimetri ed innesti a bicchiere con o senza guarnizioni elastomeriche. I collettori fognari comunali, infine, sono realizzati con tubazioni di gres o di cemento con diametri molto importanti che, in una città come Milano, possono raggiungere anche i 200 centimetri.

Tutte le tratte di scarico fognario occorre che siano intervallate da un adeguato numero di camerette/pozzetti di ispezione per il controllo degli scarichi stessi ed eventuali operazioni di manutenzione e pulizia.



Fig. 11.17: Schematizzazione della rete di scarico dei rifiuti liquidi (rappresentazione grafica di Andrea Delmenico).



Fig. 11.18: Impianto idrico di scarico delle acque nere: le diramazioni di scarico collegano i sifoni dei singoli apparecchi sanitari alla colonna di scarico.



Fig. 11.19: Impianto idrico di scarico: le diramazioni di scarico convogliano le acque nella colonna di scarico.

Per evitare che si formino pressioni e depressioni all'interno della rete di scarico, causando fenomeni di "sifonaggio" è necessario prevedere delle reti di ventilazione. «Le reti di ventilazione sono costituite da tubazioni verticali correnti parallelamente alle colonne di scarico cui sono allacciate le diramazioni di ventilazione provenienti da un attacco a valle di ogni sifone»³⁴⁵. La silenziosità degli scarichi è indice di una buona esecuzione della rete di ventilazione.

11.2.2.4. Gli impianti di scarico delle acque meteoriche

Le reti di scarico delle acque meteoriche sono costituite da³⁴⁶:

- i *canali di gronda*: raccolgono le acque dal tetto;
- le *colonne di scarico o pluviali*: convogliano le acque dal tetto ai collettori e dai collettori suborizzontali di raccolta per lo scarico nella fognatura pubblica o nei "pozzi perdenti"³⁴⁷;
- le *caditoie o canalette*: raccolgono le acque dei piazzali.

Spesso, per ragioni economiche, la rete orizzontale dei collettori di scarico delle acque piovane e quella di scarico delle acque provenienti dall'impianto sanitario coincidono, cosicché prendono il nome di "collettori di scarico misti".

11.2.2.5. Gli impianti di smaltimento delle acque sanitarie e piovane

Le acque usate (sanitarie e piovane), raccolte dagli impianti di scarico, devono essere allontanate dall'edificio e convogliate nella *rete fognaria*. Esistono diverse tipologie di fognature:

- la *fognatura di tipo statica*: i liquami vengono convogliati a un corso d'acqua superficiale. Questi, prima ancora di essere conferiti alla rete di raccolta, devono essere parzialmente depurati passando attraverso delle fosse settiche³⁴⁸:

³⁴⁵ Dall'O, G. (1999), *Op. cit.*, pp. 117-118.

³⁴⁶ Per maggiori informazioni sul sistema di raccolta delle acque meteoriche si veda il capitolo 9: "*Le strutture in elevazione piane e inclinate: le coperture*" del presente testo.

³⁴⁷ Per maggiori informazioni sui "pozzi perdenti" si veda il paragrafo 11.2.2.5. del presente capitolo.

³⁴⁸ Esistono diverse tipologie ecologiche di depurazione, come la fitodepurazione. Il primo passaggio per avviare la fitodepurazione è la costruzione di una vasca impermeabile che viene successivamente riempita con materiale ghiaioso in cui vengono seminate delle piante acquatiche. La reazione tra lo strato ghiaioso, le piante ed i microorganismi presenti nell'acqua reflua garantiscono la depurazione. Una volta che l'acqua diventa microbiologicamente pulita può essere riutilizzata per scopi che non contemplano l'uso di acqua potabile, come lo scarico dei wc, la pulizia degli spazi esterni o l'irrigazione di aree verdi.

- le *acque nere*: scaricano in una *fossa settica*: la più diffusa è la fossa tipo Imhoff. All'interno di questa avvengono due processi: uno meccanico di sedimentazione e uno biologico di digestione. La parte superiore della fossa, a forma di tramoggia, consente la sedimentazione delle sostanze contenute nel liquame, mentre la parte inferiore è destinata in parte all'accumulo progressivo e in parte alla digestione del fango. Per un corretto funzionamento della fossa è indispensabile scaricare al suo interno le sole acque provenienti dai wc;



Fig. 11.20: A sinistra fossa biologica; a destra fossa Imhoff.

Fonte: Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.

- le *acque saponose*: passano attraverso un pozzetto di decantazione o ispezione;
- le *acque grasse*: (provenienti generalmente dalle cucine) sono convogliate in un pozzetto degassatore (detto anche vasca condensa grassi) la cui dimensione dipende dal numero di abitanti equivalenti (di solito almeno 50 litri per abitante equivalente) e dalla portata idraulica (litri al secondo) o dal numero di pasti coperti giorno;

- le *acque bianche*: vengono mandate nella rete di raccolta delle acque piovane³⁴⁹.

L'allontanamento delle acque avviene per gravità; è perciò necessario che le tubazioni siano state posizionate con la giusta pendenza;



Fig. 11.21: Pozzetto di decantazione o ispezione per l'allontanamento delle acque saponose.

Fonte: Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.

- la *fognatura di tipo dinamica*: convoglia tutti gli scarichi a un depuratore. Le acque piovane, invece, sono convogliate nei corsi d'acqua.

³⁴⁹ Negli ultimi anni, complice la particolare attenzione che si presta a minimizzare gli sprechi, sta prendendo piede la raccolta ed il conseguente riutilizzo per scopi secondari dell'acqua piovana. I vantaggi sono molti, tra cui: la diminuzione di acqua "pulita" che confluisce all'interno di vasche dove si tratta acqua reflua proveniente dagli scarichi e la drastica riduzione di acqua potabile per utilizzi in cui non è necessaria. Inoltre, se raccolte in vasche secondarie, l'acqua non pesa sulla raccolta di quella proveniente dalle aree pubbliche e di conseguenza evita il bisogno di aumentare la portata degli impianti.



Fig. 11.22: Gli impianti di smaltimento delle acque sanitarie e piovane.

Nel caso la rete fognaria non sia disponibile, si devono adottare altre soluzioni che, in funzione della tipologia di terreno e dello spazio disponibile, possono essere lo smaltimento per dispersione nel terreno (fossa settica) o con vasche a svuotamento periodico (pozzetti o fosse realizzati con elementi prefabbricati).

Per il solo smaltimento delle acque meteoriche (tetti e piazzali), molti regolamenti locali impongono l'installazione dei cosiddetti "*pozzi perdenti*". Si tratta di vasche di cemento a sezione circolare simili per conformazione alle fosse Imhoff, ma con profondità superiore ai 250 centimetri, completamente vuote, prive di un fondo chiuso di cemento e provviste di fori sulle pareti dei vari anelli che le compongono. Il principio di funzionamento è di consentire la dispersione delle acque piovane nel terreno sottostante: per tale motivo le pareti sono forate e viene stesa della ghiaia con funzione drenante sul fondo ed intorno alla vasca. Questo sistema permette di non sovraccaricare le fognature comunali in caso di forti eventi temporaleschi. La loro funzionalità è legata alla natura del terreno che sarà adeguata se di natura ghiaiosa, molto meno se di natura argillosa. È buona prassi posizionare i pozzi perdenti ad un'adeguata distanza dai fabbricati per evitare che l'acqua in dispersione nel terreno generi fenomeni di umidità, soprattutto in presenza di piani interrati.

Nel caso di stabilimenti industriali o attività commerciali/produktive, il convogliamento delle acque piovane dei piazzali in maniera diretta nelle reti fognarie o nei pozzi perdenti non è consentito per ragioni ambientali. Si presume, infatti, che in tali contesti i piazzali possano essere contaminati da olii, scarti di produzione o sostanze chimiche.

Per questo è stato introdotto il concetto di "prima pioggia" e di "seconda pioggia": i primi minuti di precipitazioni, infatti, "lavano" i piazzali sporcandosi con i residui chimici, mentre man mano che il temporale prosegue le acque diventano via via sempre più pulite.

È necessario in questi casi installare degli appositi "*pozzi di prima pioggia*", ossia di vasche di raccolta delle prime acque contaminate, realizzate di calcestruzzo armato vibrato (di tipo prefabbricato) a sezione circolare, quadrata o rettangolare.

In queste vasche, le acque contaminate hanno la possibilità di decantare naturalmente, depositando le sostanze inquinanti oppure di essere purificate attraverso appositi filtri a coalescenza³⁵⁰. In entrambi i casi le

³⁵⁰ La coalescenza è un fenomeno fisico spontaneo tramite il quale le gocce di liquido sotto forma di aerosol e nebbie si aggregano tra loro in modo da formare entità di dimensioni maggiori. Un esempio classico di coalescenza è la formazione di pioggia nelle nubi. Il principio della coalescenza ha diverse applicazioni, una di queste è la filtrazione.

sostanze inquinanti restano all'interno della vasca (e dovranno essere periodicamente rimosse) mentre le acque pulite e quelle successive di seconda pioggia potranno defluire regolarmente nelle reti fognarie o nei pozzi perdenti. I pozzi di prima pioggia sono composti da:

- un pozzetto scolmatore, posto a monte dell'impianto, in grado di regolare la quantità d'acqua in ingresso e convogliare la portata verso una tubazione di bypass nel momento in cui viene raggiunta la massima capacità di accumulo;
- una vasca di accumulo per la decantazione del materiale solido e la separazione di oli e idrocarburi non emulsionati;
- un vano per la raccolta di oli e idrocarburi;
- un filtro a coalescenza per la separazione delle particelle oleose dal flusso d'aria;
- delle elettropompe sommerse;
- un sistema di sonde per il rilevamento degli eventi atmosferici;
- un quadro elettrico di controllo e comando³⁵¹.



Fig. 11.23: Realizzazione di un impianto di prima pioggia.

Fonte: Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.

Proprio la naturale tendenza delle gocce oleose ad aggregarsi per coalescenza, rendono questo principio efficacemente utilizzabile nella costruzione di speciali filtri a coalescenza con cui è possibile separare le particelle oleose o di carattere oleoso dal flusso di aria al fine di depurarlo. In un filtro a coalescenza, le particelle oleose entrano nel filtro posto in sospensione nel flusso d'aria: qui vengono trattenute dalle superfici interne che, realizzate con particolari accorgimenti costruttivi, portano le gocce ad aggregarsi per coalescenza. L'aggregazione crea così delle gocce di dimensioni e peso maggiore che precipitano in un'apposita vasca di raccolta.

³⁵¹ Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.



Fig. 11.24: Realizzazione di un impianto di prima pioggia, Lidl in Via borsellino a Caserta.
Fonte: Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.



Fig. 11.25: Messa in opera di pozzetti diselettori, impiegati per separare oli minerali ed idrocarburi leggeri dagli scarichi di piccoli piazzali (interni a fabbriche). Sono costituiti da pozzetti prefabbricati di calcestruzzo armato vibrato a pianta quadrata. Detti pozzetti possono essere attrezzati di griglia (caditoia) per la raccolta delle acque meteoriche dall'alto, oppure provvisti di tubazione di ingresso. Durante precipitazioni meteoriche, l'acqua di scarico contenente oli minerali affluisce nel pozzetto (o più pozzetti dislocati nell'area) dove avviene la separazione gravimetrica degli oli minerali liberi e la successiva filtrazione attraverso un filtro a coalescenza che trattiene i residui oleosi contenuti nell'acqua reflua. Gli oli minerali, separati gravimetricamente e risaliti in superficie, vengono catturati e trattenuti da uno speciale filtro oleoassorbente.

Fonte: Tommaso Verazzo S.r.l. Costruzioni e prefabbricati in cemento.

11.2.2.6. Gli impianti di irrigazione

Gli impianti di irrigazione hanno la funzione di garantire l'innaffiamento regolare di una determinata zona (giardini, aree verdi, campi da calcio, ecc.) indipendentemente dalle condizioni atmosferiche esterne. Gli elementi tecnici che li costituiscono sono:

- la *fonte idrica*;
- il *sistema di distribuzione*: può avvenire sottoterra (maggiormente utilizzati per l'irrigazione di prati e aiuole), a livello del terreno oppure per via aerea (sono creati mediante tubi in materiale plastico forato in determinati punti che creano una distribuzione a goccia);

- gli *irrigatori di dispersione dell'acqua*: possono essere esterni o a scomparsa. Questi ultimi emergono al momento dell'innaffiamento a causa della spinta esercitata dall'acqua a monte;
- il *sistema di controllo*: per la programmazione dei tempi di innaffiamento. La presenza di sensori di umidità consentono di innaffiare il terreno solo nei periodi in cui l'operazione è effettivamente necessaria.

Gli impianti di irrigazione sono allacciati direttamente alla rete idrica ed utilizzano acqua potabile. Se la quantità d'acqua richiesta è considerevole, è possibile ricorrere ad altre fonti (prelievo da pozzi artificiali, laghi, corsi d'acqua o da cisterne di raccolta delle acque piovane). Nel caso in cui la pressione idrica non sia sufficiente ad alimentare tutti gli irrigatori, la rete di distribuzione può essere suddivisa a zone, ciascuna delle quali intercettata da una valvola motorizzata.

11.2.3. Gli impianti per la fornitura di servizi vari

11.2.3.1. Gli impianti di distribuzione del gas naturale

Gli impianti di distribuzione del gas naturale sono realizzati con tubazioni che, partendo dal contatore, arrivano agli apparecchi di utilizzo. La realizzazione di questi impianti fa riferimento alla norma UNI-CIG 7129:1992³⁵². Le tubazioni per l'allacciamento alla rete di distribuzione del gas naturale sono realizzate di acciaio o rame, obbligatoriamente posizionate all'esterno dell'edificio seguendo un percorso quanto più possibile limitato all'interno dei locali, al fine di garantire l'accessibilità per un'eventuale manutenzione. È necessario, inoltre, che vengano protette dagli urti e dai possibili danneggiamenti, in particolare nelle zone di transito o di stazionamento (di persone o veicoli). La protezione consiste nella messa in opera di una guaina di acciaio di spessore non inferiore ai 2 millimetri per un'altezza non minore a 1,5 metri.

Le norme nazionali sono molto restrittive in merito al posizionamento ed al passaggio delle tubature del gas e, in particolare, ne prescrivono il divieto di passaggio: al di sotto degli edifici (sotto le fondamenta o all'interno di vespai e intercapedini non accessibili), in zone non facilmente accessibili per la manutenzione, nei giunti di dilatazione sismici, sotto traccia o sotto pavimento nelle parti pubbliche dell'edificio, in canne fumarie, cavedi impiantistici o vani ascensore.

³⁵² Norma UNI-CIG 7129:1992, *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione – Progettazione, installazione e manutenzione.*

È buona regola dotare tali impianti di elettrovalvola di intercettazione da collegare a un sensore di fughe di gas. Qualora rilevate, l'apparecchiatura, oltre a garantire una pronta segnalazione, agisce sulla valvola interrompendo il flusso di gas.



Fig. 11.26: Contatori del gas di un condominio.
Fonte: Foto di Valentina Puglisi.

Gli apparecchi che utilizzano il gas (fornelli) devono essere installati ad una distanza di almeno 1,5 metri da eventuali contatori, siano essi elettrici o del gas. Nel caso non si riesca a rispettare la distanza, è necessario realizzare dei setti separatori tra apparecchio e contatore in modo da evitare che eventuali fughe di gas possano trovare punti di innesco.

Gli apparecchi di utilizzazione a gas non possono, inoltre, essere installati sulla proiezione verticale del piano di cottura a gas. In aggiunta, un apparecchio di cottura deve essere opportunamente areato (cappa di ventilazione) e ventilato (per questo motivo in tutte le cucine sono presenti dei fori sull'involucro che collegano la cucina con l'ambiente esterno).

Le tubazioni esterne a vista di adduzione del gas metano sono segnalate con il colore giallo.

1.2.3.2. Gli impianti di stoccaggio e di distribuzione del GPL

Se l'edificio è impossibilitato ad essere allacciato alla rete di distribuzione del gas naturale, è possibile dotarlo di un impianto di stoccaggio e distribuzione di GPL (Gas Propano Liquido) che si compone di quattro componenti:

- il *contenitore sotto pressione*: posizionato esternamente all'edificio ed ispezionabile su tutti e quattro i lati. In base al volume che racchiude può essere:
 - o *mobile*: le bombole sono recipienti metallici riempite presso un'apposita stazione di caricamento caratterizzate da una capacità massima di 150 litri. Occorre installarle in modo da non essere soggette all'azione diretta di sorgenti di calore capaci di portarle a temperature maggiori di 50 °C.
 - o *fisso (serbatoio)*: con capacità complessiva compresa fra i 150 e i 5.000 litri;
- la *valvola e il riduttore di pressione*;
- la *rete di distribuzione tra il serbatoio e l'edificio*;
- il *terminale di collegamento al piano cottura oppure alla caldaia*.

11.2.3.3. Gli impianti per lo spegnimento degli incendi

L'incendio è una combustione incontrollata di materiali o strutture combustibili. Il suo sviluppo nel tempo e nello spazio dipende da numerosi fattori.

Le fasi che caratterizzano lo sviluppo dell'incendio sono cinque: inizio del focolaio, combustione lenta, combustione vivace, sviluppo dell'incendio e regressione della combustione con conseguente spegnimento del focolaio.

Il CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) ha classificato gli incendi in cinque categorie in base al materiale combustibile che li alimenta:

- *classe A*: incendio in cui sono interessati i materiali combustibili solidi. È caratterizzato da una lenta regressione a causa della presenza di braci;
- *classe B*: incendio che vede coinvolti i combustibili liquidi. Si sviluppa molto rapidamente, producendo alte fiamme ed una notevole quantità di energia termica;
- *classe C*: incendio in cui sono interessati i combustibili gassosi. Presenta le stesse modalità di propagazione della "classe B";
- *classe D*: incendio in cui sono chiamati in causa i materiali fortemente reattivi con l'aria o con l'acqua, causando fenomeni di autoaccensione e pericolo di esplosione;
- *classe E*: incendio in cui sono compromesse le apparecchiature elettriche in tensione.

La combustione avviene in presenza simultanea di tre elementi: combustibile, comburente e temperatura.

I mezzi antincendio normalmente impiegati sono i seguenti:

- *l'acqua o il vapore acqueo*: da utilizzare solo laddove non siano presenti elementi elettricamente carichi;
- le *schiume*: di origine meccanica o chimica, sono formate da bolle di gas racchiuse in pellicole liquide. Vengono utilizzate nei casi in cui i combustibili interessati sono solidi o liquidi (mentre non hanno alcuna efficacia sui combustibili gassosi);
- le *polveri*: scaricate sul fuoco mediante gas inerti. Una volta spento l'incendio lasciano dei depositi che devono essere rimossi prima di riprendere le normali attività;
- *l'anidride carbonica* (CO₂): è un gas inerte e più pesante dell'aria. Ha azione estinguente in quanto procede al soffocamento delle fiamme;
- gli *idrocarburi alogenati*: producono un'estinzione dell'incendio per effetto chimico e derivano dal metano a cui sono stati sostituiti gli atomi di idrogeno con quelli di cloro, bromo e fluoro.

Per l'estinzione degli incendi si possono impiegare i seguenti sistemi:

- i *mezzi mobili* (estintori): gli estintori sono considerati mezzi di primo intervento e, pertanto, utilizzati nella fase iniziale di spegnimento dell'incendio. Per il loro impiego occorre osservare le seguenti regole:

- o distribuzione nell'area da proteggere in modo da garantire un percorso non superiore ai 15÷20 metri (nelle aree pubbliche degli edifici è necessario installare un apparecchio almeno ogni 200÷300 m²;
- o disponibilità nei punti di maggior pericolo;
- o segnalazione tramite cartelli indicatori;
- o facilità di trasporto;
- o protezione dagli agenti atmosferici;
- i *mezzi fissi* (impianti di spegnimento): la scelta dell'impianto di spegnimento dipende dalla categoria di edificio e, soprattutto, dalla categoria del rischio. Tra i più comuni si possono citare:
 - o la *rete idranti esterna agli edifici (UNI 70)*: si tratta di un sistema di tubazioni, generalmente interrato, che alimenta con l'acqua in pressione³⁵³ le varie utenze antincendio (idranti e impianti a erogazione d'acqua).



Fig. 11.27: A sinistra: esempio di posizionamento estintore e lancia antincendio: L'estintore ha un tempo di utilizzo di massimo 20 secondi mentre la lancia è a durata illimitata perché collegata alla riserva idrica. A destra: idrante a colonna posizionato all'esterno dell'edificio.

- o la *rete idranti interna agli edifici (UNI 45)*: per gli edifici residenziali il D.M. del 16 maggio 1997, n. 246³⁵⁴,

³⁵³ | pozzi non sono ammessi come alimentazione diretta di un impianto.

³⁵⁴ D.M. 16 maggio 1997, n. 246, *Regolamento recante norme concernenti i requisiti tecnici per la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei serbatoi interrati.*

classifica gli edifici sulla base dell'altezza antincendio³⁵⁵. In particolare gli edifici che presentano un'altezza antincendio maggiore di 24 metri devono essere dotati di reti idranti. In questo caso la rete idrante è costituita da almeno una colonna montante presente in ciascun vano scala dell'edificio (al cui piede deve essere installato un attacco di mandata per autopompa) e da un attacco per naspo³⁵⁶ (installato nel locale filtro);

- o i *sistemi di spegnimento automatici ad acqua (sprinkler)*: sono generalmente utilizzati per proteggere ambienti industriali in genere, magazzini, depositi, autorimesse, officine, locali per lo spettacolo, ecc. Sono formati da una serie di particolari diffusori a doccia che, in caso di incendio, intervengono irrorando l'ambiente con acqua. Gli sprinkler sono generalmente installati con il diffusore rivolto verso l'alto. Il numero massimo di sprinkler ammessi per una stazione è di 500 per rischi lievi e di 1.000 per rischi normali o gravi.



Fig. 11.28: Sistema di spegnimento.

³⁵⁵ Per "altezza antincendio" si intende l'altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile (escluse quelle dei vani tecnici) al livello del piano esterno più basso.

³⁵⁶ Il D.M. 30 novembre 1983, *Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi*, definisce "naspo" l'attrezzatura antincendio costituita da una bobina mobile su cui è avvolta una tubazione semirigida collegata a una estremità, in modo permanente, con una rete di alimentazione idrica in pressione e terminante all'altra estremità con una lancia erogatrice.



Fig. 11.29: Posizionamento di una riserva idrica antincendio di tipo prefabbricato. La riserva idrica è necessaria quando l'acquedotto comunale non è in grado di garantire la necessaria pressione e portata d'acqua per il corretto funzionamento della rete antincendio di un edificio.

11.2.3.4. Gli impianti fissi di aspirazione polveri

La polvere rappresenta uno dei maggiori inquinanti, pertanto il suo allontanamento costituisce un'azione fondamentale per ottenere un miglioramento della qualità dell'aria interna. A tal proposito si segnalano i mezzi meccanici per l'allontanamento delle polveri quali gli aspiratori portatili e gli impianti centralizzati.

Gli *aspiratori portatili* creano un ricircolo di aria polverosa (stimabile all'incirca al 25%), in quanto aspirano e scaricano aria nello stesso ambiente. Un altro limite di tali aspiratori è dato dalla durata del filtro di carta a sacco, presentando un buon rendimento solo quando è nuovo.

Gli *impianti centralizzati di aspirazione polveri* sono delle unità tecnologiche costituite dall'insieme di elementi tecnici aventi la funzione di raccogliere e allontanare le polveri dagli spazi interni del sistema edilizio. Sono formati dai seguenti elementi tecnici:

- una *centrale aspirante*: ubicata in locali di servizio;
- una *rete di tubazioni*: poste a pavimento, soffitto e nelle pareti;
- le *prese aspiranti*: montate a pavimento o a parete nelle varie stanze dell'edificio;
- le *linee di alimentazione a bassa tensione*: consentono di attivare il motore della centrale aspirante a distanza, all'inserimento del tubo flessibile (lunghezza massima 7÷10 metri).

11.3. Gli impianti elettrici

La norma UNI 8290³⁵⁷ definisce l'impianto elettrico «l'insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di addurre, distribuire ed erogare energia elettrica per usi domestici».

Elemento fondamentale nella progettazione di un impianto elettrico è l'*impianto di messa a terra*, costituito «dall'insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di collegare determinati punti elettricamente definiti a un conduttore posto a potenziale nullo»³⁵⁸. Quest'ultimo è composto a sua volta da differenziali magnetotermici e scaricatori di sovratensione. Attraverso un buon impianto di messa a terra, l'impianto elettrico di un edificio è messo in sicurezza, evitando i rischi di fulminazione e incendio in caso di sovraccarichi, tensione e corto circuiti.



Fig. 11.30: A sinistra cavi che passano nelle pareti (passaggio in traccia); a destra terminali dell'impianto elettrico (interruttori).

³⁵⁷ Norma UNI 8290:1981, *Op. cit.*

³⁵⁸ Norma UNI 8290:1981, *Ibidem.*

L'impianto elettrico è difficilmente reversibile e quindi il progettista deve prestare particolare attenzione alla sua progettazione, in modo da fornire diverse possibilità di arredo interno. Di seguito è riportata una classificazione degli impianti elettrici in base al loro uso.

Classe	Sottoclasse
A. Impianti elettrici di potenza	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti di produzione e trasporto dell'energia elettrica - Sistemi di trasformazione - Impianti di distribuzione dell'energia elettrica - Sistemi di protezione e controllo
B. Impianti di illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti di illuminazione interna - Impianti di illuminazione esterna
C. Impianti di trasporto	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti di sollevamento verticale - Scale mobili e tappeti - Impianti per il trasporto interno - Parcheggi meccanizzati
D. Impianti per la comunicazione	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti telefonici - Impianti citofonici e videocitofonici - Impianti a circuito chiuso (TVCC) - Impianti antenne TV - Impianti multimediali - Reti locali (LAN) - Impianti di diffusione sonora
E. Impianti per la sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche - Impianti di messa a terra - Impianti di rilevazione degli incendi - Impianti di rilevazione fughe gas - Impianti di segnalazione
F. Impianti antintrusione	<ul style="list-style-type: none"> - Impianti di sicurezza interni - Impianti di sicurezza esterni - Impianti per il controllo degli accessi
G. Impianti di automazione	<ul style="list-style-type: none"> - Automazione di serramenti - Automazione di accessi e varchi - Automazione delle barriere esterne
H. Sistemi di gestione integrati (<i>Building Automation</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemi integrati per l'edilizia residenziale - Sistemi integrati per l'edilizia del terziario

Tab. 11.4: La classificazione degli impianti elettrici.

Fonte: Norma UNI 8290-1:1981³⁵⁹.

³⁵⁹ Norma UNI 8290-1:1981, *Op. Cit.*

11.3.1. Gli impianti elettrici di potenza

La distribuzione di energia elettrica all'interno degli edifici è destinata a vari usi: illuminazione degli ambienti, riscaldamento e condizionamento, prese per il collegamento di elettrodomestici, ascensori o rampe mobili, impianti di automazione o di allarme, centrali idriche, ecc.

Gli elementi che costituiscono un impianto elettrico sono: la centrale di generazione, la rete di trasporto, le apparecchiature di trasformazione, la rete di distribuzione, i componenti di protezione e controllo e i terminali.

La *centrale di generazione*: l'energia elettrica viene prodotta generalmente in centrali gestite da enti fornitori di energia. La produzione di energia elettrica in Italia avviene in gran parte sfruttando delle fonti di energia non rinnovabile³⁶⁰, una bassa percentuale viene prodotta attraverso fonti di energia rinnovabile³⁶¹, mentre il restante fabbisogno viene importato dall'estero.

Le tecniche di produzione dell'energia sono basate principalmente sull'utilizzo di vapore in pressione; l'acqua pressurizzata viene scaldata a temperature molto alte e genera vapore che si espande in una turbina collegata ad un alternatore. La *turbina* è una macchina rotante che sfrutta l'energia cinetica provocata dal vapore in pressione o da un getto d'acqua per generare la rotazione di un albero a sua volta collegato con un alternatore, generando energia elettrica. Le centrali di produzione dell'energia elettrica variano in base alla materia prima che viene utilizzata.

La *rete di trasporto*: l'energia prodotta nelle centrali viene immessa in rete attraverso trasformatori elevatori (a carico dell'ente fornitore). Da qui l'energia viene prelevata da apposite sottostazioni ricevitrici, composte da trasformatori riduttori che riducono la tensione ai valori compatibili con la rete di distribuzione.

Le *apparecchiature di trasformazione*: per la fornitura di energia elettrica a bassa tensione agli edifici è necessario prevedere, a monte del contatore generale, una cabina di trasformazione. Quest'ultima è

³⁶⁰ Le fonti si dicono non rinnovabili quando sono soggette ad esaurimento. Carbone, petrolio e gas naturali rientrano nella classificazione delle energie non rinnovabili, insieme all'energia nucleare che utilizza uranio e plutonio.

³⁶¹ Le fonti rinnovabili hanno la caratteristica di essere naturalmente re-integrate in tempi brevi, rendendole inesauribili. Di tale materia se ne è occupato il Parlamento Europeo che, attraverso la Normativa Europea 2009/28/CE, ha definito le fonti rinnovabili. In Italia, l'elenco delle fonti rinnovabili è indicato all'interno del D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28 che annovera: l'energia eolica, solare, geotermica, oceanica, aerotermica, idraulica, idrotermica, le biomasse, i gas residuati dai processi di depurazione, i gas di discarica e i biogas.

generalmente costituita da un manufatto di cemento armato prefabbricato, la cui dimensione dipende dal numero di apparecchiature in esso installate. La cabina di trasformazione è normalmente suddivisa in tre spazi:

- un locale riservato all'ente erogatore per l'installazione degli apparecchi di misura e sezionamento: è realizzato con pavimento, soffitto e pareti resistenti al fuoco, non è attraversato da tubazioni d'acqua, è adeguatamente ventilato e dotato di un impianto di illuminazione di emergenza;
- un locale di proprietà del soggetto privato per l'alloggiamento dei trasformatori;
- un locale a doppio accesso in cui si trovano i contatori.

La *rete di distribuzione* alle varie zone dell'edificio: avviene per mezzo di cavi³⁶² e conduttori³⁶³. Le tipologie di cavi sono classificate dalle normative in base alla tensione massima ammissibile, alla temperatura di esercizio, alla resistenza al fuoco e al tipo di utilizzo. Al fine di garantire la sicurezza dell'installatore e del manutentore i fili sono realizzati di colori differenti in modo da riconoscerne la funzione. La rete di distribuzione può essere posata a vista, interrata o sotto intonaco (passaggio in traccia).

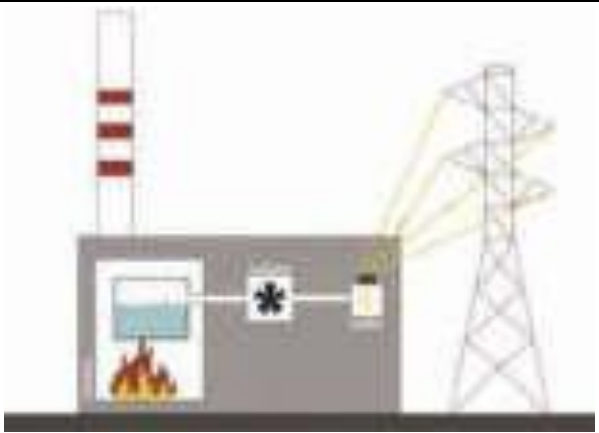

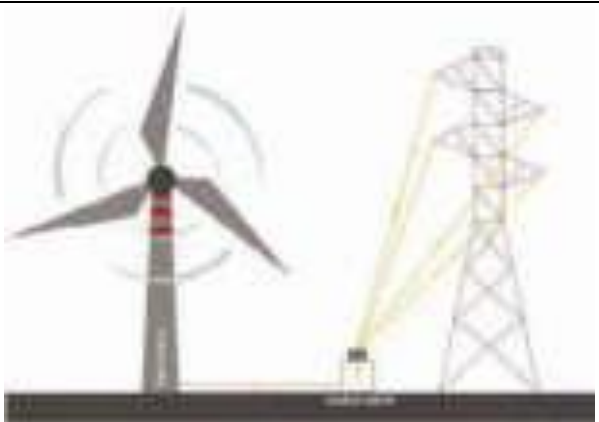
I *componenti di protezione e controllo (quadri di distribuzione)*: al quadro giunge una linea principale portatrice di energia, da cui partono più linee secondarie che alimentano le varie utenze o altri quadri secondari di distribuzione. Nel quadro sono presenti un interruttore generale (che interrompe l'alimentazione) e una serie di interruttori di manovra (con la funzione di esclusione dei singoli circuiti).

Per evitare danni agli impianti in caso di guasto o anomalie, occorre prevedere un sistema che interrompa l'alimentazione in maniera tempestiva (impianto di messa a terra).

I *terminali*: sono gli interruttori/pulsanti e le prese a spina. Possono essere installati mediante strutture di tipo modulare (più o meno evolute) costituite da: una scatola per l'installazione a incasso in pareti, un supporto fissato alla scatola sul quale sono montati i moduli utilizzatori (prese e interruttori anche di tipo digitale) e una placca esterna per il completamento estetico della struttura.

³⁶² Per "cavo" si intende un gruppo di conduttori isolati raccolti in un'unica guaina.

³⁶³ Per "conduttore" si intende un filo o una corda di metallo (rame o alluminio) rivestito con uno strato di materiale dielettrico (gomma, PVC, ecc.), detto isolante.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Centrale termoelettriche</p>	<p>Utilizza come energia primaria il combustibile che, bruciando, sviluppa calore. Questo viene trasmesso ad una caldaia in cui circola acqua ad alta pressione. L'acqua, scaldandosi e raggiungendo alte temperature, si trasforma in vapore e muove la turbina.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Centrale idroelettrica</p>	<p>Sfrutta l'energia cinetica creata attraverso la caduta dell'acqua al fine di produrre energia elettrica. L'impatto ambientale è molto minore rispetto alla centrale termoelettrica per l'assenza di fumi emessi nell'atmosfera.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Centrale eolica</p>	<p>Sfrutta la velocità del vento al fine di produrre energia elettrica. Il generatore eolico è collegato ad un'elica che ruota con il vento producendo energia.</p>	

Centrale geotermica



Sfrutta come fluido principale il calore proveniente dal sottosuolo. All'interno di questa centrale non avviene combustione e, quindi, non viene prodotto alcun tipo di scoria o residuo atmosferico.



Centrale solare fotovoltaica

È formata da pannelli fotovoltaici in cui avviene la trasformazione da energia solare in corrente elettrica continua, sfruttando l'effetto fotovoltaico delle celle che costituiscono i pannelli. La tensione elettrica continua prodotta dai pannelli viene convertita in alternata mediante un dispositivo elettronico detto "inverter" prima di essere immessa nella linea trasmissiva mediante un trasformatore elevatore di tensione.



<p>Centrale solare a concentratore parabolico</p>	<p>È formata da concentratori parabolici lineari che riscaldano i fluidi all'interno dei condotti. Il calore prodotto viene poi trasferito alla caldaia che porta l'acqua ad una temperatura tale da trasformarsi in vapore e muovere la turbina.</p> 
<p>Centrale nucleare</p>	<p>Funziona in modo analogo alla centrale termoelettrica. La differenza sta nel tipo di combustibile utilizzato: in questo caso il calore necessario viene ottenuto da un processo controllato di fissione nucleare a catena che avviene all'interno di un apposito reattore. L'energia prodotta circola attraverso elettrodotti operanti a tensioni di centinaia di migliaia di volt in corrente alternata o continua.</p> 

Tab. 11.5: Tipologie di centrali di generazione di corrente elettrica, classificate in funzione della materia prima utilizzata (rappresentazione grafica di Andrea Delmenico).

11.3.2. Gli impianti di illuminazione

Un'adeguata quantità di luce che raggiunge una determinata superficie garantisce una buona visibilità e, quindi, un buon livello di comfort. Differenti normative definiscono i livelli minimi di illuminamento naturale sui piani di lavoro, correlati con le attività in fase di svolgimento. La normativa canadese sulla sicurezza sul lavoro (Canada Labour Code³⁶⁴), per esempio, impone i livelli minimi di illuminamento.

Nel manuale dell'illuminamento dell'IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*)³⁶⁵ vengono definiti i livelli di illuminamento rapportati con le tipologie di utilizzo degli ambienti.

In Italia alcune norme UNI riportano i livelli di illuminamento minimi consigliati per particolari destinazioni d'uso. In generale, valori di comfort per gli ambienti utilizzati per attività normali sono compresi tra 300 e 500 lux (ad esempio la norma UNI EN 12464-1³⁶⁶ determina le condizioni di illuminamento dei posti di lavoro all'interno degli edifici).

Il livello minimo di illuminamento sul piano di lavoro non è l'unico tra i parametri da considerare nella determinazione dei livelli di comfort visivo. Associato a questo parametro, difatti, deve esserci sempre l'assenza di abbagliamento, un'adeguata uniformità della radiazione solare e una sufficiente varietà spettrale della radiazione solare. Tutto questo contribuisce, inoltre, all'ottimale resa dei colori³⁶⁷.

Gli impianti di illuminazione sono quei circuiti elettrici che provvedono all'illuminazione degli ambienti. Sono composti da un terminale di controllo (interruttore), dei cavi di collegamento e un terminale illuminante (lampada). Quest'ultimo può essere di diverso tipo al fine di adattarsi alla zona in cui è inserito.

Nei locali interni si trovano degli apparecchi illuminanti a soffitto (incassati o a libera installazione), a parete, da tavolo, a terra (anche come segna passo).

In esterno sono presenti diverse tipologie di apparecchi illuminanti che variano in base all'entità del luogo da illuminare. Si passa da apparecchi di piccola dimensione (per giardini, portici, aiuole, ecc.) fino ad apparecchi di grandi dimensioni (lampioni stradali o pedonali, ecc.), ecc.

³⁶⁴ Canada Labour Code (2018), *Op. cit.*, S, part VI: lighting, 6.11, *Minimum levels of lighting*.

³⁶⁵ IESNA (2000), *The IESNA Lighting handbook – Reference & Application*, New York (NY).

³⁶⁶ Norma UNI EN 12464-1:2011, *Illuminazione dei luoghi di lavoro interni*.

³⁶⁷ Puglisi, V. (2012), *Il rating dell'involucro edilizio. La misurazione delle prestazioni tecnologiche*, Gruppo24Ore, Milano (MI), pp. 26-31.

11.3.3. Gli impianti di trasporto

Negli impianti di trasporto rientrano tutti quegli elementi che contribuiscono allo spostamento di cose e persone alle diverse quote di un edificio. Tra gli impianti di sollevamento verticale si possono citare: gli ascensori, i servoscala, le scale e i tappeti mobili.

11.3.3.1. Gli ascensori

Gli *ascensori* sono degli elevatori dotati di cabina aventi le seguenti caratteristiche:

- *velocità nominale*: secondo la norma EN 81-50 del 2014³⁶⁸ è la «velocità della cabina per la quale l'impianto è stato costruito e per la quale il fornitore garantisce un funzionamento normale». La stessa norma stabilisce che la velocità della cabina in discesa non deve superare la velocità nominale di oltre il 5%;
- *portata o carico nominale*: è «il carico per il quale l'impianto è stato costruito»³⁶⁹ (portata massima in kg);
- *capacità di trasporto*: è il numero di passeggeri che un ascensore è in grado di trasportare in 5 minuti durante il periodo di punta in salita (traffico in entrata);
- *intervallo di attesa al piano principale*: è il tempo medio probabile che intercorre tra due successive partenze di una cabina durante il periodo di punta;
- *durata del percorso*: è il tempo teorico di una corsa completa tra i due piani estremi dell'edificio (misurata in m/s).

Gli ascensori si suddividono in tre tipologie:

- *a fune*: sono quelli maggiormente utilizzati in quanto possono servire altezze elevate. La loro velocità consente di superare 0,6 metri ogni secondo;
- *oleodinamici*: la cabina viene collegata ad un sistema composto di cilindri e pistoni in cui è immesso dell'olio minerale in pressione. Quando la cabina deve salire al piano desiderato la pompa idraulica spinge il liquido all'interno del cilindro, provocando l'estensione dello stelo e quindi il movimento desiderato. La discesa della cabina avviene grazie alla forza di gravità e al conseguente deflusso dell'olio dal cilindro;
- *MRL (Machine Room Less)*: hanno la particolarità di non avere alcun locale tecnico. Non essendo necessario un locale in cui

³⁶⁸ Norma EN 81-20:2014, *Ascensori per il trasporto di persone e cose* e norma EN 81-50:2014, *Verifiche e prove*.

³⁶⁹ Norma EN 81-20:2014, *Op. cit.* e norma EN 81-50:2014, *Op. cit.*

alloggiare il macchinario si ottiene un notevole risparmio di spazio e, trovandosi la macchina all'interno del vano corsa, tutto il carico dell'ascensore grava sulle guide di cabina e sul contrappeso, eliminando quindi la necessità di realizzare strutture portanti o qualsiasi altra opera muraria specifica.

La cabina dell'ascensore deve seguire determinati standard derivanti dalla vigente normativa (Regolamento d'Igiene del Comune di Milano e D.M. 1 febbraio 1986)³⁷⁰:

- dimensione netta interna della cabina almeno 130 x 95 centimetri;
- porta di accesso (posta sul lato corto dell'ascensore e del tipo a scorrimento automatico) con luce netta di almeno 80 centimetri.

Gli ascensori adibiti al trasporto di cose sono definiti *montacarichi* e sono dimensionati in funzione del carico massimo che possono sollevare. Oggi la tecnologia ha permesso la creazione di parcheggi multipiano meccanizzati che constano di veri e propri ascensori per automobili.

11.3.3.2. I servoscala

Secondo la vigente normativa il *servoscala* è consentito in sostituzione agli ascensori per superare quote possibilmente non superiori ai 4 metri. Con il termine "servoscala" si intende un'apparecchiatura costituita da un mezzo di carico opportunamente attrezzato per il trasporto di persone con ridotta o impedita capacità motoria, marciante lungo il lato di una scala o di un piano inclinato, in grado di spostarsi tramite un motore elettrico nei due sensi di marcia vincolato da guide.

Le parti di cui è composto un servoscala sono le seguenti:

- *pedana*: nei servoscala è la piattaforma ribaltabile sulla quale si sale;
- *veicolo*: è costituito da un elemento portante (spalliera) e da una piattaforma richiudibile che comprende pedana e spalliera;
- *spalliera*: è la parte verticale e non ribaltabile del servoscala. Attraverso la spalliera il veicolo è agganciato alla guida;
- *guida*: costituisce la parte immobile del sistema servoscala. Corre su tutta la percorrenza dell'impianto e, a seconda della soluzione tecnica con cui il servoscala è costruito, può essere dotata di una parte dentata affinché funga da cremagliera, oppure può apparire come un semplice corrimano.

³⁷⁰ Per maggiori informazioni si veda il capitolo 1; "Le normative di riferimento per il settore residenziale" del presente testo.

I servoscala sono una soluzione utilizzata molto spesso per garantire il requisito di accessibilità a persone con ridotta capacità motoria negli spazi ad uso pubblico.

Tipologia di servoscala	Funzione	Dimensioni
Pedana servoscala	Una persona in piedi	Minimo 35x35 cm
Sedile servoscala	Una persona seduta	Sedile non inferiore a 35x40 cm, posto a 40-50 cm dal sottostante bretellino per appoggio piedi, di dimensioni non inferiori a 30x20 cm
Pedana servoscala a sedile ribaltabile	Una persona in piedi o seduta	
Piattaforma servoscala a piattaforma ribaltabile	Una persona su sedia a ruote	Piattaforma non inferiore a 70x75 cm in luoghi aperti al pubblico
Piattaforma servoscala a piattaforma e sedile ribaltabile	Una persona su sedia a ruote o una persona seduta	

Tab. 11.6: Tipologie, funzioni e caratteristiche dei servoscala.

11.3.3.3. Le scale e i marciapiedi mobili

Un'altra valida alternativa di movimentazione da una quota all'altra degli edifici sono le *scale e i marciapiedi mobili*.

Le scale mobili funzionano attraverso un meccanismo elettrico che muove gli scalini accompagnando l'utente fino al piano di arrivo.

Lo stesso meccanismo avviene per il funzionamento dei marciapiedi mobili, con il vantaggio di potervi accedere con passeggini, carrelli o valigie. Sono utilizzati soprattutto in ambiti pubblici come stazioni ferroviarie, metropolitane, aeroporti e centri commerciali. I marciapiedi mobili possono avere una larghezza di 0,6 metri (per il trasporto di una persona) e 1 metro per il trasporto di due persone.

	Angolo di inclinazione	Velocità
Scale mobili	$\leq 30^\circ$ (tra 30° e 35° nei casi di dislivelli inferiori ai 6 metri e velocità inferiori a 0,5 m/s)	$\leq 0,75$ m/s con inclinazione $\leq 30^\circ$ $\leq 0,50$ m/s con inclinazione tra 30° e 35°
Marciapiedi mobili	$\leq 12^\circ$	$\leq 0,75$ m/s $\leq 0,90$ m/s con larghezza $< 1,1$ m

Tab. 11.7: Caratteristiche tecniche delle scale e dei marciapiedi mobili.

Fonte: Norma EN 115-1:2017³⁷¹.

³⁷¹ Norma EN 115-1:2017, *Sicurezza delle scale mobili e dei marciapiedi mobili*.

11.3.4. Gli impianti per la comunicazione

Gli impianti per la comunicazione garantiscono un trasferimento di dati ed informazioni tra l'edificio ed il mondo esterno attraverso chiamate vocali, internet, televisione, ecc.

Un *impianto telefonico* è un impianto tecnologico che viene allestito in un edificio per predisporre punti di connessione degli apparecchi telefonici (prese telefoniche). Se l'impianto telefonico permette anche telefonate interne (cioè telefonate che non passano per la rete telefonica generale), tra i telefoni collegati alle prese telefoniche, l'impianto telefonico presenta uno o più centralini telefonici (chiamati PBX o PABX). Il centralino telefonico eventualmente può essere inglobato in un telefono o, nel caso di telefonia IP, in un router.

Gli *impianti citofonici e videocitofoni* permettono, dall'interno dell'abitazione, di sentire o vedere chi richiede l'accesso. Sono costituiti da un punto esterno di chiamata ed uno o più ricevitori interni.

Gli *impianti a circuito chiuso (TVCC)* garantiscono un controllo visivo di una determinata area dell'edificio attraverso l'installazione di una o più telecamere e di un centro di sorveglianza. Questi rappresentano un utile ausilio agli impianti di sicurezza tradizionali.

Gli *impianti antenne TV* sono formati da un sistema di antenne installate sul tetto dell'edificio opportunamente dimensionato in base al numero di emittenti e da un amplificatore di segnale di potenza. I sostegni per le antenne e l'amplificatore devono essere collegati all'impianto di messa a terra. La distribuzione del segnale alle apposite prese avviene tramite dei cavi coassiali.

Le *reti LAN (Local Area Network)* indicano una rete informatica di collegamento tra più computer, estendibile anche a dispositivi periferici condivisi e capace di coprire un'area limitata (abitazione, scuola, ecc.). Si differenzia dalle *Wide Area Network (WAN)* non solo per l'estensione geografica più limitata, ma anche perché consente migliori prestazioni in termini di velocità di trasferimento dei dati, non richiedendo al tempo stesso l'utilizzo di circuiti dedicati su tratte telefoniche (*leased line*). Le tecnologie impiegate più comunemente sono l'Ethernet e il Wi-Fi.

È anche possibile dotare l'impianto elettrico di un cablaggio per la *diffusione sonora* attraverso l'installazione di appositi altoparlanti nelle stanze desiderate.

11.3.5. Gli impianti per la sicurezza

Gli impianti per la sicurezza permettono di evitare danni a cose o persone all'interno dell'edificio dovuti a scariche elettriche e atmosferiche, fughe di gas e incendi.

11.3.5.1. Gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche

Gli LPS (*Lightning Protection System*) sono gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche dirette (fulmini) e si suddividono in quattro tipologie:

- l'*attira fulmine*: consta di un'asta disposta sul punto più alto dell'edificio e collegata attraverso una fune conduttrice in materiale metallico ad uno o più dispersori posti nel terreno a loro volta connessi tra loro oppure ad altri elementi conduttori;
- la *gabbia di Faraday*: viene usata quando l'edificio da proteggere è di vaste dimensioni e consta nel posizionamento di numerose aste equidistanti tra di loro. La fune conduttrice scende parallela all'asta e conduce la scarica fino al suolo. In questo modo l'edificio è ingabbiato all'interno di un sistema di dispositivi di scarico che ne assicurano la protezione;
- le *funi di guardia*: sono posizionate sulla sommità di tralicci dell'alta tensione o sui pali che sorreggono i cavi di tensione delle ferrovie e servono ad attirare i fulmini, preservando cavi conduttori di energia. La scarica scende attraverso il pilone fino al terreno;
- il *parafulmine laser*: è solitamente utilizzato per proteggere le centrali elettriche. I fasci laser infrarossi o ultravioletti creano una ionizzazione dell'aria che preserva la struttura, creando un passaggio alternativo alla scarica del fulmine.

11.3.5.2. Gli impianti di messa a terra

La progettazione dell'impianto di messa a terra è dettata dalla norma CEI 64-8³⁷² che lo definisce come «l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento, e deve soddisfare esigenze sia di sicurezza sia funzionali». Il funzionamento dell'impianto a terra di sicurezza assicura un percorso prestabilito per la corrente di guasto, in modo che i

³⁷² Norma CEI 64-8:2011, *Impianti elettrici utilizzatori attenzione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata a 1500 V in corrente continua*.

dispositivi di protezione possano rilevarla ed intervenire interrompendo l'alimentazione del circuito sede di guasto e limitare il valore delle tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi.

L'impianto a terra si compone di cinque parti:

- il *dispersore*: messo a contatto con il terreno, ha lo scopo di disperdere le correnti a terra;
- il *conduttore di terra*: destinato a collegare il dispersore al collettore di terra oppure i diversi elementi del dispersore tra loro;
- il *collettore principale di terra*: è la morsettiera a cui sono collegati i conduttori di terra;
- i *conduttori di protezione*: rappresentati dagli elementi destinati a collegare le masse al collettore principale a terra;
- i *conduttori equipotenziali*.

11.3.5.3. Gli impianti di rilevazione incendi

L'impianto di rilevamento degli incendi è quell'elemento atto a rilevare e segnalare la presenza di un incendio all'interno di un edificio.

Definiti dalla norma UNI 54-7³⁷³, i rilevatori di fumo reagiscono ai prodotti di combustione e/o di pirolisi e ne esistono di diversi tipi:

- i *rivelatori di fumo a camera di ionizzazione*: reagiscono ai prodotti di combustione che modificano la corrente in una camera di ionizzazione. L'aria presente nella stanza viene leggermente ionizzata al fine di generare una debole corrente; il movimento degli ioni subisce un rallentamento nel momento in cui nella stanza si propaga del fumo, imponendo al rivelatore di scattare;
- i *rivelatori ottici di fumo a diffusione*: funzionano seguendo il principio di diffusione della luce. Il sistema è costituito da un generatore d'impulsi capace di pilotare un emettitore di infrarossi che, una volta emessi, vengono trattenuti da una trappola luminosa in modo che tali raggi non raggiungano il ricevitore. Se nella stanza vi è assenza di fumo i raggi vengono assorbiti dalla trappola luminosa e l'informazione che arriva all'emettitore è pari a zero; se vi è presenza di fumo, invece, i raggi tornano al mittente sotto forma di allarme;
- i *rivelatori di temperatura*: sono in grado di monitorare la temperatura di un ambiente segnalando il superamento di una soglia prefissata (rivelatore termico) o il rapido aumento della stessa (rivelatore termovelocimetrico). Il principio di funzionamento comune a tutte le tipologie prevede l'apertura di

³⁷³ Norma UNI EN 54-7:2018, *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio*.

un contatto elettrico per effetto dell'incremento di temperatura. La corrente di riposo, che normalmente vi passa, si annulla e attiva il sistema di allarme;

- i *rilevatori di fiamma*: sono rilevatori puntiformi che rilevano lo scoppio di un incendio in base alla presenza di una radiazione infrarossa o una radiazione ultravioletta emessa da una combustione. Trovano impiego nei casi in cui il rischio di incendio sia rappresentato da combustibili liquidi o solidi altamente infiammabili in cui la produzione di fumo è un effetto secondario e la rilevazione tempestiva è estremamente importante;
- i *rilevatori a campionamento*: trovano impiego quando si vuole monitorare un particolare ambiente (come, ad esempio, un centro elaborazione dati) o un'apparecchiatura elettronica (quadro elettrico). Sono apparecchiature che aspirano l'aria dagli ambienti da monitorare per mezzo di ventole. L'aria viene convogliata all'interno del dispositivo attraverso tubazioni caratterizzate da una serie di fori di diametro variabile, calcolate in base alla distanza ed alla dimensione dei locali da proteggere. All'interno del dispositivo è situato un rilevatore di presenza di fumo che analizza il campione d'aria aspirata.

11.3.5.4. Gli impianti di rilevazione delle fughe di gas

Gli impianti di rivelazione delle fughe di gas hanno la funzione di segnalare tempestivamente la presenza di un determinato gas (esplosivo o tossico) e di attivare, di conseguenza, tutte le procedure di sicurezza (interruzione del flusso di gas attraverso l'azionamento di un'elettrovalvola, segnalazione della fuga, ventilazione del locale, ecc.). L'installazione di rilevatori di gas ha luogo nei locali in cui sono presenti uno o più apparecchi utilizzatori di gas combustibile (cucina, autorimesse, ecc.) e sono scelti in base al tipo di gas presente.:

- i *gas più leggeri dell'aria*: metano, idrogeno, ecc.
- i *gas con densità uguale a quella dell'aria*: monossido di carbonio (autorimesse);
- i *gas più pesanti dell'aria*: propano, butano, ecc.

Gas più leggeri dell'aria	Gas con densità uguale a quella dell'aria	Gas più pesanti dell'aria
<ul style="list-style-type: none"> - a 30 cm dal soffitto; - da 1 a 4 m dalla sorgente. 	<ul style="list-style-type: none"> - a 30 cm dal pavimento; - nelle immediate vicinanze della possibile fuga di gas. 	<ul style="list-style-type: none"> - a 150÷180 cm dal pavimento.

Tab. 11.8: Collocazione dei rilevatori di gas.

11.3.6. Gli impianti antintrusione

Nel settore dell'elettronica civile assume sempre maggior importanza la produzione e la commercializzazione di sofisticati sistemi di sorveglianza e di allarme, destinati ad essere installati a tutela delle singole abitazioni e di interi edifici.

L'impianto di allarme antintrusione è formato principalmente dalle seguenti parti:

- la centrale di comando che gestisce i dati forniti dai rivelatori e gli avvisatori d'allarme;
- il gruppo di alimentazione della centrale e di tutti i circuiti attivi;
- i rivelatori per segnalare l'intrusione (volumetrici o perimetrali);
- i dispositivi per la segnalazione dell'allarme (sirene, combinatori o trasmettitori).

Queste parti, che possono assumere configurazioni più o meno complesse, sono collegate fra loro tramite opportuni cavi schermati per evitare possibili interferenze.

I sistemi antifurto (antieffrazione e antintrusione) si possono suddividere in due categorie:

- *sicurezza passiva*: recinzioni perimetrali, porte blindate, inferriate, tapparelle e vetri blindati, ecc.;
- *sicurezza attiva*:
 - *protezione perimetrale*: attraverso l'utilizzo di contatti magnetici (rilevatori volumetrici a contatto), contatti a filo, sensori di rottura vetro e barriere ad infrarossi applicati alle finestre;
 - *protezione interna*: l'impianto prevede l'installazione di avvisatori di allarme acustici (sirene) e ottici, connessi a:
 - *rilevatori volumetrici a raggi infrarossi*: rilevano il cambiamento dell'energia termica;
 - *rilevatori volumetrici a microonde*: impiegano un trasmettitore e un ricevitore a microonde che basano il loro funzionamento sulla variazione di frequenza subita dall'onda elettromagnetica riflessa da un corpo in movimento;
 - *rivelatori volumetrici a doppia tecnologia*: associando su di un unico circuito un dispositivo all'infrarosso passivo ed uno a microonde;
 - *protezione esterna*: prevede una protezione perimetrale dell'abitazione con sensori ad infrarossi a doppio raggio in modo da evitare il suono dell'allarme a causa del passaggio di animali; protezione con barriere ad

infrarossi lungo i muri di recinzione e protezione con cavo interrato posto nel giardino a formare un anello completo. Il sistema antifurto può essere integrato con l'impianto domotico, permettendo la gestione da remoto la visione delle immagini registrate all'interno della proprietà attraverso il sistema TVCC.

11.3.7. Gli impianti di automazione



Fig. 11.31: Impianto di automazione sotto traccia per serrande avvolgibili.

Un ulteriore “plus” dell'impianto elettrico è l'inserimento dell'opzione in grado di consentire l'automazione dei serramenti e la gestione degli accessi e dei varchi. Attraverso interruttori posti all'interno delle abitazioni si può azionare il meccanismo capace di abbassare le tapparelle, chiudere le persiane o le tende. Tale impianto permette di avere vantaggi anche in termini di sicurezza in quanto, essendo collegati ad un motore elettrico, una volta chiuse le tapparelle, le persiane, ecc., queste creano un blocco meccanico da eludere manualmente. Le stesse funzioni sono anche riportate nell'automazione delle aperture quali i cancelli carrabili d'accesso ai box o le basculanti.

11.3.8. I sistemi di gestione integrati (*Building Automation*)

Con il termine “*Building Automation*” si intende un edificio in cui gli impianti sono gestiti in maniera integrata ed automatizzata, attraverso l’adozione di un’infrastruttura di supervisione e controllo, al fine di massimizzare il risparmio energetico, il comfort e la sicurezza degli occupanti, garantendone l’integrazione con il sistema elettrico.

«Per Home Automation si intende l’applicazione di nuove soluzioni tecnologiche legate all’elettronica ed alle telecomunicazioni, in ambito domestico, al fine di migliorare apparati e prodotti già esistenti e di fornire ed integrare un maggiore numero di servizi di utilità domestica»³⁷⁴.

Il sistema funziona seguendo tre punti cardine:

- *semplicità*: il sistema, oltre ad essere sicuro, può essere utilizzato da un’utenza non professionale;
- *affidabilità*: il sistema è in grado di fornire il servizio anche in presenza di guasti;
- *continuità di funzionamento*: il sistema è in grado di fornire un servizio continuativo e, in caso di guasti, una facile riparazione che non prevede costi eccessivi.

I vantaggi della progettazione di un impianto domotico sono innumerevoli: tra questi si possono citare alcuni funzionali come la gestione e l’automazione degli infissi, la multifunzionalità dei componenti e delle apparecchiature, la creazione di un’interfaccia utente personalizzata per ogni ambiente della casa e la creazione di scenari luminosi per ogni situazione della giornata.

Per poter definire “intelligente” un edificio occorre che al suo interno sia stato realizzato un sistema di *Building Automation* e di supervisione/controllo (*Building Automation System*) capace di integrare le diverse funzioni (sicurezza, comunicazione, climatizzazione, illuminazione, ecc.) attraverso la gestione e il controllo di tutti i dispositivi presenti in rete³⁷⁵.

³⁷⁴ Quaranta, P. Mongiovi, P. (2004), *L’ABC della domotica*, Il Sole 24 ore S.p.A., Carsoli (AQ).

³⁷⁵ Ciaramella, A., Bellintani, S. (2015), *Spazio ufficio. Programmare, progettare e gestire l’ufficio contemporaneo*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).