



POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

Le soluzioni di *building energy efficiency*: un'analisi comparata del mercato italiano

Relatore: Prof. Federico Frattini

Correlatore: Ing. Marco Alberti

Tesi di laurea di Valentina Reis

Matricola 736565

Anno Accademico 2009/2010

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare tutte le persone che con i loro consigli mi hanno aiutato nella realizzazione di questa tesi.

In primo luogo, i miei più sentiti ringraziamenti per il sostegno che mi hanno dato vanno ai membri dell'Energy and Strategy Group della School of Management del Politecnico di Milano, in particolare all'ingegner Federico Frattini, mio relatore, e all'ingegner Davide Chiaroni per la fiducia fin da subito dimostratami nell'affidarmi questo argomento di tesi.

Vorrei ringraziare in modo particolare anche l'ing. Riccardo Terruzzi e l'ing. Marco Alberti, che mi hanno seguito nel corso della stesura, per la continua disponibilità e prontezza nei chiarimenti e suggerimenti e per la rilettura critica di tutti i capitoli della tesi.

Non posso infine esimermi dal ringraziare tutte quelle persone che, sottraendo tempo prezioso alle loro attività, hanno accettato di sottoporsi a delle interviste o mi hanno aiutato nella ricerca delle informazioni che mi hanno permesso di comprendere più a fondo la tematica dell'efficienza energetica.

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	6
INDICE DELLE TABELLE.....	9
INDICE DEI CASI AZIENDALI	10
ABSTRACT	11
INTRODUZIONE.....	12
CONTESTO	15
1. IL PROTOCOLLO DI KYOTO E I VINCOLI 20-20-20	15
2. IL PARCO EDILIZIO ITALIANO	16
3. IL SETTORE DELLE COSTRUZIONI	18
PARTE I: LA NORMATIVA.....	20
1. INTRODUZIONE	21
2. LA NORMATIVA IN ITALIA.....	21
2.1. CONTENUTI DELLA DIRETTIVA 2002/91/CE	22
2.2. CONTENUTI DEL D.LGS.192/05	23
2.3. CONTENUTO DELLE LINEE GUIDA NAZIONALI (DM 26/06/2009)	24
3. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN ITALIA.....	25
3.1. ELEMENTI ESSENZIALI DEL SISTEMA DI CERTIFICAZIONE	27
3.2. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI.....	28
4. IL SISTEMA DI AGEVOLAZIONI IN EDILIZIA	32
4.1. AGEVOLAZIONE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	32
4.1.1. <i>Impatto delle agevolazioni.....</i>	<i>37</i>
4.2. AGEVOLAZIONI PER LE RISTRUTTURAZIONI EDILIZIE	40
4.2.1. <i>Agevolazioni sull'IVA per le ristrutturazioni edilizie</i>	<i>44</i>
4.2.2. <i>Impatto delle agevolazioni.....</i>	<i>46</i>
4.3. BONUS DEL 20% SU ELETTRODOMESTICI E MOBILI	47
4.4. PIANO CASA	48
4.4.1. <i>Punti chiave del decreto.....</i>	<i>48</i>
4.4.2. <i>Impatto del Piano Casa.....</i>	<i>50</i>

PARTE II: TECNOLOGIE E MERCATI	53
1. INTRODUZIONE	54
2. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	55
2.1. PROGETTAZIONE SPAZI.....	56
2.2. SCELTA DEI MATERIALI.....	58
2.2.1. <i>Serramenti</i>	59
2.2.2. <i>Strutture opache – pareti, coperture e suolo</i>	73
3. IMPIANTISTICA	93
3.1. PRODUZIONE ENERGIA	94
3.1.1. <i>Energia elettrica</i>	97
3.1.2. <i>Energia termica</i>	108
3.2. ILLUMINAZIONE	122
3.2.1. <i>LED</i>	122
3.2.2. <i>Lampade ad alogeni</i>	124
3.2.3. <i>Lampade fluorescenti</i>	125
3.3. CLIMATIZZAZIONE E DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA SANITARI	130
3.3.1. <i>Condizionatori</i>	131
3.3.2. <i>Impianto termico</i>	135
3.4. VENTILAZIONE.....	145
3.4.1. <i>Impianti di aspirazione forzata</i>	147
3.4.2. <i>Apparecchi di ventilazione decentrati</i>	148
3.4.3. <i>Impianto di ventilazione monoblocco con o senza recupero di calore</i>	148
3.5. DOMOTICA	149
PARTE III: LE IMPRESE	153
1. SITUAZIONE CONGIUNTURALE DELLE COSTRUZIONI NEL MONDO	154
2. PANORAMA STATISTICO	156
3. ANALISI DEI COMPARTI	165
3.1. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	165
3.1.1. <i>Progettazione degli spazi</i>	166
3.1.2. <i>Scelta dei materiali</i>	166
3.2. IMPIANTISTICA	180

3.2.1. <i>Impianti termo-idraulici</i>	181
3.2.2. <i>Impianti elettrici</i>	185
3.2.3. <i>Produzione dell'energia da fonte rinnovabile</i>	187
CONCLUSIONI	195
BIBLIOGRAFIA	198
SITOGRAFIA	202

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Distribuzione dei fabbricati residenziali per epoca di costruzione (Fonte: ISTAT)..	17
Figura 2: Esempio di classificazione della prestazione globale dell'edificio EPgl (Fonte: Linee Guida).....	31
Figura 3: Pro e contro della detrazione de 55%% secondo il Cresme (Fonte: Sole24Ore)	37
Figura 4: Detrazione del 55% -Numero di documentazioni per zona climaticaelative pervenute nel 2008.....	38
Figura 5: Agevolazioni per le spese di ristrutturazione edilizia -Numero di comunicazioni inviate dai contribuenti (Fonte: ANCE)	46
Figura 6: Schema efficienza energetica.....	54
Figura 7: Schema degli ambiti di intervento nella progettazione degli spazi	56
Figura 8: Schema degli ambiti di intervento nella scelta dei materiali	58
Figura 9: Distribuzione interventi agevolati 2007 (Fonte: ENEA).....	59
Figura 10: Distribuzione interventi agevolati 2008 (Fonte: ENEA).....	59
Figura 11: Risparmio annuo medio (MWh) ottenuto per tipologia di intervento (Fonte: ENEA).....	60
Figura 12: Costo di un MWh risparmiato per tipologia di intervento in Lombardia(fonte: ENEA).....	60
Figura 13: Schema vetrata.....	63
Figura 14: Flussi di energia solare in un materiale trasparente	64
Figura 15: Flussi di energia solare in un materiale trasparente.....	64
Figura 16: Trasferimento delle radiazioni nei vetri a controllo solare (Fonte: ENEA).....	66
Figura 17: Esempio di geometrie tipo dei TIM (fonte: ENEA)	70
Figura 18: Funzionamento di un vetro elettrocromico (fonte:ENEA)	72
Figura 19: Costo medio delle diverse tipologie di serramento	73
Figura 20: Costo per ottenere un MWh risparmiato in base alla diversa tipologia di serramento.....	73
Figura 21: : Caratteristiche degli interventi di coibentazione delle strutture opache (fonte: ENEA).....	74
Figura 22: Schema generale dei materiali isolanti	78
Figura 23: Rivestimento a cappotto esterno (Fonte: ENEA)	83
Figura 24: Rivestimento a intonaco isolante (Fonte: ENEA)	84
Figura 25: Struttura di una parete ventilata (Fonte: ENEA)	85
Figura 26: Rivestimento a cappotto interno (Fonte: ENEA).....	86
Figura 27: Isolamento in intercapedine (Fonte: ENEA).....	86

Figura 28: Isolamento copertura piana dall'esterno (Fonte: ENEA)	87
Figura 29: Isolamento copertura piana dall'interno (Fonte: ENEA).....	88
Figura 30: Isolamento all'intradosso della falda (Fonte: ENEA).....	89
Figura 31: Isolamento sotto il manto anti-meteorico (Fonte: ENEA)	89
Figura 32: Isolamento estradosso all'ultima soletta (Fonte: ENEA).....	90
Figura 33: Isolamento suolo su locali non riscaldati (Fonte: ENEA).....	90
Figura 34: Isolamento suolo controterra (Fonte: ENEA).....	91
Figura 35: Isolamento suolo su porticato a cappotto (Fonte: ENEA).....	91
Figura 36: Isolamento suolo su porticato sull'estradosso (Fonte: ENEA)	92
Figura 37: Schema generale impiantistica	93
Figura 38: Schema degli ambiti di intervento per la produzione di energia.....	94
Figura 39: Produzione da fonte rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009 senza la produzione idraulica (Fonte: GSE).....	95
Figura 40: Produzione totale da fonte rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009 (Fonte: GSE)...	95
Figura 41: Potenza fotovoltaica cumulata in Italia (Fonte: Il Sole 24 Ore da un'analisi di A.T.Kearney).....	99
Figura 42: Potenza fotovoltaica cumulata installata in Italia per regione nel 2009 (Fonte: Il Sole 24 Ore).....	99
Figura 43: Previsione del calo dei prezzi dei moduli e degli altri componenti (Fonte: Il Sole 24 Ore da un'analisi di A.T.Kearney)	99
Figura 44: Potenza fotovoltaica per tipologia di sito e per regione a fine 2009 (Fonte: GSE)	100
Figura 45: Distribuzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici nelle Regioni a fine 2009 (Fonte: GSE).....	103
Figura 46: Potenza media installata in impianti di cogenerazione per settore nel 2007 (Fonte: GSE).....	107
Figura 47: Usi non elettrici dell'energia geotermica in Europa nel 2000: potenza termica installata (MW) (Fonte: Lund e Freetown)	116
Figura 48: Usi non elettrici dell'energia geotermica in Europa nel 2000: energia utilizzata (TJ/anno) (Fonte: Lund e Freetown)	116
Figura 49: Volumi delle pompe di calore in Europa nel quadriennio 2005-2008 (Fonte: EHPA)	117
Figura 50: Combustibili fossili e biomasse a confronto: costo di 1 litro equivalente di gasolio (Fonte: ITABIA)	119
Figura 51: Schema delle soluzioni disponibili per l'illuminazione.....	122
Figura 52: Schema climatizzazione e distribuzione acqua calda sanitaria.....	130

Figura 53: Schema ventilazione.....	147
Figura 54: Evoluzione del numero di impianti domotici in Italia (Fonte: Domotica.it).....	151
Figura 55: Evoluzione degli investimenti in costruzioni (Fonte: CRESME SIMCO 2010).....	154
Figura 56: Occupazione e valore aggiunto per macrosettore di attività economica - Anno 2008 (Fonte: ISTAT).....	156
Figura 57: Valore aggiunto per classe di addetti in termini relativi (a) per macrosettore di attività e in termini assoluti (b) (Fonte: ISTAT).....	157
Figura 58: Investimenti fissi lordi per macrosettore di attività (Fonte: ISTAT).....	158
Figura 59: Costruzione - Numero di imprese per dimensione (Fonte: OECD).....	158
Figura 60: Impiantistica - Numero di imprese per dimensione (Fonte: OECD).....	158
Figura 61: : Costruzione - Numero di imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT).....	159
Figura 62: Impiantistica - Numero di imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT).....	159
Figura 63: Costruzione - Fatturato totale delle imprese con meno di 100 addetti per categoria d'impresa (Fonte: ISTAT).....	160
Figura 64: Impiantistica - Fatturato totale delle imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT).....	160
Figura 65: Evoluzione del fatturato estero sul fatturato globale dal 2004 al 2009 (Fonte: ANCE).....	161
Figura 66: Evoluzione del fatturato nazionale ed estero dal 2004 al 2009 (Fonte: ANCE) ..	161
Figura 67: Investimenti in Ricerca e Sviluppo in Italia per classe di addetti dal 2004 al 2007 (Fonte: ISTAT).....	163
Figura 68: Investimenti in R&S per le categorie Costruzioni e Impiantistica (Fonte: ISTAT)	163
Figura 69: Variazioni annuali degli investimenti in R&S per le categorie Costruzioni e Impiantistica (Fonte: ISTAT).....	164
Figura 70: Variazioni del fatturato nelle imprese di costruzioni per classe di fatturato (in milioni di €) (Fonte: CRESME).....	165
Figura 71: Andamento del fatturato delle società di ingegneria 2000-2008 (Fonte: CRESME).....	166
Figura 72: Variazioni annue del fatturato delle industrie produttrici di materiale per le costruzioni (Fonte: CRESME).....	167
Figura 73: Andamento della produzione di vetro piano in Italia (Fonte: Assovetro).....	174
Figura 74: Composizione delle imprese del settore impiantistica.....	181
Figura 75: Rapporti tra gli attori nella filiera dell'impiantistica termica (Fonte: CRESME 2000).....	184

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Riepilogo sull'utilizzo delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche in relazione agli edifici interessati e ai servizi energetici da valutare ai fini della certificazione energetica. (Fonte: D.M.26/06/2009).....	30
Tabella 2: Detrazione per la riqualificazione energetica: obiettivi e detrazioni (Fonti: ANCE)	35
Tabella 3: Scheda riassuntiva sulle agevolazioni per la riqualificazione energetica (Fonte: ANCE)	36
Tabella 4: Detrazione del 55% - Dati globali della campagna 2007	39
Tabella 5: Evoluzione della normativa inerente alle agevolazioni del 36%	41
Tabella 6: Detrazione 36% - Esempi di interventi ammissibili	43
Tabella 7: Piano Casa -Recepimenti regionali.....	51
Tabella 8: Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti (vetri).....	60
Tabella 9: Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi.....	60
Tabella 10: Principali caratteristiche infissi per materiale	61
Tabella 11: Influenza del gas in intercapedine sull'emissività (fonte: UNI TS 11300).....	63
Tabella 12: Caratteristiche solari di alcune tipologie di vetrocamera (fonte: ENEA).....	66
Tabella 13: Proprietà ottico-termiche TIM (fonte: ENEA).....	71
Tabella 14: Principali materiali isolanti sintetici	78
Tabella 15: Principali materiali isolanti organici naturali.....	79
Tabella 16: Principali materiali isolanti inorganici naturali.....	80
Tabella 17: Principali materiali isolanti inorganici sintetici.....	81
Tabella 18: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali.....	82
Tabella 19: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di copertura.....	82
Tabella 20: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache di pavimento	82
Tabella 21: Interventi di razionalizzazione energetica dell'involucro edilizio.....	82
Tabella 22: Costi medi dell'energia eolica (Fonte: ENEA)	101
Tabella 23: Energia elettrica: confronto alternative	107
Tabella 24: Energia termica: confronto alternative	121
Tabella 25: Illuminazione: confronto alternative.....	129
Tabella 26: Climatizzazione: confronto alternative pompe a calore	134
Tabella 27: Impianto termico: evoluzione dei rendimenti medi stagionali di caldaie a gas di piccola potenza (Fonte: ENEA).....	137

Tabella 28: Caldaie ad alta efficienza: requisiti minimi.....	138
Tabella 29: Impianto termico: spessore minimo di materiale isolante nella rete distributiva	140
Tabella 30: Impianto termico: confronto alternative radiatori.....	144
Tabella 31: Ventilazione: confronto alternative.....	147
Tabella 32: Investimenti in costruzioni nel 2009 per macro-area (Fonte: CRESME SIMCO 2010)	155
Tabella 33: Infissi - numero di operatori e quote di mercato a gennaio 2010 (Fonte: www.guidafinestre.it)	168
Tabella 34: Scheda impresa: Navello (Fonte: AIDA).....	170
Tabella 35: Scheda impresa: Secco Sistemi (Fonte: AIDA)	172
Tabella 36: Scheda impresa: Poliespanso (Fonte: AIDA).....	175
Tabella 37: Scheda impresa: Poliespanso (Fonte: AIDA).....	179
Tabella 38: Scheda impresa: BTicino (Fonte: www.BTicino.it).....	186
Tabella 39: Impiantistica- I primi 10 produttori di celle fotovoltaiche nel 2009 (Fonte: EurObserv'ER).....	189
Tabella 40: Impiantistica- I primi 10 produttori di impianti eolici nel 2009 (Fonte: EurObserv'ER).....	190
Tabella 41: Aziende rappresentative del solare termico in Unione Europea nel 2008 (Fonte: EurObserv'ER)	191

INDICE DEI CASI AZIENDALI

Caso Aziendale 1: Navello – I vantaggi delle normative per gli infissi in legno.....	170
Caso Aziendale 2: Secco Sistemi: Innovazione e qualità come chiavi del successo	171
Caso Aziendale 3: Pilkington – La normativa come unico stimolo in un settore statico	175
Caso Aziendale 4: Poliespanso – In competizione con la cultura del cemento	179
Caso Aziendale 5: BTicino – I vantaggi in seno ad un grande gruppo	186

ABSTRACT

Le tematiche legate al risparmio energetico e ad una nuova visione più ecologica della produzione hanno riscontrato nell'ultimo decennio sempre più successo. Nell'ambito della ricerca di nuove soluzioni che spingano verso un'economia più "verde", la vetustà degli edifici italiani ed europei ha fatto sì che il settore edile abbia suscitato, in questo senso, particolare interesse sia a livello istituzionale che imprenditoriale, vedendo nel rinnovo del parco edilizio una grande opportunità sia a livello economico che ambientale.

Lo scopo di questa tesi è proprio quello di analizzare il settore delle tecnologie inerenti all'efficienza energetica negli edifici descrivendo le evoluzioni legislative e le azioni istituzionali messe in atto a livello governativo per promuoverle, specificando le caratteristiche dei prodotti attualmente disponibili ed i loro mercati di riferimento e, infine, fornendo un quadro generale delle aziende presenti nel settore in Italia. La trattazione si svilupperà suddividendo questi argomenti in tre sezioni distinte, ciascuna delle quali cercherà di fornire una panoramica la più completa possibile su un argomento in realtà molto vasto ed in continua evoluzione.

INTRODUZIONE



Negli ultimi anni una nuova consapevolezza ambientale ha portato l'attenzione generale sul cosiddetto problema energetico, ovvero sulla capacità di continuare ad alimentare una produzione in crescita continua in modo eco-sostenibile, garantendo l'accesso alle fonti di energia e contenendone, nello stesso tempo, gli impatti sul sistema ambientale. Nonostante la crisi economica mondiale, iniziata nell'autunno 2008, la domanda di energia nel lungo periodo è, infatti, destinata a riprendere la sua crescita per effetto dell'aumento della popolazione e del rapido sviluppo economico dei paesi in via di sviluppo, ritornando alla situazione pre-crisi in cui l'evoluzione dei prezzi delle risorse energetiche segnalava l'esistenza di un problema di scarsità di risorse. A questo bisogna aggiungere la problematica delle emissioni dei gas serra, che, con la sottoscrizione del protocollo di Kyoto, l'Italia si è impegnata a ridurre, per ora senza successo, entro il 2012.

Se da un lato questa consapevolezza ha portato alla ricerca di nuove metodologie "verdi" di produzione dell'energia, che cercano a poco a poco di eliminare la nostra dipendenza da gas e risorse fossili, d'altra parte ci si è resi conto che una parte importante del problema è dato dagli sprechi e dalla dissipazione dell'energia prodotta in sistemi non perfettamente isolati, primi fra tutti gli edifici. Secondo uno studio dell'ENEA, l'Ente per le

Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, del 2008, le abitazioni italiane disperdono in media ogni anno 1.164.442 MJ a causa delle perdite termiche di pareti a coperture, e liberano nell'aria il 17% di emissioni di CO₂ sul totale delle abitazioni europee, registrando così i più alti valori comunitari in entrambe le classifiche. Inoltre i consumi energetici del settore Civile nazionale crescono del 2% l'anno, soprattutto a causa della crescita dei consumi elettrici, in particolare negli ultimi anni quelli per il condizionamento estivo. Valutando sommariamente che solo il 15% delle abitazioni italiane sia dotato di un sistema di raffrescamento estivo, e che quindi siamo ancora lontani dal 50% degli USA, ciò fa pensare a prossimi ulteriori incrementi della domanda con gravissimi problemi per il nostro sistema produttivo e di gestione. Ecco quindi spiegata l'importanza dell'efficienza energetica nell'edilizia, vista come ricerca della minimizzazione degli sprechi energetici e delle emissioni di gas serra degli edifici, siano essi residenziali o industriali.

In un'ottica di efficienza energetica, l'involucro edilizio non è più solo un elemento architettonico ricco di suggestioni, ma torna ad essere in primis la superficie attraverso la quale passano i flussi di energia e massa scambiati con l'ambiente circostante, ovvero il principale sistema di controllo che delimita il sistema termodinamico edificio. Ci si focalizza quindi su termini quali isolamento e comfort termico, controllo igrometrico, auto-sufficienza energetica... ma sempre nell'ottica chiave della nostra società, il controllo dei costi, tradotto in questo caso con il termine risparmio energetico.

Il primo passo verso il risparmio energetico è stato, già a partire dagli anni '70, la ricerca di nuove soluzioni strutturali, in termini di organizzazione degli spazi e di materiali utilizzati, sempre più innovative. A partire dagli anni '90 però si è iniziato a ipotizzare che il sistema edificio includa in realtà molto più del solo involucro, e che debba comprendere ed integrare anche tutte le componenti impiantistiche che possano influenzare i consumi energetici totali. Si è passato quindi da un'ottica di involucro passivo, ovvero un sistema tecnologico capace di sfruttare l'energia naturale disponibile in loco in combinazione con i componenti architettonici, come ad esempio delle grandi vetrate per massimizzare l'esposizione solare o aperture che favoriscono la ventilazione naturale, ad un'ottica di involucro attivo, che non solo può supportare, ma integrare i sistemi impiantistici per la raccolta e la trasformazione dell'energia e per la ventilazione artificiale degli ambienti interni. Infine si è giunti all'involucro ibrido, in cui le tecnologie edilizie ed impiantistiche diventano fra loro complementari e l'involucro diviene parte di un sistema integrato edificio-impianti, ricco di apparati di regolazione e controllo.

Lo scopo di questa tesi è di illustrare quanto e come siano stati effettuati questi cambiamenti volti all'efficienza energetica nell'edilizia, descrivendo le evoluzioni legislative e le azioni istituzionali messe in atto a livello governativo, lo status quo a livello tecnologico e di mercato ed infine fornendo un quadro generale delle aziende presenti nel settore in Italia. La trattazione si svilupperà suddividendo questi argomenti in tre sezioni distinte, introdotte da un capitolo che riassume il contesto italiano riguardo gli impegni presi in

materia di riduzione delle emissioni, la situazione del parco immobiliare italiano ed infine lo stato del settore costruzioni nel nostro paese.

Per quanto riguarda la prima sezione, essa si occuperà di descrivere il contesto normativo sull'efficienza energetica degli edifici vigente in questo momento in Italia. Dopo un paragrafo preliminare che descriverà l'evoluzione legale in materia negli ultimi trent'anni, ci si concentrerà sugli aspetti principali delle nuove norme sia a livello europeo che nazionale. Si dedicherà particolare attenzione al tema della certificazione energetica e al sistema di agevolazioni istituite dal governo per promuovere la riqualificazione energetica degli edifici, fornendo anche una stima dei loro effetti.

La seconda sezione si focalizzerà invece sulle tecnologie disponibili al momento e sui loro mercati di riferimento. Scomponendo il sistema edificio nelle due macro-componenti relative alla progettazione e costruzione architettonica e all'impiantistica installata al suo interno, verranno descritte le principali soluzioni alternative proposte per ogni componente del sistema, specificando per ognuna di esse la situazione di mercato in Italia.

Per ultima, la terza sezione si concentrerà sulle imprese italiane che operano nei settori inerenti all'efficienza energetica nell'edificio. Dopo una breve contestualizzazione dello stato del settore costruzioni nel mondo, si analizzeranno le evoluzioni dei dati statistici sulle aziende negli ultimi anni. In seguito si cercherà di analizzare i singoli mercati proposti nella sezione precedente, cercando di coglierne le caratteristiche distintive ed i fattori di successo. Infine, verranno presentati alcuni casi aziendali interessanti per una migliore comprensione del panorama globale.

CONTESTO



Questa tesi si propone di analizzare la situazione del mercato dell'efficienza energetica nell'edilizia. Questo settore, come si vedrà nel corso della trattazione, ha importanti ricadute sia a livello ecologico che economico e si inserisce in un contesto più grande di attenzione ai consumi energetici che si sta evolvendo a livello mondiale. Per questa ragione, prima di iniziare con la l'analisi, è bene tratteggiare il contesto in cui questo mercato è nato e si sta evolvendo.

Nello specifico, nei prossimi paragrafi verranno tratteggiati quelli che possono essere considerati i motori ed i catalizzatori della ricerca di efficienza energetica in Italia, ovvero il protocollo di Kyoto ed i vincoli europei del "20-20-20", la situazione del patrimonio edilizio italiano ed, infine, l'attuale situazione del settore costruzioni.

1. IL PROTOCOLLO DI KYOTO E I VINCOLI 20-20-20

In occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) dell'11 dicembre 1997, 160 paesi hanno firmato il trattato internazionale meglio noto come "Protocollo di Kyoto", in cui si impegnano a ridurre gradualmente delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio ed altri

cinque gas serra, ovvero metano, ossido di diazoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) considerate tra i responsabili del riscaldamento globale. Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia.

Con la firma, i paesi industrializzati coinvolti nel progetto si sono impegnati ad operare una riduzione di emissioni in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (considerato come anno base) nel periodo 2008-2012. Per i paesi membri dell'Unione europea nel loro insieme la riduzione dovrà essere pari all'8%.

Per raggiungere e superare l'obiettivo stabilito, accanto al protocollo di Kyoto, i paesi comunitari si sono inoltre impegnati a rispettare ulteriori vincoli più sul lungo periodo, riassunti con il nome "20-20-20-2020": entro il 2020 si dovranno raggiungere i seguenti traguardi:

- fonti rinnovabili: il 20 % dell'energia dovrà derivare da fonti alternative
- risparmio energetico: ci dovrà essere un aumento del 20% dell'efficienza energetica rispetto alle proiezioni del 2020
- riduzione emissioni: diminuzione del 20 % delle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990

Nonostante gli impegni presi, sebbene negli ultimi anni in Italia si è assistito ad una riduzione delle emissioni climalteranti, esse si sono mantenute al di sopra dei valori dell'anno di riferimento (1990): dopo essere arrivate nel 2004 ad un livello superiore dell'11% superiore, nel 2008 esse sono scese al 6%. Il recupero degli ultimi anni deriva dall'aumentato prezzo dell'energia, da inverni poco rigidi, dall'arrivo della recessione e per finire dai primi risultati delle politiche di efficienza energetica e di incentivazione delle rinnovabili.

Va osservato che per conseguire gli obiettivi di Kyoto si dovrebbe realizzare una riduzione del consumo di combustibili fossili tra il 15 e il 20%, con una conseguente riduzione della fattura energetica per il Paese di circa 5-7 miliardi di euro per anno. Viceversa, dal 2008, il mancato raggiungimento dell'obiettivo di riduzione di gas serra fissato nell'ambito del Protocollo comporta per l'Italia, un esborso di 1,5 miliardi di euro l'anno, fra acquisti di diritti di emissioni e progetti di cooperazione per realizzare tali riduzioni all'estero.

2. IL PARCO EDILIZIO ITALIANO

Analizzando le cause di emissioni in Italia, vale la pena soffermarsi sul settore edile, non solo per la sua responsabilità diretta in termini di consumi, ma anche e soprattutto per le sue potenzialità in termini di importanti margini di miglioramento energetici.

Dagli ultimi dati ISTAT, si può quantificare il patrimonio edilizio residenziale con i seguenti dati: 11,6 milioni di edifici, 29,4 milioni di abitazioni di cui 24,0 milioni abitazioni

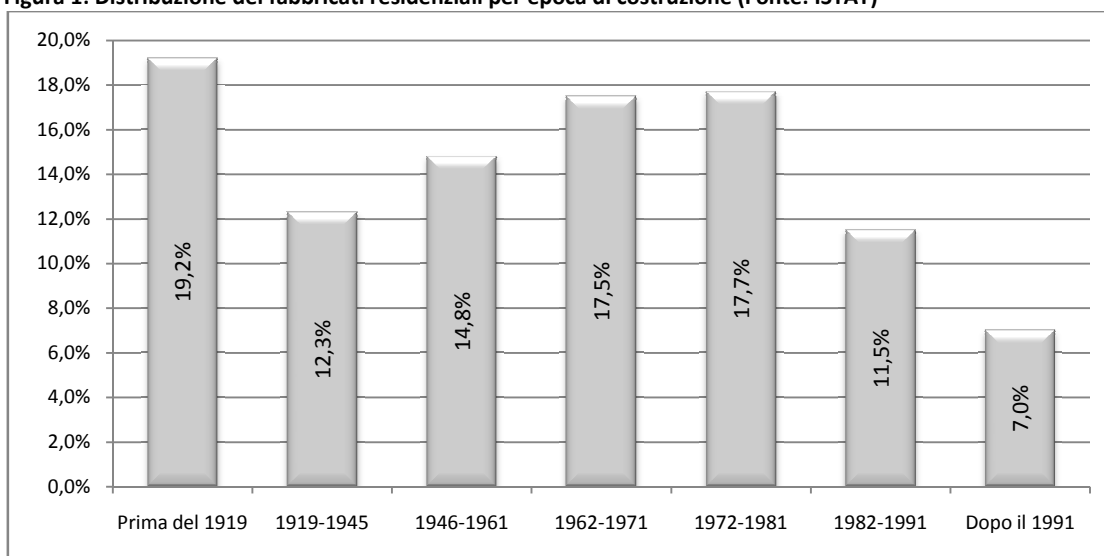
principali e 5,4 milioni di seconde case, per un totale di 2,8 miliardi di metri quadrati di superficie di cui 2,3 miliardi attribuibili alle prime case e 0,5 miliardi alle seconde case.

Utilizzando questi dati, il CRESME (Centro di Ricerca Economica, Sociale e di Mercato per l'Edilizia ed il territorio) nel rapporto SAIE 2009 ha stimato in 31,1 miliardi di euro nel 2008, il costo complessivo della fornitura energetica per riscaldamento e per elettricità al patrimonio edilizio, pari a 1.060 euro medi per abitazione (comprese quindi le abitazioni non occupate). Ogni metro quadrato di abitazione assorbe quindi energia per 11,3 euro.

La ripartizione dei consumi energetici delle abitazioni mostra come la spesa maggiore sia stata destinata alla fornitura di gas naturale (14,8 miliardi di euro) utilizzato per il riscaldamento, la produzione di acqua sanitaria e l'uso cucina. La seconda fonte energetica in ordine di spesa complessiva è l'elettricità (11,7 miliardi di euro). Per le altre fonti energetiche la spesa per la fornitura è risultata nel complesso di 4,6 miliardi di euro con una prevalenza del gasolio (2,8 miliardi) e del GPL (1,2 miliardi).

Principale causa di questi valori è l'età media delle nostre abitazioni. Secondo il censimento ISTAT del 2004, come si vede in Figura 1, circa il 20% del patrimonio edilizio nazionale è stato costruito prima del 1919. In seguito, nel periodo compreso tra le due guerre mondiali, si è avuta una contrazione dell'attività edilizia che ha comportato la realizzazione del solo 12% dei fabbricati residenziali odierni. Il periodo che va dalla fine del secondo dopoguerra fino ai primi degli anni ottanta, segna un incremento dell'attività edilizia che ha determinato la realizzazione di circa il 50% del parco edilizio odierno. Infine, dai primi degli anni ottanta fino ad oggi si è avuta una nuova contrazione dell'attività edilizia. Questa contrazione risulta più pesante dal '91 in poi, con una tendenza maggiore nelle attività di recupero edilizio rispetto all'attività edificatoria.

Figura 1: Distribuzione dei fabbricati residenziali per epoca di costruzione (Fonte: ISTAT)



Di fatto più dell'80% delle abitazioni è stata edificata quando non c'era alcun tipo di prescrizione per il risparmio energetico.

Considerando dei valori indicativi sui consumi medi delle diverse tipologie edilizie durante la stagione di riscaldamento si può avere un'idea generale dell'impatto finale. Secondo delle stime fatte da ENEA, prendendo ad esempio il fabbisogno di una villetta da 1-2 unità abitative costruita prima del 1919 si può ipotizzare un consumo di 249 kWh/m², che passa a 124 per lo stesso tipo di immobile costruito dopo il 1991. Il grande salto avviene in realtà per le edificazioni post 1982: per una palazzina fra le 16 e le 30 unità abitative il consumo è passato da 185 kWh/m² per le edificazioni fra il 1919 e il 1945 a 112 per quelle post 1982. Molto evidente il passaggio anche per un grande edificio a torre con più di 31 unità abitative: quello costruito fra il 1946 e il 1961 consuma 127 kWh/m², che scendono a 85 per le costruzioni del 1982-1991.

Secondo l'ENEA, come sostiene nel recente Rapporto Energia e Ambiente, le nuove tecniche costruttive e di ristrutturazione collocherebbero l'efficienza energetica degli edifici al primo posto nella classifica degli interventi di riduzione di CO₂, con un contributo di oltre il 20% alla riduzione totale, seguita dallo spostamento dei trasporti dalla gomma al ferro o al mare e l'efficienza del parco veicoli (contributo al di sotto del 20%) e da tutti gli altri interventi, che si collocano tra l'1% e il 10% di contributo alla riduzione delle emissioni.

3. IL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

I dati di ANCE - Associazione Nazionale Costruttori Edili evidenziano che il settore delle costruzioni edilizie è importante per l'economia italiana e particolarmente per il sud, dove i settori inerenti ai lavori pubblici e residenziali rappresentano insieme il 40,7% dell'occupazione totale nell'industria. Al livello nazionale questa percentuale è il 25%, corrispondente a circa l'8% di tutta l'occupazione nazionale. Secondo l'ISTAT, l'occupazione in questo settore era circa di 1.675.000 lavoratori nel primo semestre del 2001 ed aumentato fino a 1.964.165 nel 2007. L'aumento delle attività registrato all'inizio di questo decennio nel campo edilizio è dovuto principalmente alle iniziative private nella costruzione di nuovi edifici residenziali, mentre gli edifici residenziali pubblici rimangono stabili come presenza sul territorio nazionale. Il recupero edilizio è l'unico settore che ha mostrato un aumento sempre più crescente, principalmente dovuto all'attività edilizia nel sud dell'Italia.

Nel 2008, con l'avvento della crisi, il settore è entrato in una fase di recessione che sembra proseguirà anche nel 2011. Secondo le ultime stime ANCE, nel quadriennio 2008-2011 gli investimenti per la costruzione di nuove abitazioni segneranno un calo del 34,2% contro un calo complessivo degli investimenti in costruzioni (che comprendono anche opere di manutenzione per le abitazioni quanto opere non residenziali pubbliche e private) del 17,8%, pari a una perdita di valore di 29 miliardi di euro. Per le costruzioni in generale il valore complessivo degli investimenti a fine 2009 è stato pari a 142.466 milioni di euro contro i 145.548 del periodo pre-crisi. La stima per la fine dell'esercizio 2010 è invece pari a 136.000 milioni di euro e per il 2011 di 135.486 milioni di euro.

Questa situazione compromessa si è ripercossa anche sul mercato del lavoro. L'ANCE stima in 180mila i posti di lavoro persi dall'inizio della crisi. Nel 2011 si stima una

ulteriore perdita di 30mila posti di lavoro, che sommati ai posti persi nei settori collegati, porteranno a un calo dei lavoratori pari a 290mila unità.

L'unico segmento stabile in questo momento è quello dei lavori di manutenzione per le costruzioni residenziali, che nel quadriennio considerato, dal 2008 al 2011 prevede un calo totale degli investimenti solamente dello 0,4%. Un grande impatto su questo risultato è dato, come si vedrà, anche grazie ai sistemi di incentivazione statale in materia di efficienza energetica.

PARTE I:

LA NORMATIVA



In questa sezione viene descritta l'evoluzione della normativa sull'efficienza energetica degli edifici. In seguito vengono descritti i sistemi di certificazione delle installazioni e di agevolazione per i lavori di ristrutturazione.

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	21
2. LA NORMATIVA IN ITALIA	21
3. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN ITALIA	25
4. IL SISTEMA DI AGEVOLAZIONI IN EDILIZIA	32

1. INTRODUZIONE

A partire dagli anni '90 il tema dell'efficienza energetica nell'edilizia ha ricevuto sempre più attenzione in tutta Europa. Gli stati membri dell'UE sono stati ripetutamente invitati a ricercare nuovi strumenti normativi/legislativi e nuove metodologie per migliorare i rendimenti energetici dei nostri edifici, così come per diffondere e sviluppare le fonti rinnovabili anche a livello abitativo. Lo stesso è stato fatto in ambito nazionale con strumenti spesso innovativi ed inediti, che hanno posto l'Italia all'avanguardia nella produzione legislativa, ma che non sempre hanno ottenuto, in fase di attuazione, i risultati previsti.

2. LA NORMATIVA IN ITALIA

Il primo passo dell'Italia verso il contenimento dei consumi energetici negli edifici è rappresentato dalla legge n. 373 del 30 aprile del 1976, che, sulla spinta delle varie crisi energetiche verificatesi a metà dei settanta, introduce per la prima volta il concetto di isolamento termico minimo necessario nella legislazione italiana, e, nel suo aggiornamento rappresentato dal D.M. 10/3/77, stabilisce i valori minimi e massimi del coefficiente volumico di dispersione termica (poi aggiornati con il D.M. 30/7/86).

Il passo successivo avviene solo quindici anni dopo, con la legge 10/91 con oggetto "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" che propone, per la prima volta in Italia, il tema della certificazione energetica degli edifici, adottando le linee guida della direttiva comunitaria 93/76/CEE volta a limitare le emissioni di anidride carbonica e a migliorare l'efficienza energetica degli edifici. L'attuazione particolarmente lenta di alcuni commi della legge che dovevano definire i criteri generali tecnico-costruttivi di progettazione e ristrutturazione degli edifici, non ha però permesso ai professionisti del settore di valutare pienamente tutta una serie di fattori e requisiti energetico ambientali utili per una progettazione energeticamente ottimale con il risultato attuale che la salute del parco edilizio italiano soffre di eccessivi ed inutili sprechi e di una bolletta energetica tra le più alte in tutta l'Europa.

Il 16 dicembre 2002 viene emanata la Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sul rendimento energetico degli edifici, rifusa in seguito ad alcune modifiche nella Direttiva 2010/31/UE. Tale Direttiva si propone di promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici che si trovano nella Comunità Europea, invitando gli stati membri a fornire delle linee guida generali che rappresentino per le regioni un riferimento standard da cui partire per implementare la certificazione energetica.

In risposta a questa direttiva, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, mediante il D.M. 27/07/2005, pubblicato sulla G.U. n. 178 del 02/08/2005, presenta in primo luogo una norma che contiene il regolamento completo d'attuazione della legge

10/91, dando la possibilità di definire i criteri generali tecnico-costruttivi e le tipologie edilizie in grado di incentivare l'uso razionale dell'energia, e favorire quindi il contenimento dei consumi. A distanza di qualche mese viene quindi presentato il decreto legislativo n. 192/05 con oggetto: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia", pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005 n. 222. Tale decreto modifica le modalità di calcolo delle dispersioni di energia in un edificio e soprattutto introduce la "Certificazione Energetica". In questo nuovo contesto normativo vi è l'obbligo, entro un anno dall'entrata in vigore di tale decreto, del rilascio di un "attestato di certificazione energetica" da parte del costruttore che deve riportare i livelli di consumo di energia dei fabbricati. Il D.Lgs. 192/05 viene successivamente integrato nel febbraio 2006 dal decreto legislativo 311/06 regolamentando la normativa energetica nazionale attuale. Resta comunque vigente l'impianto normativo della legge 10/91 e dei suoi decreti attuativi D.P.R. n. 412/93, D.M. 06/08/94 e D.M. 27/06/05, ad eccezione degli articoli abrogati dall'articolo 16 integrato con il D.Lgs. 311/06.

Nel giugno 2009, dopo che già nel 2006 la commissione europea aveva avviato la procedura di messa in mora nei confronti della Repubblica Italiana a causa del suo ritardo, viene pubblicato il D.M. 26/6/2009 sulla G.U. del 10 luglio 2009 n. 158, con oggetto "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici".

In realtà, il quadro normativo sta tuttora subendo diverse modifiche sia a livello nazionale sia a livello Regionale e, questo, rende la materia particolarmente impegnativa nell'aggiornamento delle norme.

2.1. CONTENUTI DELLA DIRETTIVA 2002/91/CE

La Direttiva 2002/91/CE è nata con l'obiettivo di promuovere il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, migliorando di conseguenza il loro rendimento energetico, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi. Insieme alla sua versione corretta e aggiornata, presentata nella direttiva 2010/31/UE, richiede agli stati membri l'adozione di una metodologia di calcolo nazionale per il rendimento energetico degli edifici, sulla base di un quadro normativo generale presentato più nel dettaglio nella normativa 2009/28/CE che impone dei requisiti minimi. La scelta di lasciare libertà ai diversi stati riguardo alla metodologia scelta è stata fatta per permettere di tenere conto al meglio delle peculiarità regionali.

Attraverso il controllo delle emissioni di CO₂ emesse dagli impianti di riscaldamento e di raffrescamento e la certificazione di tutti gli edifici di nuova e vecchia costruzione attraverso dei parametri chiari e definiti univocamente, l'obiettivo ultimo di questa direttiva, così come della sua rifusione del 2010 e dei vari altri decreti ad esse connesse, è di aumentare in maniera significativa il numero di «edifici a energia quasi zero» presenti sul territorio europeo, definiti nella 2010/31/UE come:

“edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze”.

Riguardo al sistema di certificazione, la Direttiva indica disposizioni sulla compilazione di un attestato di certificazione energetica al momento della costruzione, della compravendita o della locazione di un edificio di nuova costruzione o esistente, con una validità massima di 10 anni. L'attestato di prestazione energetica comprende la prestazione energetica di un edificio e valori di riferimento quali i requisiti minimi di prestazione energetica al fine di consentire ai proprietari o locatari dell'edificio o dell'unità immobiliare di valutare e raffrontare la prestazione energetica, inoltre deve essere accompagnato da raccomandazioni che possono migliorare il rendimento energetico di un edificio, in termini di costi e benefici. Gli Stati membri devono provvedere affinché siano istituiti sistemi di controllo indipendenti per il rilascio di tali attestati così come per i rapporti di ispezione degli impianti di riscaldamento e condizionamento d'aria.

2.2. CONTENUTI DEL D.LGS.192/05

Il D.Lgs. 192/05 si presentava come risposta italiana alla Direttiva europea 2002/91/CE ed aveva per scopo la definizione dei criteri, delle condizioni e delle modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici. L'obiettivo pratico dichiarato era quello di, entro il 5 febbraio 2006 (centoventi giorni dall'entrata in vigore del Decreto), con uno o più decreti del Presidente della Repubblica, rendere applicabili i seguenti requisiti:

- i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi di energia e al raggiungimento degli obiettivi di prestazioni richiesti dalla Comunità Europea, disciplinando la progettazione, l'installazione, l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici, per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari e, limitatamente al settore terziario, per l'illuminazione artificiale degli edifici;
- i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata, nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti;
- i requisiti professionali e i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti o degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione.

In realtà dei 3 decreti attuativi richiesti il primo (metodi di calcolo - Dpr 59/09) è stato approvato solo nel marzo 2009; le Linee Guida (DM 26/6/09) sono state pubblicate nel luglio 2009, dopo l'inizio della procedura di messa in mora per il ritardo nei confronti della Repubblica Italiana da parte dell'Unione Europea e il terzo (accreditamento dei

certificatori), non è tuttora stato emesso. Questo ha fatto sì che a lungo in Italia si sia usato come riferimento le vecchie norme connesse alla legge 10/91, causando una forte variazione dei valori di riferimento negli ultimi anni. Per quanto riguarda l'accreditamento dei certificatori, l'assenza di una linea guida nazionale, ha fatto sì che il panorama regionale sia molto diversificato, con delle situazioni a volte discutibili.

2.3. CONTENUTO DELLE LINEE GUIDA NAZIONALI (DM 26/06/2009)

Pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 10 luglio 2009, il DM 26/06/2009 sancisce la piena attuazione della Direttiva 2002/91/CE- art. 7 e del DLgs 192/05 - art. 4 comma 1 con riferimento alla certificazione energetica degli edifici e si compone di 8 articoli e di 2 allegati: le Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica sono contenute nell'Allegato A (e sono suddivise a loro volta in 7 allegati), mentre nell'Allegato B sono elencate e aggiornate le norme tecniche di riferimento.

Per le Regioni e Province autonome dotate di una legislazione di attuazione della direttiva europea 2002/91/CE, la procedura di Certificazione Energetica in vigore resta quella locale, anche se eventuali differenze con la regolamentazione nazionale dovranno gradualmente sparire. Gli elementi essenziali di cui devono tener conto le legislazioni locali sono:

- a) l'attestato di certificazione deve contenere l'efficienza energetica dell'edificio, i valori a norma di legge, di riferimento e le classi prestazionali nonché suggerimenti per interventi migliorativi economicamente convenienti;
- b) si deve tenere conto delle norme tecniche vigenti e quindi modificare i valori limiti di conseguenza;
- c) si devono fornire agli utenti metodologie di calcolo, anche semplificate ma sempre a norma, finalizzate a minimizzare gli oneri a carico dell'utente;
- d) bisogna definire dei requisiti professionali ed dei criteri di qualificazione e indipendenza dei soggetti certificatori;
- e) la validità temporale delle norme;
- f) l'aggiornamento obbligatorio dell'attestato di certificazione energetica, valido al massimo 10 anni, purché siano rispettate le prescrizioni normative vigenti e le operazioni di controllo di efficienza energetica, compresi i controlli sull'impianto di climatizzazione e purché sia aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifichi la prestazione energetica dell'edificio.

La finalità del decreto, principalmente attraverso una definizione più chiara del sistema di certificazione, è di fornire strumenti e informazioni relativi alla qualità energetica di chiara comprensione per valutare al meglio la convenienza economica della riqualificazione energetica e il valore di mercato di immobili destinati all'acquisto o alla

locazione di immobili oltre che di contribuire ad un'applicazione omogenea della 2002/91/CE e del DLgs 192/05.

3. LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA IN ITALIA

Uno dei punti chiave del D.Lgs.192/05, poi ripreso più formalmente del D.M. 26/6/2009, è il tema della certificazione energetica degli edifici. Tutti gli edifici di nuova costruzione o che subiscono ristrutturazioni integrali degli elementi edilizi che costituiscono l'involucro, e tutti gli edifici esistenti in manutenzione straordinaria o che presentano una superficie utile superiore ai 1000 m², devono gradualmente avere una propria "carta d'identità energetica". Questo attestato deve dichiararne le prestazioni in termini di efficienza energetica attraverso un parametro di riferimento detto l'indice di prestazione energetica (EP), con il quale si esprime la quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio. L'importanza per gli utenti è lampante se si pensa che si vuole garantire oggettivamente la buona progettazione, in termini energetici, di un edificio o alloggio, andando quindi a pesare fortemente sulla valutazione economica dello stesso ed andando ad innestare un ciclo virtuoso in cui sia economicamente conveniente, sia per i costruttori sia per gli acquirenti, costruire strutture sempre più efficienti energeticamente. Inoltre, con riferimento al comma 1 dell'articolo 6, dal 1 gennaio 2007 l'attestato di certificazione energetica è diventato obbligatorio per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio.

L'attestato, che deve essere rilasciato dal costruttore al termine dei lavori (D.Lgs. 192/05, articolo 4 comma 1), può presentare caratteristiche differenti secondo le diverse normative regionali, ma deve comunque rispettare le Linee Guida Nazionali. A causa del ritardo nella pubblicazione delle Linee Guide, in realtà molte regioni si sono trovate in anticipo sulla normativa nazionale. Un tavolo di confronto è stato istituito, ai sensi dell'articolo 5 comma 1 del decreto, in merito all'attivazione di tutti i meccanismi di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato, le Regioni, le Province autonome di Trento e Bolzano e gli Enti locali con lo scopo di monitorare l'applicazione della normativa sulla certificazione energetica degli edifici, garantire le più efficaci modalità di trasferimento delle informazioni nei confronti degli acquirenti e dei conduttori degli immobili e massimizzare la diffusione e l'omogeneizzazione delle procedure sul territorio nazionale. Dallo scambio di opinioni ed esperienze tra stato e regioni si spera inoltre di arrivare a formulare proposte per la realizzazione di un sistema informativo regionale e nazionale, che favorisca la raccolta di dati, in materia di certificazione energetica e di controllo per l'efficienza energetica degli edifici, oltre che degli stimoli all'adeguamento delle normative vigenti ed al miglioramento del sistema di certificazione.

Ad oggi quasi tutte le regioni e le provincie autonome hanno una propria normativa sulla certificazione energetica negli edifici:

- **Provincia di Bolzano** - Prima in Italia ad affrontare il tema del rendimento energetico degli edifici, ha introdotto lo standard CasaClima - obbligatorio da gennaio 2005 - che assegna agli edifici una classe in base al consumo di energia.
- **Regione Lombardia** – Ha anticipato al 2008 i requisiti previsti dalle norme statali per il 2010, ha definito la procedura di calcolo per determinare i requisiti di prestazione energetica degli edifici e, a fine 2007, ha riscritto alcune norme sull'ambito di applicazione e sull'accreditamento dei certificatori, aprendo ai certificatori di altre Regioni.
- **Regione Piemonte** – Nel 2007 si è dotata di una legge che introduce la certificazione energetica degli edifici esistenti e di nuova costruzione, integrata poi con disposizioni attuative relative soltanto ai controlli sugli impianti termici.
- **Regione Liguria** – Le disposizioni sulla certificazione energetica degli edifici sono contenute nella legge regionale in materia di energia; successivamente è stato definito un sistema di certificazione e recentemente tutta la normativa è stata riordinata.
- **Regione Emilia Romagna** – Oltre al regolamento edilizio del Comune di Reggio Emilia, sono stati definiti i requisiti di rendimento energetico e le procedure di certificazione energetica degli edifici, non solo per le abitazioni ma anche per gli edifici produttivi e del terziario. La certificazione energetica è obbligatoria dal 1° luglio 2008.
- **Regione Marche** – Si rifà al Protocollo Itaca la legge marchigiana sull'edilizia sostenibile che definisce le tecniche e le modalità costruttive di edilizia sostenibile. Successivamente sono state definite le Linee Guida per la valutazione energetico-ambientale degli edifici residenziali, e i criteri per la definizione degli incentivi e per la formazione professionale.
- **Regione Toscana** – Sono state emanate nel 2006 le Linee Guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici, che modificano le precedenti del 2005. Nel 2008 è stato redatto un regolamento per l'edilizia sostenibile che punta a ridurre della metà i consumi medi degli edifici.
- **Regione Valle D'Aosta** – Oltre a disciplinare le metodologie di calcolo, i requisiti di prestazione energetica per gli edifici nuovi e ristrutturati, i requisiti professionali e i criteri di accreditamento dei certificatori, viene istituito un catasto energetico degli edifici e vengono fissati gli obiettivi per il miglioramento dell'efficienza energetica del parco edilizio.
- **Regione Puglia** – “Norme per l'abitare sostenibile” è la legge pugliese per la sostenibilità ambientale e il risparmio energetico nelle trasformazioni

territoriali e urbane e nella realizzazione delle opere edilizie. Non sono ancora state definite le procedure per la certificazione di sostenibilità degli edifici e per l'accREDITAMENTO dei certificatori.

- **Regione Basilicata** – La legge Finanziaria regionale per il 2008 prevede che saranno definiti il metodo di calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici, i requisiti minimi in materia di prestazione energetica degli edifici nuovi e ristrutturati, i criteri della certificazione energetica, i requisiti professionali e i criteri di accREDITAMENTO dei certificatori.
- **Regione Umbria** – La certificazione ambientale è obbligatoria per gli interventi pubblici e facoltativa per quelli privati. È previsto un procedimento di valutazione a schede per quantificare le prestazioni dell'edificio rispetto a diversi parametri, tra cui la qualità dell'ambiente interno e esterno ed il risparmio delle risorse naturali. Il recente Disciplinare tecnico prevede che sia l'ARPA a rilasciare il certificato di sostenibilità.
- **Regione Friuli Venezia Giulia** - È di recente approvazione il Protocollo regionale VEA, un sistema di valutazione per la certificazione degli edifici che prevede la compilazione di 22 schede tematiche suddivise in 6 aree: valutazione energetica, impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, materiali da costruzione, risparmio idrico e permeabilità dei suoli, qualità esterna ed interna.
- **Provincia di Trento** – La certificazione energetica è stata introdotta dalla legge urbanistica ed è obbligatoria per le nuove costruzioni e per interventi di recupero. Il Regolamento attuativo prevede che entro il 31 dicembre 2013 tutti gli edifici pubblici saranno dotati di certificazione energetica e un marchio distinguerà gli stabili sostenibili.
- **Regione Campania** – Ha emanato indirizzi in materia energetico-ambientale per la redazione dei regolamenti urbanistici edilizi comunali, in attuazione della Lr 16/2004, finalizzati anche alla riduzione dei consumi energetici. Gli indirizzi stabiliscono criteri tecnico-costruttivi, individuando soluzioni progettuali, atte a favorire l'impiego di fonti energetiche rinnovabili.

3.1. ELEMENTI ESSENZIALI DEL SISTEMA DI CERTIFICAZIONE

Al di là delle possibili varianti regionali, sono elementi essenziali del sistema di certificazione degli edifici:

- i dati informativi che debbono essere contenuti nell'attestato di certificazione energetica, compresi i dati relativi all'efficienza energetica dell'edificio, i valori vigenti a norma di legge, i valori di riferimento o classi prestazionali che consentano ai cittadini di valutare e raffrontare la prestazione energetica dell'edificio in forma sintetica e anche non tecnica, i suggerimenti e le raccomandazioni in merito agli

- interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione (desumibili dalle Linee Guida, allegato A);
- le norme tecniche di riferimento, conformi a quelle sviluppate in ambito europeo e nazionale (Linee Guida, allegato A);
 - le metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici, compresi i metodi semplificati finalizzati a minimizzare gli oneri a carico dei cittadini, tenuto conto delle norme di riferimento (Linee Guida, allegato A);
 - i requisiti professionali e i criteri per assicurare la qualificazione e l'indipendenza dei soggetti preposti alla certificazione energetica (D.Lgs. 192/05, articolo 4, comma 1, lettera c);
 - la validità temporale massima dell'attestato, che non può superare i 10 anni (D.Lgs. 192/05, articolo 6) e che può essere confermata solo se sono rispettate le prescrizioni normative vigenti per le operazioni di controllo di efficienza energetica;
 - le prescrizioni relative all'aggiornamento dell'attestato in relazione ad ogni intervento che migliori la prestazione energetica dell'edificio o ad ogni operazione di controllo che accerti il degrado della prestazione medesima, di entità significativa (D.Lgs. 192/05, articolo 6).

3.2. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Scopo ultimo del sistema di certificazione è quello di suddividere gli edifici in classi energetiche, perché queste possano diventare un riferimento nazionale riconosciuto e facilmente comprensibile. La procedura di certificazione si basa sui seguenti passi:

- 1) diagnosi o verifica di progetto finalizzata alla determinazione della prestazione energetica dell'immobile;
- 2) classificazione dell'edificio in funzione degli indici di prestazione energetica;
- 3) rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica.

Il sistema di classificazione, come già detto, si basa principalmente sul calcolo della prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EP_{gl} .

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$

dove:

EP_i : è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EP_{acs} : l'indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

EP_e : l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

EP_{ill} : l'indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale.

Nella fase di avvio vengono considerati tuttavia i soli contributi EP_i ed EP_{acs} , per l' EP_e è prevista una valutazione qualitativa dell'involucro, con atti successivi si procederà ad estendere la certificazione a tutti i servizi energetici dell'edificio e ad integrare

eventualmente i metodi di valutazione con metodi a consuntivo o con valutazioni di esercizio.

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi in kWh/m² anno. Nel caso di altri edifici (residenze collettive, terziario, industria) tutti gli indici sono espressi in kWh/m³ anno.

I metodi di calcolo di questi indici possono variare secondo le finalità e delle possibilità di rilevamento dei dati:

- **“Metodo calcolato di progetto”**, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di ingresso del progetto energetico dell’edificio come costruito e dei sistemi impiantistici a servizio dell’edificio come realizzati. Questo metodo è di riferimento per gli edifici di nuova costruzione e per quelli completamente ristrutturati di cui all’articolo 3, comma 2, lettera a), del decreto legislativo, per la predisposizione dell’attestato di qualificazione energetica e della relazione tecnica di rispondenza del progetto alle prescrizioni per il contenimento dei consumi energetici, previsti ai sensi del decreto legislativo, fermo restando le relative flessibilità (vedi i decreti di cui all’articolo 4, comma 1, lettere a) e b), e l’articolo 8, commi 1 e 2, del decreto legislativo);
- **“Metodo di calcolo da rilievo sull’edificio o standard”**, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati d’ingresso ricavati da indagini svolte direttamente sull’edificio esistente. In questo caso le modalità di approccio possono essere:
 - 1) mediante procedure di rilievo, anche strumentali, sull’edificio e/o sui dispositivi impiantistici effettuate secondo le normative tecniche di riferimento, previste dagli organismi normativi nazionali, europei e internazionali, o, in mancanza di tali norme alla letteratura tecnico-scientifica;
 - 2) per analogia costruttiva con altri edifici e sistemi impiantistici coevi, integrata da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali;
 - 3) sulla base dei principali dati climatici, tipologici, geometrici ed impiantistici.

Per quanto riguarda gli standard di riferimento e i campi di applicazione delle diverse metodologie di calcolo si veda in proposito la tabella riepilogativa delle Linee Guida sull’utilizzo delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche riproposta in Tabella 1

Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Tabella 1: Riepilogo sull'utilizzo delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche in relazione agli edifici interessati e ai servizi energetici da valutare ai fini della certificazione energetica. (Fonte: D.M.26/06/2009)

	Metodo di calcolo a progetto	Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio (punto 1)	Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio (punto 2)	Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio (punto 3)
Edifici interessati	Tutte le tipologie di edifici nuovi ed esistenti	Tutte le tipologie di edifici esistenti	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 3000 m ²	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 1000 m ²
Prestazione invernale involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR/ENEA)	Metodo semplificato (Linee Guida allegato 2)
Energia primaria prestazione invernale	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR/ENEA)	Metodo semplificato (Linee Guida allegato 2)
Energia primaria prestazione acqua calda sanitaria	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR/ENEA)	Norme UNI/TS 11300 (esistenti)
Prestazione estiva involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR/ENEA)	Norme UNI/TS 11300 o DOCET o Linee Guida Metodologia paragrafo 6.2

A partire dall'indice di prestazione energetica EP_{gl} sono stati definiti dei valori soglia di appartenenza ad una determinata classe energetica. Per tutti i settori interessati, le classi energetiche sono 8, identificate con le lettere maiuscole dalla A, migliori prestazioni, alla G, peggiori prestazioni, più la classe A+ che vuole indicare l'eccellenza. I modelli di riferimento "a cruscotto" delle classi energetiche presentati nelle Linee Guida sono due: l'attestazione di qualificazione energetica (AQE), che si interessa principalmente dei rispetto, in fase di costruzione e ristrutturazione, delle prescrizioni volte a migliorare le prestazioni degli edifici, e l'attestazione di certificazione energetica (ACE), che invece vuole essere uno strumento informativo per l'"acquirente" circa il grado di efficienza energetica dell'immobile, ma dal 25 luglio 2009 l'AQE è stato definitivamente dismesso in favore dell'ACE che ha il vantaggio di essere un documento più completo.

Un esempio di classificazione delle prestazioni globali di un edificio (EP_{gl}) per il settore residenziale è presentato in Figura 2. In questo caso per il calcolo vengono considerati solo il valore dell'indice per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari (EP_{acs}) per il settore residenziale e l'indice di climatizzazione invernale EP_i , calcolato come:

$$EP_i = \frac{(Q_h / A_{pav})}{\eta_g}; \quad [\text{kWh/m}^2\text{K}]$$

dove:

Q_h = fabbisogno di energia termica dell'edificio, espresso in kWh

A_{pav} = la superficie utile (pavimento) espressa in m²

η_g = rendimento globale medio stagionale

Figura 2: Esempio di classificazione della prestazione globale dell'edificio EPgl (Fonte: Linee Guida)

Classe A_{gl} + < 0,25 EPI _L (2010) + 9 kWh/m ² anno	
0,25 EPI _L (2010) + 9 kWh/m ² anno ≤	Classe A_{gl} < 0,50 EPI _L (2010) + 9 kWh/m ² anno
0,50 EPI _L (2010) + 9 kWh/m ² anno ≤	Classe B_{gl} < 0,75 EPI _L (2010) + 12 kWh/m ² anno
0,75 EPI _L (2010) + 12 kWh/m ² anno ≤	Classe C_{gl} < 1,00 EPI _L (2010) + 18 kWh/m ² anno
1,00 EPI _L (2010) + 18 kWh/m ² anno ≤	Classe D_{gl} < 1,25 EPI _L (2010) + 21 kWh/m ² anno
1,25 EPI _L (2010) + 21 kWh/m ² anno ≤	Classe E_{gl} < 1,75 EPI _L (2010) + 24 kWh/m ² anno
1,75 EPI _L (2010) + 24 kWh/m ² anno ≤	Classe F_{gl} < 2,50 EPI _L (2010) + 30 kWh/m ² anno
Classe G_{gl} ≥ 2,50 EPI _L (2010) + 30 kWh/m ² anno	

Come già detto a tutt'oggi siamo in attesa del terzo decreto di attuazione del D. Lgs. 192/05 che definisce requisiti professionali e di accreditamento dei soggetti a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, pertanto, laddove non ci siano specifiche indicazioni regionali, si applica la normativa nazionale vigente definita nel D. Lgs. 115/08 che stipula che sono abilitati ai fini della certificazione energetica, tecnici operanti in veste di:

- dipendente di enti ed organismi pubblici;
- dipendente di società di servizi pubbliche o private;
- professionista libero od associato,

iscritti ai relativi ordini e collegi professionali, ed abilitati all'esercitazione della professione relativa alla progettazione di edifici e d'impianti

Ai soli fini della certificazione energetica, sono tecnici abilitati anche i soggetti in possesso di titoli di studio tecnico scientifici, individuati in ambito territoriale da regioni e province autonome, e abilitati dalle predette amministrazioni a seguito di specifici corsi di formazione per la certificazione energetica degli edifici con superamento di esami finale, purché sia rispettata la regola di indipendenza ed imparzialità del certificatore.

4. IL SISTEMA DI AGEVOLAZIONI IN EDILIZIA

Accanto al sistema normativo appena presentato, al fine di migliorare, da un punto di vista di efficienza energetica, il parco immobiliare italiano stimolando allo stesso tempo l'intero settore edile, negli ultimi anni sono stati sviluppati dal Governo dei sistemi incentivanti. Nei prossimi paragrafi verranno presentati gli incentivi principali proposti: le agevolazioni fiscali per la riqualificazione energetica, le agevolazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie ed il piano casa.

4.1. AGEVOLAZIONE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

All'interno del pacchetto legislativo volto alla promozione della certificazione energetica è stato anche presentato un sistema di agevolazioni volto a stimolare la riqualificazione energetica degli edifici che permette, fino al 31 dicembre 2010, di usufruire di un'agevolazione fiscale per le spese sostenute in relazione ad interventi finalizzati al risparmio di energia. Sebbene nel corso degli anni sono state effettuate alcune modifiche sulle procedure da effettuare per accedervi (si faccia riferimento al D.M. del 19/2/2007, alla Legge n. 244/2007, al D.L. 185/2008, alla Legge n. 2 /2009 e al Decreto Interministeriale del 6/8/2009), la struttura base ed i benefici sono rimasti invariati. L'agevolazione è stata recentemente prorogata fino al 31 dicembre 2011, con l'approvazione della nuova Finanziaria (Legge di Stabilità 2011) registrando come unica modifica l'aumento del numero di anni sul quale verrà effettuato il rimborso fiscale, che passa da 5 a 10 anni.

L'agevolazione consiste nel riconoscimento di detrazioni d'imposta nella misura del 55% delle spese sostenute, da ripartire in rate annuali di pari importo, entro un limite massimo di detrazione, diverso in relazione a ciascuno degli interventi previsti. Si tratta di riduzioni dall'Irpef (Imposta sul reddito delle persone fisiche) e dall'Ires (Imposta sul reddito delle società) concesse per interventi che aumentino il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti e che riguardano, in particolare, facendo riferimento alla legge 27/12/2006 n. 206 detta Finanziaria 2007, le spese sostenute per:

- la riduzione del fabbisogno energetico (per il riscaldamento, il raffreddamento, la ventilazione, l'illuminazione) nell'ottica di una riqualificazione energetica globale dell'edificio (**Comma 344**);
- il miglioramento termico dell'edificio (finestre, comprensive di infissi, coibentazioni, pavimenti) ovvero per interventi su strutture opache orizzontali, strutture opache verticali e finestre comprensive di infissi (**Comma 345**);
- l'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda (**Comma 346**);

- la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione o, in alternativa, con pompe di calore ad alta efficienza ovvero con impianti geotermici a bassa entalpia (**Comma 347**).

I dettagli degli obiettivi richiesti per ogni intervento, così come l'importo massimo detraibile sono riportati in

Tabella 2.

Oltre che alla detrazione del 55% delle spese sostenute, ci si può avvalere anche di altri benefici:

- esonero dalla presentazione della certificazione energetica per la sostituzione di finestre, per gli impianti di climatizzazione invernale e per l'installazione di pannelli solari;
- ripartizione in cinque rate annuali di pari importo per gli interventi eseguiti a decorrere dall'anno d'imposta 2009 (per il 2008 andava da un minimo di tre ad un massimo di 10 anni mentre solo per l'anno 2007 c'era l'obbligo di ripartire la spesa in 3 rate annuali uguali);
- possibilità di utilizzare l'agevolazione anche per l'installazione di altri tipi di impianto di riscaldamento.

Possono beneficiare di quest'agevolazione sia persone fisiche non titolari di reddito d'impresa che soggetti titolari d'impresa che vogliono portare le migliorie sopra elencate ad edifici esistenti di qualsiasi categoria catastale purché, se posseduti da imprese, non siano destinati alla vendita o alla locazione. L'edificio non deve essere individuato sulla base della relativa connotazione catastale, bensì in base alle sole caratteristiche costruttive che lo individuano o ne delimitano gli spazi e la prova della sua esistenza deve essere attestata dall'iscrizione in Catasto e del pagamento dell'ICI, se dovuta. I requisiti specifici delle strutture per accedere alle agevolazioni sono:

- preventiva esistenza di un impianto di riscaldamento per tutti gli interventi ad eccezione dell'installazione di pannelli solari;
- realizzazione di un impianto termico centralizzato nel caso di frazionamento di un'unità immobiliare;
- fedele ricostruzione, con mantenimento dell'originale volumetria, nel caso di demolizione e ricostruzione dell'edificio.

Sarà prorogata a tutto il 2011 la detrazione fiscale del 55% per la riqualificazione energetica degli edifici. La Camera ha infatti approvato la Finanziaria (Legge di Stabilità 2011) con l'emendamento che dà la possibilità di detrarre dall'Irpef il 55% delle spese per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, sostenute fino al 31 dicembre 2011. Unica modifica al bonus: la detrazione dovrà essere spalmata su dieci anni anziché su cinque. Non cambiano invece i tetti di spesa, le percentuali di detrazione e gli interventi ammessi.

Tabella 2: Detrazione per la riqualificazione energetica: obiettivi e detrazioni (Fonti: ANCE)

INTERVENTI AGEVOLATI	OBIETTIVO RICHIESTO	MISURA DETRAZIONE
Riqualificazione energetica globale	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Lavori iniziati nel 2007</u>: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20% rispetto ai valori riportati nelle tabelle di cui all'allegato C del D.M. 19/09/2007 • <u>Lavori iniziati dal 2008</u>: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale non superiore ai valori riportati nelle tabelle di cui all'Allegato A del D.M. 11/03/2008 	100.000 €
Interventi riguardanti strutture opache verticali, finestre comprensive di infissi delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Lavori iniziati nel 2007</u>: indice di trasmittanza termica U delle varie strutture elementi sui quali si interviene riportati nella tabella di cui all'allegato D del D.M. 19/09/2007 • <u>Lavori iniziati dal 2008</u>: indice di trasmittanza termica U delle varie strutture elementi sui quali si interviene riportati nelle tabelle di cui all'Allegato B del D.M. 11/03/2008 	60.000€
Interventi riguardanti strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti), delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Lavori iniziati nel 2007</u>: indice di trasmittanza termica U delle varie strutture elementi sui quali si interviene riportati nella tabella di cui all'allegato A del D.M. 29/06/2007 • <u>Lavori iniziati dal 2008</u>: indice di trasmittanza termica U delle varie strutture elementi sui quali si interviene riportati nelle tabelle di cui all'Allegato B del D.M. 11/03/2008 	60.000€
Installazione pannelli solari di produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno	Caratteristiche previste dall'art. 8 del D.M.19/02/2007	60.000€
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, con pompe di calore alta efficienza, caldaie a condensazione, o impianti geotermici a bassa entalpia	Caratteristiche previste dall'art. 9 del D.M.19/02/2007	30.000€

Tabella 3: Scheda riassuntiva sulle agevolazioni per la riqualificazione energetica (Fonte: ANCE)

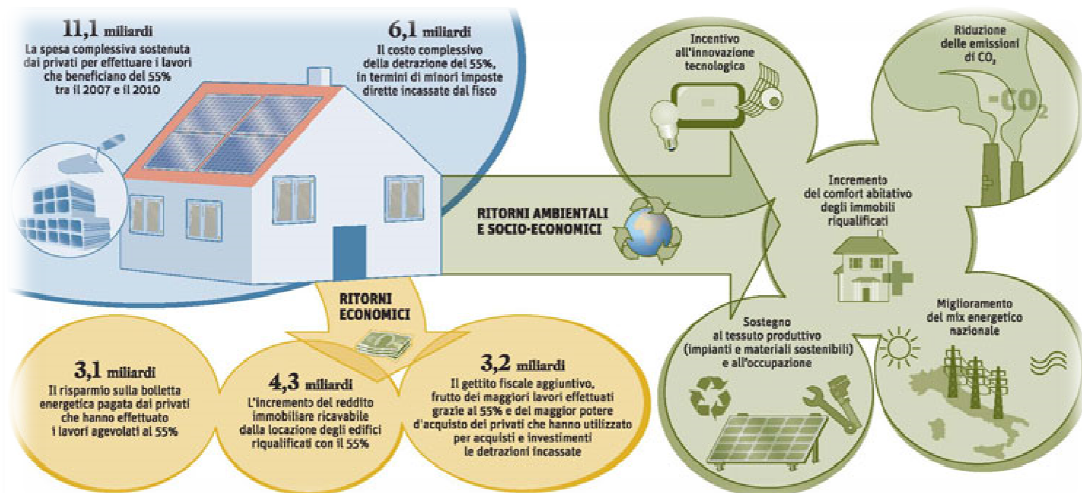
Agevolazione per la riqualificazione energetica	
Descrizione	Detrazione dall'imposta sui redditi lord (IRPEF/IRES) <u>pari al 55% delle spese documentate</u> sostenute e rimaste a carico del contribuente, sino al 31 dicembre 2010, con riferimento a specifici interventi di riqualificazione energetica eseguiti su edifici esistenti, per un importo massimo di detrazione variabile in funzione della tipologia dei lavori, da ripartire in quote annuali costanti in numero minimo di 3 ed in numero massimo di 10.
Interventi possibili	<ul style="list-style-type: none"> • Riqualificazione energetica globale (Comma 344). <u>Detrazione massima: 100.000€</u> • Interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache verticali, finestre comprensive di infissi delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati (Comma 345) <u>Detrazione massima: 60.000€</u> • Interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti), delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno e verso vani non riscaldati (Comma 345) <u>Detrazione massima: 60.000€</u> • Installazione pannelli solari di produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno (Comma 346) <u>Detrazione massima: 60.000€</u> • Sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale, con impianti dotati di caldaie a condensazione, con pompe di calore ad alta efficienza o impianti geotermici a bassa entalpia (Comma 347) <u>Detrazione massima: 30.000€</u> • Sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale, con impianti dotati di caldaie non a condensazione, con pompe di calore ad alta efficienza o impianti geotermici a bassa entalpia (Comma 347) <u>Detrazione massima: 30.000€</u>
Soggetti beneficiari	<ul style="list-style-type: none"> • Persone fisiche non titolari di reddito d'impresa • Soggetti titolari di reddito d'impresa (imprenditori individuali, società di persone, società di capitali, enti equiparati) • Proprietari, nudi proprietari, usufruttuari, titolari di contratto di locazione (anche finanziaria) o di comodato (anche quando cessa il contratto di locazione) • Familiari conviventi del possessore/detentore (solo per gli immobili a destinazione abitativa) • Acquirenti dell'immobile oggetto di riqualificazione per le quote di detrazione residue (solo per il settore residenziale)
Edifici interessati	<p>Tutti gli edifici esistenti (parti di edifici o unità immobiliari esistenti) di qualsiasi categoria catastale, compresi i fabbricati rurali che rispettino i seguenti requisiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preventiva esistenza di un impianto di riscaldamento per tutti gli interventi ad eccezione dell'installazione di pannelli solari • Realizzazione di un impianto termico centralizzato nel caso di frazionamento di un'unità immobiliare • Fedele ricostruzione, con mantenimento dell'originale volumetria, nel caso di demolizione e ricostruzione dell'edificio
Edifici esclusi	<p>Sono esclusi dall'agevolazione i fabbricati posseduti da imprese:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destinati alla vendita • Destinati alla locazione

4.1.1. IMPATTO DELLE AGEVOLAZIONI

In questi ultimi mesi del 2010 sono molte le voci che chiedono la proroga del bonus del 55% per i prossimi anni.

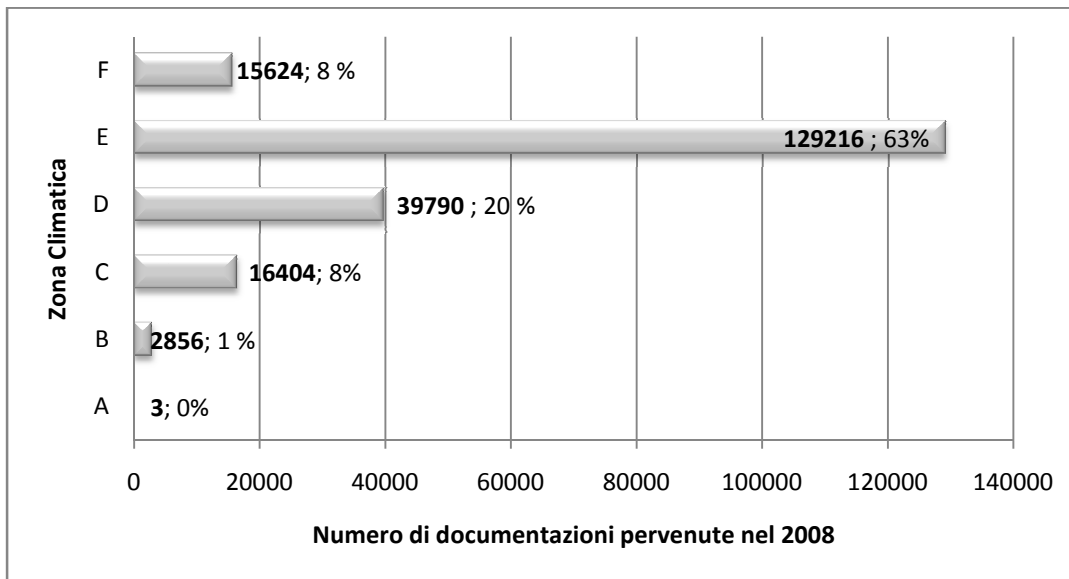
I dati dell'Enea dicono che tra il 2007 e il 2009 i privati hanno investito 7,9 miliardi per effettuare interventi agevolati (infissi isolanti, caldaie a condensazione, pannelli solari, coibentazioni). Alla fine del 2010, si stima, il totale arriverà a 11,1 miliardi, che corrispondono a 6,1 miliardi di detrazioni. Secondo le stime del Sole24Ore, ben 4,1 degli 11,1 miliardi di lavori agevolati sono stati indotti dalla presenza del 55 per cento, quindi, le imprese che hanno eseguito questi lavori hanno versato tributi che altrimenti lo stato non avrebbe incassato. Considerando che le casse pubbliche avrebbero comunque dovuto pagare il 36%, e tenendo conto delle imposte sui lavori indotti, il costo effettivo del 55% scende quindi da 6,1 a 2,9 miliardi di euro. La detrazione sembra quindi autofinanziarsi almeno in parte, come sostengono i suoi sponsor, ma è vero anche che il bilancio della misura può chiudere in attivo solo se si conteggiano anche le ricadute non fiscali. Per poter considerare tutti gli aspetti in gioco, l'Enea ha commissionato al Cresme un rapporto dettagliato in cui si calcola che il bilancio al 2015 del 55% sia positivo per il sistema-paese, grazie ai risparmi sulla bolletta energetica nazionale, all'aumento dell'occupazione nel settore edile, all'incremento del reddito immobiliare che i proprietari potrebbero ricavare affittando le case riqualificate e, infine, alle maggiori entrate per il fisco.

Figura 3: Pro e contro della detrazione de 55%% secondo il Cresme (Fonte: Sole24Ore)



Analizzando le richieste per la detrazione, nel 2008 le documentazioni complete pervenute all'ENEA per l'agevolazione del 55% sono state più di 200000, il doppio di quanto registrato nel 2007.

Figura 4: Detrazione del 55% -Numero di documentazioni per zona climaticaelative pervenute nel 2008



Secondo l'analisi sulle domande per l'agevolazione nel 2007 fatta dall'ENEA, pubblicata nel periodico ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE 4/2009, l'intervento meno utilizzato si è rivelato essere quello relativo alla riqualificazione energetica globale dell'immobile (comma 344 della finanziaria), attestandosi al 3% del totale, con circa 2800 richieste pervenute. Il beneficio ecologico derivante da questo intervento è stato stimato in un risparmio in fonte primaria pari a circa 68.000 MWh per anno, pari a circa 14.400 t di CO₂ non emessa in atmosfera, con un valore medio relativo a ciascun intervento di circa 24 MWh per anno e circa 5 t di CO₂ non emessa. In termini economici si stima invece che l'importo totale relativo a questo comma portato in detrazione è pari a circa 137 milioni, che rappresenta il 9% degli importi complessivi per cui è stata chiesta la detrazione dagli utenti. Proporzioni analoghe sembrano essere state rispettate anche dalle prime analisi dei dati 2008 e dalle stime dei dati 2009 e 2010.

Per quanto riguarda invece gli interventi di ottimizzazione dell'involucro, operando sulle superfici verticali ed orizzontali della struttura (comma 345), nel 2007 si sono registrate circa 63.000 documentazioni pervenute. In particolare, considerando le due tipologie di intervento agevolabili ai sensi di questo comma e trascurando le strutture orizzontali, per cui si sono registrate solo 8.500 domande, il 6% del totale, la caratterizzazione dei dati raccolti ci dice non solo che l'intervento più effettuato è la sostituzione degli infissi ma che lo è in maniera più che netta, attestandosi all'85% del totale degli interventi agevolati ai sensi di questo comma contro il 6% degli interventi relativi alle strutture opache verticali. Per quanto riguarda il bilancio energetico risultante dall'applicazione dei benefici fiscali predisposti dal comma 345, si è calcolato che il risparmio in fonte primaria è pari a circa 185.500 MWh (con un valore medio per ciascun intervento di circa 4,75 MWh) e con circa 39.500 t di CO₂ non emessa in atmosfera. Si noti che, paradossalmente, dall'esame del risparmio medio ottenibile per intervento, l'utenza dovrebbe essere indotta a spostarsi proprio sull'intervento che invece è meno effettuato, ovvero sugli elementi opachi, che registra un risparmio medio di circa 7,5 MWh, più del

doppio di quello dell'intervento più sfruttato, ovvero la sostituzione di infissi. . Tale considerazione dimostra la preferenza degli utenti, indipendentemente dal risparmio realizzato, per interventi di più semplice esecuzione. Da un punto di vista economico, l'importo totale portato in detrazione in relazione a questo comma è pari a circa 482 milioni di euro, che rappresenta il 33% degli importi complessivi portati in detrazione relativi alla campagna 2007.

Il comma 346 invece, che ha come oggetto l'installazione di pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, registra il 19% dell'utilizzo di tutti i benefici fiscali da parte degli utenti, per un totale di circa 20.200 domande, attestandosi al terzo posto (dopo sostituzione di infissi e sostituzione di impianto termico) come intervento più effettuato. Dall'analisi dei dati si evince che, a seguito dell'applicazione del comma 346 relativamente alla campagna 2007, si è conseguito un risparmio di energia in fonte primaria pari a circa 92.500 MWh per anno, che corrispondono a circa 19.700 t di CO₂ non emessa in atmosfera, con un risparmio medio per ogni domanda inviata di circa 4,60 MWh/a. Gli interventi in questo ambito hanno portato ad un importo totale delle spese portate in detrazione pari a circa 139,9 milioni di euro, il 9,6% degli importi complessivi a carico dello Stato.

Infine, l'ultima tipologia di intervento, la sostituzione degli impianti termici, rappresenta oltre il 26% del totale degli interventi agevolabili, con circa 23.000 caldaie a condensazione alimentate a gas. Per quanto riguarda il bilancio complessivo del risparmio energetico, si è calcolato che il risparmio in fonte primaria è pari a circa 270.000 MWh per anno, pari a circa 57.000 t di CO₂ non emessa in atmosfera, con un valore medio relativo a ciascun intervento di circa 14,50 MWh per anno. L'importo totale relativo a questo comma portato in detrazione è pari a circa 280,8 milioni di euro, che rappresenta il 19% degli importi complessivi.

I dati dei risultati della campagna 2007 sono riassunti in Tabella 4.

Tabella 4: Detrazione del 55% - Dati globali della campagna 2007

Intervento	Pratiche (%)	Totale risparmio previsto (GWh)	Totale spesa in detrazione (M€)	Costo (€/kWh)
Pareti verticali	2,1	16,6	42,7	2,57
Pareti e coperture	1,3	18,6	37,7	2,03
Infissi	31,5	114,9	344,7	3,00
Solare termico	18,0	87,8	133,6	1,52
Impianto termico	26,0	273,5	281,6	1,03
Interventi combinati	20,9	274,5	614,0	2,24
Interventi non citati	0,3	1,8	3,0	1,68
Totale	100,0	787,8	1457,4	1,85

Per quanto riguarda le previsioni dell'impatto della proroga fino a fine 2011, il bonus fiscale dovrebbe generare maggiori entrate Iva per 124,8 milioni di euro; dal 2012 (anno in cui si comincerà a detrarre le spese del 2011) la misura dovrebbe costare allo Stato circa 300 milioni di euro. Il costo complessivo per lo Stato, nei dieci anni di detrazione, sarà pari a 1,8 miliardi di euro.

4.2. AGEVOLAZIONI PER LE RISTRUTTURAZIONI EDILIZIE

La Legge 27 dicembre 1997, n. 449 ha introdotto in Italia le prime agevolazioni per le ristrutturazioni edilizie, che nel corso degli anni hanno subito varie modifiche (Tabella 5) fino a diventare quella che oggi viene comunemente definita come agevolazione del 36%. La legge finanziaria 2008 ha prorogato fino al 31 dicembre 2010 il termine per fruire della detrazione del 36% delle spese sostenute per i lavori di recupero del patrimonio edilizio ed ha introdotto nuovamente anche la detrazione d'imposta sull'acquisto di immobili ristrutturati da imprese di costruzione o ristrutturazione o da cooperative (agevolazione che non era stata prorogata per l'anno 2007).

L'agevolazione è applicabile alle abitazioni facenti parte di edifici interamente ristrutturati dal 1° gennaio 2008 al 31 dicembre 2010 e acquistati entro il 30 giugno 2011. È stata prorogata, inoltre, l'applicazione dell'aliquota Iva agevolata del 10 per cento, per le prestazioni di servizi e le forniture di beni relative agli interventi di recupero edilizio di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione, realizzati sugli immobili a prevalente destinazione abitativa privata. Non ha scadenze, invece, la possibilità di fruire:

- della detrazione Irpef del 19 per cento sugli interessi passivi pagati per mutui stipulati per la costruzione (e la ristrutturazione) dell'abitazione principale;
- dell'applicazione dell'aliquota Iva al 4 per cento sui beni finiti acquistati per la costruzione di abitazioni non di lusso (a prescindere che siano prima casa o meno) ed edifici assimilati.

I contribuenti hanno la possibilità di detrarre dall'imposta sul reddito delle persone fisiche (Irpef) le spese sostenute fino al 31 dicembre 2010 per la ristrutturazione di case di abitazione e delle parti comuni di edifici residenziali situati nel territorio dello Stato. Il beneficio sul quale calcolare la detrazione spetta fino al limite massimo di spesa di 48.000 euro da suddividere in dieci anni e va riferito alla singola unità immobiliare di conseguenza, tale ammontare va suddiviso fra tutti i soggetti aventi diritto alla detrazione (ad esempio marito e moglie cointestatari di un'abitazione possono calcolare la detrazione spettante sull'ammontare complessivo di spesa di 48.000 euro). Nel caso in cui gli interventi consistano nella prosecuzione di lavori iniziati negli anni precedenti, sulla singola unità immobiliare, ai fini della determinazione del limite massimo delle spese detraibili occorre tenere conto delle spese sostenute negli anni pregressi. I contribuenti di età non inferiore a 75 e 80 anni possono ripartire la detrazione rispettivamente in cinque o tre rate annuali di pari importo e possono optare per questa diversa ripartizione della detrazione anche per le spese sostenute in anni precedenti.

È importante notare che, sebbene sia possibile beneficiare contemporaneamente sia delle agevolazioni per la riqualificazione energetica sia delle agevolazioni per le

ristrutturazioni edilizie nel corso di lavori su di un unico immobile, non è però possibile beneficiare di entrambe le detrazioni sui singoli interventi effettuati.

Tabella 5: Evoluzione della normativa inerente alle agevolazioni del 36%

Anno e modifiche	Norme di riferimento
1998-1999 <ul style="list-style-type: none"> Introduzione del "41%" : detrazione IRPEF delle spese sostenute per l'esecuzione degli interventi di recupero dei fabbricati residenziali per un importo massimo di 150 milioni di lire (euro 77.468,53), riferito ad ogni unità immobiliare posseduta o detenuta e a ciascun comproprietario, ripartita in 5 o 10 rate annuali di pari importo, a scelta del contribuente. 	Legge 27 dicembre 1997, n. 449
2000-2001 <ul style="list-style-type: none"> Riduzione della percentuale di detrazione al 36%; Riduzione dell'IVA dal 20% al 10% per le manutenzioni ordinarie e straordinarie degli edifici residenziali Estensione degli interventi agevolabili (dal 2001) estesi anche a quelli finalizzati all'eliminazione delle barriere architettoniche, al favorire la mobilità delle persone portatrici di handicap, a prevenire il compimento di atti illeciti da parte di terzi, e all'esecuzione di opere atte ad evitare gli infortuni domestici 	Legge 488/1999 (Finanziaria '00) Legge 388/2000 (Finanziaria '01)
2002 <ul style="list-style-type: none"> Obbligo ripartizione della detrazione in 10 anni; Calcolo in caso di prosecuzione di lavori iniziati in anni precedenti; Estensione del beneficio all'acquisto di unità immobiliari all'interno di edifici interamente ristrutturati 	Legge 448/2001 (Finanziaria '02)
2003 <ul style="list-style-type: none"> riduzione del tetto massimo di spesa detraibile a 48.000 euro; inclusione esplicita degli interventi di bonifica dall'amianto tra i lavori agevolati; possibilità per i soggetti che hanno 75 o 80 anni d'età di ripartire la detrazione in cinque o tre rate 	Legge 289/2002 (Finanziaria '03) Legge 24 novembre 2003, n.326
2004-2005 <ul style="list-style-type: none"> proroga biennale 	Legge 350/2003 (Finanziaria '04) Legge 27 febbraio 2004, n.47
2006 <ul style="list-style-type: none"> proroga e ritorno al 41% fino al 1/10/2006 (poi ritorno al 36%); dal 4 luglio 2006: indicazione in fattura del costo della manodopera limite di spese detraibili riferito ad abitazione 	Legge 266/2006 - Finanziaria 2006 D.L. 4 luglio 2006 n. 223 - decreto "Visco-Bersani"
2007 <ul style="list-style-type: none"> proroga del 36%, limite di spese detraibili riferito ad unità immobiliare; conferma dell'IVA al 10% sulle manutenzioni; 	Legge 296/2006 (Finanziaria '07)
2008-2010 <ul style="list-style-type: none"> proroga del 36% fino al 31/12/2012; proroga dell'IVA al 10% sulle manutenzioni; reintroduzione del 36% per l'acquisto di abitazioni costo della manodopera in fattura solo ai fini del 36% 	Legge 244/2007 (Finanziaria '08) Legge 191/2009 (Finanziaria '10)

Più in particolare possono beneficiare dell'agevolazione non solo i proprietari degli immobili ma anche tutti coloro che sono titolari di diritti reali sugli immobili oggetto degli interventi e che ne sostengono le relative spese ovvero:

- il proprietario o il nudo proprietario;
- il titolare di un diritto reale di godimento (usufrutto, uso, abitazione o superficie);
- chi occupa l'immobile a titolo di locazione o comodato;
- i soci di cooperative divise e indivise;
- i soci delle società semplici;
- gli imprenditori individuali, limitatamente agli immobili che non rientrano fra quelli strumentali o merce.

Ha diritto alla detrazione anche il familiare convivente del possessore o detentore dell'immobile oggetto dell'intervento, purché sostenga le spese, le fatture e i bonifici siano a lui intestati e purché la condizione di convivente o comodatario sussista al momento dell'invio della comunicazione di inizio lavori. In questo caso (e ferme restando le altre condizioni) la detrazione spetta anche se le abilitazioni comunali sono intestate al proprietario dell'immobile e non al familiare che usufruisce della detrazione.

Se è stato stipulato un contratto preliminare di vendita (compromesso), l'acquirente dell'immobile ha diritto alla detrazione qualora sia stato immesso nel possesso ed esegua gli interventi a proprio carico. In questo caso è però necessario che il compromesso sia stato registrato presso l'Ufficio competente e l'acquirente indichi gli estremi della registrazione nell'apposito spazio del modulo di inizio lavori.

Ha diritto alla detrazione anche chi esegue in proprio i lavori sull'immobile, per le sole spese di acquisto dei materiali utilizzati.

A differenza delle agevolazioni per la riqualificazione energetica, per le quali sono definite puntualmente le tipologie di intervento detraibili, la detrazione Irpef del 36% riguarda più in generale tutte le spese sostenute per eseguire gli interventi di manutenzione straordinaria, le opere di restauro e risanamento conservativo e i lavori di ristrutturazione edilizia per i singoli appartamenti e per gli immobili condominiali. Gli interventi di manutenzione ordinaria sono ammessi all'agevolazione Irpef solo se riguardano determinate parti comuni di edifici residenziali. Uno schema riassuntivo delle categorie di intervento detraibili con alcuni esempi è proposto in Tabella 6.

Tra le spese per le quali compete la detrazione, oltre a quelle per l'esecuzione dei lavori, sono comprese:

- le spese per la progettazione e le altre prestazioni professionali connesse;
- le spese per prestazioni professionali comunque richieste dal tipo di intervento;
- le spese per la messa in regola degli edifici;

- le spese per l'acquisto dei materiali;
- il compenso corrisposto per la relazione di conformità dei lavori alle leggi vigenti;
- le spese per l'effettuazione di perizie e sopralluoghi;
- l'imposta sul valore aggiunto, l'imposta di bollo e i diritti pagati per le concessioni, le autorizzazioni e le denunce di inizio lavori;
- gli oneri di urbanizzazione;
- gli altri eventuali costi strettamente collegati alla realizzazione degli interventi nonché agli adempimenti stabiliti dal regolamento di attuazione degli interventi agevolati

Non possono invece ritenersi comprese tra quelle oggetto della detrazione le spese di trasloco e custodia dei mobili per il periodo necessario all'effettuazione degli interventi di recupero edilizio.

Tabella 6: Detrazione 36% - Esempi di interventi ammissibili

Categoria d'intervento	Esempi di interventi ammissibili
Manutenzione ordinaria (solo per lavori su parti comuni condominiali, esclusi se interni a singole abitazioni)	<ul style="list-style-type: none"> • sostituzione integrale o parziale di pavimenti; • riparazione di impianti per servizi accessori (impianto idraulico, impianto per lo smaltimento delle acque bianche e nere); • rifacimento intonaci interni e tinteggiatura; • rifacimento pavimentazione esterne senza modifiche ai materiali, • sostituzione tegole; • riparazioni balconi e terrazze e relative pavimentazioni; • riparazione recinzioni; • sostituzione di elementi di impianti tecnologici; • sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, senza modifica della tipologia di infisso.
Manutenzione straordinaria	<ul style="list-style-type: none"> • sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, con modifica di materiale o tipologia di infisso; • realizzazione ed adeguamento di opere accessorie e pertinenziali che non comportino aumento di volumi o di superfici utili, realizzazione di volumi tecnici, quali centrali termiche, impianti di ascensori, scale di sicurezza, canne fumarie; • realizzazione ed integrazione di servizi igienico-sanitari senza alterazione dei volumi e delle superfici; • realizzazione di chiusure o aperture interne che non modifichino lo schema distributivo delle unità immobiliari e dell'edificio; • rifacimento di scale e rampe; • realizzazione di recinzioni, muri di cinta e cancellate; • sostituzione solai di copertura con materiali diversi dai preesistenti; • sostituzione tramezzi interni, senza alterazione della tipologia dell'unità immobiliare; • realizzazione di elementi di sostegno di singole parti strutturali; • interventi finalizzati al risparmio energetico.
Restauro e risanamento conservativo	<ul style="list-style-type: none"> • modifiche tipologiche delle singole unità immobiliari per una più funzionale distribuzione; • innovazione delle strutture verticali e orizzontali; • ripristino dell'aspetto storico-architettonico di un edificio, anche tramite la demolizione di superfetazioni; • adeguamento delle altezze dei solai, con il rispetto delle volumetrie esistenti; • apertura di finestre per esigenze di aerazione dei locali.
Ristrutturazione edilizia	<ul style="list-style-type: none"> • riorganizzazione distributiva degli edifici e delle unità immobiliari, del loro numero e delle loro dimensioni;

	<ul style="list-style-type: none"> • costruzione dei servizi igienici in ampliamento delle superfici e dei volumi esistenti; • mutamento di destinazione d'uso di edifici, secondo quanto disciplinato dalle leggi regionali e dalla normativa locale; • trasformazione dei locali accessori in locali residenziali; • modifiche agli elementi strutturali, con variazione delle quote d'imposta dei solai; • interventi di ampliamento delle superfici; • interventi di demolizione e fedele ricostruzione.
Eliminazione barriere architettoniche	<ul style="list-style-type: none"> • sostituzione di finiture (pavimenti, porte, infissi esterni, terminali degli impianti); • rifacimento o l'adeguamento di impianti tecnologici (servizi igienici, impianti elettrici citofoni, impianti di ascensori); • rifacimento di scale ed ascensori; • inserimento di rampe interne ed esterne agli edifici e di servoscala o piattaforme elevatrici. • In linea generale le opere finalizzate all'eliminazione delle barriere architettoniche sono inseribili nella manutenzione straordinaria.
Opere finalizzate alla cablatura degli edifici	<ul style="list-style-type: none"> • antenne collettive; • reti via cavo per distribuire la ricezione nelle singole unità abitative; • cablatura degli edifici per l'accesso a servizi telematici e di trasmissione dati, informativi e di assistenza.
Opere finalizzate al contenimento dell'inquinamento acustico	<ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione serramenti.
Opere finalizzate al risparmio energetico	-
Opere finalizzate alla sicurezza statica ed antisismica	<ul style="list-style-type: none"> • Opere di consolidamento statico riconducibili alla manutenzione straordinaria o alla ristrutturazione edilizia. • Interventi sulle strutture di fondazione nonché la rete dei servizi ed in particolare acquedotti, fognature, elettricità.
Interventi di messa a norma degli edifici	-
Opere finalizzate ad evitare infortuni domestici	<ul style="list-style-type: none"> • installazione di apparecchi di rilevazione di presenza di gas inerti; • montaggio di vetri antinfortunistica; • installazione di corrimano lungo le scale.
Opere finalizzate ad impedire il compimento di atti illeciti da parte di terzi	<ul style="list-style-type: none"> • rafforzamento, sostituzione od installazione di cancellate o recinzioni murarie degli edifici; • apposizione di grate sulle finestre o loro sostituzione; • porte blindate o rinforzate; • apposizione o sostituzione di serrature, lucchetti, catenacci, spioncini; • installazione di rilevatori di apertura e di effrazione sui serramenti; • apposizione di saracinesche; • tapparelle metalliche con bloccaggi; • vetri antisfondamento; • casseforti a muro; • fotocamere o cineprese collegate con centri di vigilanza privati; • apparecchi rilevatori di prevenzione antifurto e relative centraline.

4.2.1. AGEVOLAZIONI SULL'IVA PER LE RISTRUTTURAZIONI EDILIZIE

Come già accennato per effetto della proroga disposta dalla legge Finanziaria per il 2008, sugli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria per il recupero del patrimonio edilizio a prevalente destinazione abitativa, effettuati fino al 31 dicembre 2010, ci si può avvalere anche dell'aliquota Iva agevolata del 10 per cento.

L'aliquota agevolata è applicabile sia alle prestazioni di lavoro che alla fornitura di materiali e di beni, purché, questi ultimi, non costituiscano una parte significativa del valore

complessivo della prestazione. Su tali beni l'aliquota agevolata del 10% si applica solo fino alla concorrenza della differenza tra il valore complessivo della prestazione e quello dei beni significativi. Si tratta di:

- ascensori e montacarichi;
- infissi esterni e interni;
- caldaie;
- video citofoni;
- apparecchiature di condizionamento e riciclo dell'aria;
- sanitari e rubinetteria da bagni;
- impianti di sicurezza.

Non si può applicare l'Iva agevolata al 10 per cento:

- ai materiali o ai beni forniti da un soggetto diverso da quello che esegue i lavori;
- ai materiali o ai beni acquistati direttamente dal committente;
- alle prestazioni professionali, anche se effettuate nell'ambito degli interventi finalizzati al recupero edilizio;
- alle prestazioni di servizi resi in esecuzione di subappalti alla ditta esecutrice dei lavori.

Per l'applicazione dell'agevolazione dell'Iva al 10 per cento non è necessario alcun adempimento particolare come, invece, previsto per la fruizione della detrazione Irpef del 36 per cento.

Per tutti gli altri interventi di recupero edilizio è sempre prevista, senza alcuna data di scadenza, l'applicazione dell'aliquota Iva del 10 per cento. Si tratta, in particolare:

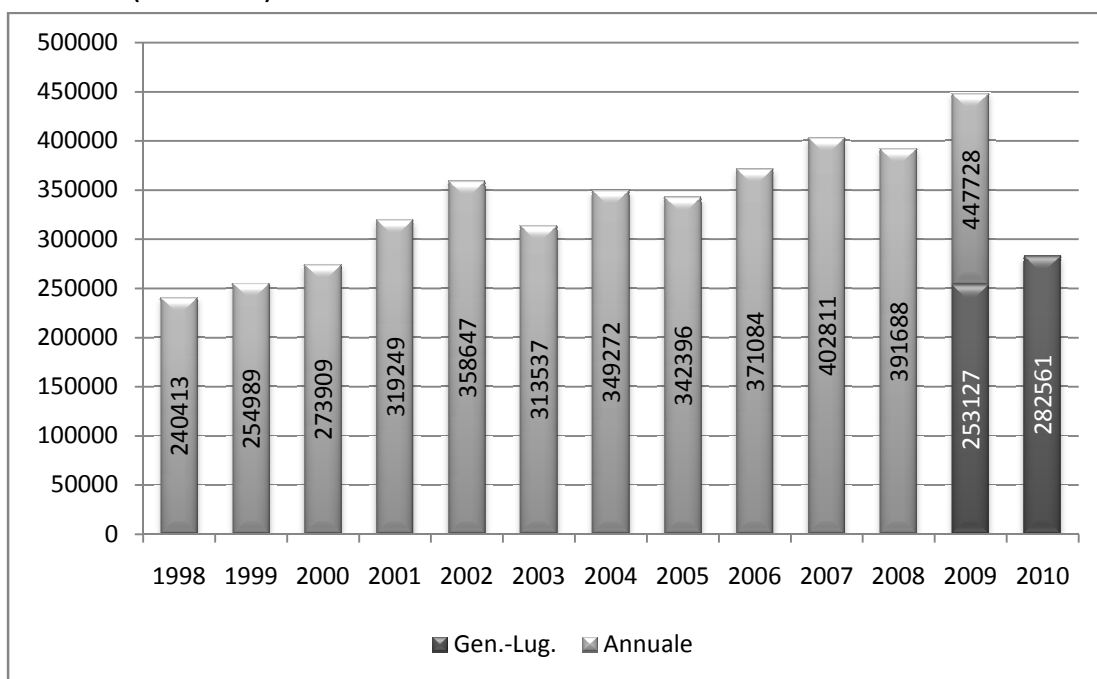
- delle prestazioni di servizi dipendenti da contratti di appalto o d'opera relativi alla realizzazione degli interventi di restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione;
- dell'acquisto di beni, con esclusione di materie prime e semilavorati, forniti per la realizzazione degli stessi interventi di restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia.

L'aliquota Iva del 10 per cento si applica, inoltre, alle forniture dei cosiddetti beni finiti, vale a dire quei beni che, benché incorporati nella costruzione, conservano la propria individualità (ad esempio, porte, infissi esterni, sanitari, caldaie, eccetera). L'agevolazione spetta sia quando l'acquisto è fatto direttamente dal committente dei lavori, sia quando ad acquistare i beni è la ditta o il prestatore d'opera che li esegue.

4.2.2. IMPATTO DELLE AGEVOLAZIONI

Nei primi sette mesi del 2010, secondo i dati elaborati dall'Agenzia delle Entrate, il numero di comunicazioni per usufruire dell'agevolazione fiscale del 36% è risultato pari a 282.561, registrando una crescita dell'11,6% su base annua. Tale risultato va ad aggiungersi alla performance positiva rilevata nel 2009, anno nel quale il numero di richieste ha raggiunto quota 447.728 (+14,3% rispetto al 2008), il valore più elevato mai registrato in un anno dall'entrata in vigore dell'agevolazione (Figura 5). La crescita delle domande di detrazione fiscale registrata nei primi sette mesi del 2010 ha caratterizzato tutti i mesi del periodo in esame, mostrando gli incrementi tendenziali più elevati ad aprile (+20,8%), maggio (+15,3%) e luglio (+14,5% rispetto allo stesso mese del 2009).

Figura 5: Agevolazioni per le spese di ristrutturazione edilizia -Numero di comunicazioni inviate dai contribuenti (Fonte: ANCE)



L'andamento favorevole delle richieste, generalizzato a tutte le aree geografiche, è risultato più intenso nel nord est del Paese (+13,4% di domande in più rispetto ai primi sette mesi del 2009, contro l'11,6% dell'Italia); seguono il nord ovest e il centro della penisola, rispettivamente con l'11,9% e l'11,8%. Più contenuta la crescita delle comunicazioni nel Meridione, pari al 4,9% su base annua. Tra le regioni, i maggiori incrementi del numero di domande si sono registrati in Veneto (+16,7% rispetto ai primi sette mesi del 2009), Trentino Alto Adige (+14,3%), Calabria (+14,1%) e Lombardia (+13,7%). In controtendenza, la Campania, che rileva un calo dello 0,7% delle richieste presentate rispetto allo stesso periodo del 2009.

4.3. BONUS DEL 20% SU ELETTRODOMESTICI E MOBILI

Sebbene non strettamente connesso al settore edile, in questo paragrafo viene brevemente presentata l'agevolazione fiscale per l'acquisto di arredi ed elettrodomestici in quanto legata alle agevolazioni per le ristrutturazioni edilizie. Questo sconto, rappresentato da una detrazione IRPEF del 20%, è usufruibile per chi avvii o abbia avviato, a partire dal 1° luglio 2008, lavori di recupero del patrimonio edilizio su singole unità immobiliari residenziali, esclusi quindi i lavori sulle parti comuni condominiali, usufruendo della detrazione del 36% (art. 1 della legge 449/1997). Come data di inizio lavori occorre considerare quella in cui è stata sostenuta la prima spesa per i lavori di ristrutturazione.

Nella versione del 2009, presentata col DL 5/2009 è detraibile il 20% delle spese documentate, sostenute tra il 7 febbraio 2009 e il 31 dicembre 2009, per l'acquisto di mobili, elettrodomestici, computer e televisori, destinati all'arredo dell'immobile oggetto della ristrutturazione; il tetto massimo della spesa agevolabile è fissato a 10.000 euro, di conseguenza l'importo massimo della detrazione è di 2.000 euro da ripartire in cinque quote annuali da 400 euro ciascuna. Per gli elettrodomestici, il decreto specifica che gli incentivi sono riservati ai prodotti "ad alta efficienza energetica", senza però fornire ulteriori dettagli sulla classe energetica. Il bonus è cumulabile con la detrazione per la sostituzione di frigoriferi e congelatori prevista dall'art. 1, comma 353, della Finanziaria 2007 prorogata dalla Finanziaria 2008

Cucine componibili complete di elettrodomestici: è previsto uno sconto del 10%, fino ad un massimo di 1.000 euro di incentivo, per la sostituzione dei mobili della cucina con cucine componibili complete di elettrodomestici ad alta efficienza energetica. Lo stanziamento complessivo è pari a 60 milioni di euro.

Elettrodomestici singoli: per chi vorrà sostituire solo un singolo elettrodomestico, è previsto uno sconto del 20%, con tetti massimi differenziati per i diversi apparecchi. Sono agevolabili: lavastoviglie, cappe, forni elettrici, piani cottura cucine da libera installazione, scaldacqua a pompe di calore, stufe. Gli elettrodomestici dovranno essere ad alta efficienza energetica (Classe A e B) e dotati delle più aggiornate misure di sicurezza. Lo stanziamento complessivo è pari a 50 milioni di euro.

Nel 2010 il bonus non è stato prorogato, venendo sostituito parzialmente da alcuni punti del DL40/2010, detto Decreto Incentivi che prevede uno sconto del 10%, fino ad un massimo di 1.000 euro di incentivo, per la sostituzione dei mobili della cucina con cucine componibili complete di elettrodomestici ad alta efficienza energetica, con uno stanziamento complessivo è pari a 60 milioni di euro e, per chi vorrà sostituire solo un singolo elettrodomestico, sconto del 20%, con tetti massimi differenziati per i diversi apparecchi ed uno stanziamento complessivo è pari a 50 milioni di euro.

4.4. PIANO CASA

Nel marzo 2009 viene reso noto il testo del cosiddetto Piano Casa, un complesso sistema di norme che ha l'obiettivo di rilanciare il settore edile dando la possibilità di effettuare ampliamenti o ricostruzioni di edifici in deroga ai Piani Regolatori locali. Per chi decide di effettuare ampliamenti, ricostruzioni o nuove costruzioni nell'ambito del Piano Casa sono previste riduzioni sugli oneri di costruzione a partire dal 20% e maggiori se si tratta di destinare l'edificio a "prima casa".

Dopo un primo momento di scontro tra regioni e Governo, il 31 marzo si arriva ad un'intesa che prevede la redazione di leggi regionali di recepimento delle linee guida del Piano Casa. Il decreto riguarda solo la semplificazione amministrativa e l'aumento del contributo pubblico per incentivare i canoni agevolati. Secondo l'accordo, le Regioni possono definire in autonomia l'ampliamento delle cubature (fino al 20%) che riguarderanno solo l'edilizia residenziale (case mono e bifamiliari) entro 90 giorni a decorrere dal 31 marzo, in caso di ritardo verranno i poteri sostitutivi con la nomina di commissari. La parte di semplificazione viene stralciata e dovrebbe essere contenuta nel decreto del Governo che è stato rinviato ad agosto.

Allo scadere del termine prestabilito, il 20 luglio 2009, solo 7 regioni (Toscana, Umbria, Provincia autonoma di Bolzano, Emilia Romagna, Lombardia, Veneto e Piemonte) hanno varato il Piano Casa, mentre devono ancora essere approvati in Consiglio i testi di Sicilia, Campania, Puglia, Liguria, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Valle D'Aosta e Basilicata e Marche. Molto in ritardo l'iter di Calabria e Sardegna che ha deciso di far valere lo status di Regione autonoma per svincolarsi dalle scadenze e di integrare il PC nella revisione del piano paesistico regionale. La Provincia autonoma di Trento ha competenza esclusiva in materia urbanistica e ha deciso di non prendere alcun provvedimento legato al Piano Casa, rivendicando la propria autonomia legislativa.

Ad oggi tutte le regioni hanno formalmente definito un proprio Piano Casa (Tabella 7).

4.4.1. PUNTI CHIAVE DEL DECRETO

Ampliamento case ed edifici +20%. I Comuni possono concedere permessi per ampliare, fino a un massimo del 20%, il volume delle abitazioni private (esclusi gli edifici abusivi) uni-bifamiliari, o comunque di volumetria non superiore a 1000 m³, finite prima del 31 dicembre 2008 in deroga ai piani vigenti. La percentuale si calcola sulla superficie coperta se si tratta di edifici adibiti a uso diverso. E' ammesso il cumulo del bonus del vicino: si può arrivare fino al 40%. Il limite massimo per l'ampliamento è di 200 m³ per unità immobiliare. L'obiettivo del progetto deve essere il miglioramento della qualità architettonica e energetica dell'immobile. La semplificazione degli iter sarà dettata dalle Regioni (anche con piani/programmi tra Regioni e Comuni), che saranno anche titolate a

definire aree escluse dal provvedimento e aree in cui incentivarne l'adozione (aree degradate).

Demolizione e ricostruzione con bioedilizia +35%. Viene trasformata in obbligo quella che prima era una facoltà: è previsto un premio di cubatura del 35% in caso di demolizione e ricostruzione. Diventa un obbligo puntare su risparmio energetico, bioedilizia e risparmio idrico ed è ammessa anche la demolizione e ricostruzione di capannoni, stabilimenti e ogni altre destinazione non residenziale. Valgono le previsioni delle leggi regionali, anche qui l'obiettivo dell'intervento deve essere il miglioramento della qualità architettonica, dell'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili. Le leggi regionali possono individuare ambiti nei quali gli interventi di ampliamento sono esclusi e altri in cui vanno incentivati.

Limiti temporali. Non è specificata la necessità che gli immobili oggetto degli interventi di demolizione, ricostruzione e ampliamento debbano essere stati costruiti prima dell'89, così come invece era spiegato nelle linee guida. Nel testo viene invece specificato che la possibilità di ampliare abitazioni esistenti riguarda le unità immobiliari "ultimate alla data del 31 dicembre 2008 in forza di titolo abitativo anche in sanatoria".

Cambio della destinazione d'uso. Gli interventi "possono anche consistere, in tutto o in parte, nel mutamento di destinazione d'uso, con o senza opere edilizie". " Sono comunque effettuati nel rispetto della normativa relativa alla stabilità degli edifici e di ogni altra normativa tecnica".

Sconti fiscali. Sconto del 50% sulla tassa che si deve ai Comuni per la costruzione. Il contributo si paga inoltre solo con riferimento «agli incrementi realizzati» e il taglio del 50% è previsto anche per «gli interventi che siano realizzati mediante l'utilizzazione di tecniche costruttive di bioedilizia o di fonti di energia rinnovabili».

DIA – Ipotesi di semplificazione. Previsione di un termine certo per il rilascio delle autorizzazioni, permessi o altri atti di assenso comunque denominati, di competenza delle amministrazioni e organismi statali preposti, tra l'altro, alla tutela della sicurezza (ad esempio la prevenzione antincendi), del paesaggio, del demanio idrico e al sistema delle infrastrutture nazionali.

Parchi e aree inedificabili. Il decreto non si applica alle aree inedificabili (parchi, aree naturali e archeologiche), agli immobili abusivi su cui grava un'ordinanza di demolizione e agli immobili privati situati su area demaniale. Per tutte le aree non incluse nell'elenco, ma vincolate, occorre il nulla osta delle autorità. Per quelle non soggette ai vincoli, invece, i comuni entro trenta giorni dalla Dia possono imporre aggiustamenti tecnico-estetici.

"Regionalizzazione" e semplificazione. Regionalizzazione permanente delle autorizzazioni paesaggistiche in capo al ministero dei Beni e delle attività culturali. Semplificazione della valutazione ambientale strategica (Vas). Procedure semplificate in

zone sismiche in sostituzione dell'autorizzazione preventiva. Introduzione dei principi fondamentali in materia di misure di perequazione e compensazione urbanistica. Rilancio del programma di edilizia residenziale pubblica con un tavolo Governo-Regioni-Autonomie che disponga risorse aggiuntive ai 550 milioni già recuperati.

4.4.2. IMPATTO DEL PIANO CASA

Secondo un'indagine del Sole 24 Ore pubblicata il 13 settembre 2010, il Piano casa non ha finora ottenuto i risultati sperati, con delle stime da parte del Cresme che l'anno scorso prevedevano un effetto potenziale da 60 miliardi, a causa dei numerosi limiti imposti dalla normativa e di uno standard di efficienza energetica giudicato molto elevato per poter essere raggiunto.

Dall'analisi delle richieste su 63 città risultano attivi meno di 2.700 progetti, mediamente, ogni municipio ha ricevuto 42 istanze e, se si escludono i centri del Veneto e della Sardegna dove le leggi sono più permissive, il dato si abbassa a 20. I cantieri sono concentrati per interventi su villette e palazzine collocati per lo più in periferia, dove è più facile rispettare i limiti di distanza tra edifici vicini.

Come già detto, i principali ostacoli sembrano essere la complessità della norma e gli standard energetici elevati. La difficoltà di recepimento del Piano Casa si riflette per esempio nel tasso di bocciature, a Bologna sono risultate inammissibili 5 Dia su 17, a Sassari il 40% delle 167 istanze di ampliamento. Altro elemento critico è la necessità di raggiungere standard elevati di efficienza energetica: in Piemonte, quando si fa un ampliamento, bisogna adeguare tutto l'edificio con conseguenti maggiori spese.

Altri problemi sembrano essere derivati dalla lentezza di recepimento del Piano da parte di Regioni e Comuni, inoltre quasi tutte le leggi escludono i capannoni e vecchie cascine vietandone il cambio d'uso che invece, come dimostrato dall'esempio Lombardo, potrebbe essere un importante stimolo. I cantieri, quindi, si concentrano su villette e palazzine, meglio se collocate in periferia, dove il tessuto urbano è meno fitto ed è più facile rispettare le distanze minime dai vicini.

Tabella 7: Piano Casa -Recepimenti regionali

Bonus volumetrico massimo	Vincolo di efficienza energetica	Altro
Abruzzo		
-Ampliamenti: -Demolizioni e ricostruzioni:	Generico	I Comuni possono prevedere non solo ulteriori riduzioni del contributo di costruzione ma anche incentivi di carattere economico in caso di utilizzo della bioedilizia o di fonti di energia rinnovabile o al fine di riqualificare aree urbane degradate. In via eccezionale, per i Comuni colpiti dal sisma del 6 aprile 2009 è prorogato, per tutta la durata dello stato di emergenza, il termine per realizzare gli interventi.
Basilicata		
-Ampliamenti: 25% -Demolizioni e ricostruzioni: 40%	Riduzione del fabbisogno energetico del 20%	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate I Comuni possono derogare alla disciplina degli ampliamenti e di demolizione e ricostruzione e ammettere anche interventi nei centri storici.
Provincia autonoma di Bolzano		
-Ampliamenti: 10% -Demolizioni e ricostruzioni: nessuno	Standard CasaClima C	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate Deroga, con potere limitativo dei Comuni
Calabria		
-Ampliamenti: -Demolizioni e ricostruzioni:	Generico	
Campania		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: Fino a 50% per case Iacp	Generico	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate
Emilia Romagna		
-Ampliamenti: 35% -Demolizioni e ricostruzioni: 50% per delocalizzazioni	Standard LR 156/08	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate Ammessa la deroga ai limiti di altezza e distanze tra fabbricati previsti dagli strumenti urbanistici e dai regolamenti edilizi.
Friuli Venezia Giulia		
-Ampliamenti: 35% -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Generico, opzionale che garantisce incentivi finanziari	Aree escluse: Nessuna Ampliamenti ammessi anche nei centri storici. Termine di inizio lavori fissato in 5 anni dalla data di entrata in vigore della legge.
Lazio		
-Ampliamenti: 20% residenziale, 10% artigianale -Demolizioni e ricostruzioni: 60% per delocalizzazioni	LR 6/08 su bioedilizia	Aree escluse: Centri storici/parchi/aree vincolate Demolizione ricostruzione: bonus fino al 40% nel caso in cui l'intervento sia realizzato sulla base di un progetto vincitore di concorso di progettazione architettonica. Ammessi interventi di ampliamento nelle zone sismiche purché sia adeguato l'intero edificio.
Liguria		
-Ampliamenti: 50% -Demolizioni e ricostruzioni: 50%	Standard Dlgs192/05 e LR 22/07	Aree escluse: Aree vincolate I Comuni, con apposita delibera, possono ammettere gli interventi anche nei centri storici.
Lombardia		
-Ampliamenti: 20% privati 40% edilizia pubblica -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Miglioramento del 10%(ampliamenti) e del 30% (ricostruzioni). Nessuno per cambi di destinazioni uso	Aree escluse: Aree vincolate Ammessa la demolizione ricostruzione di edifici residenziali collocati nei centri storici o nuclei urbani di antica formazione purché non coerenti con il contesto.
Marche		
-Ampliamenti: 30% -Demolizioni e ricostruzioni: 40%	Standard Dlgs192/05 e Itaca Marche	Aree escluse:Centri storici/ parchi/aree vincolate Possibilità di computare ai fini dell'incremento anche la superficie condonata. Consentiti interventi di ampliamento e

		di demolizione e ricostruzione su edifici destinati a opere pubbliche o di pubblica utilità, compresi gli edifici di edilizia residenziale pubblica, senza limiti di volumetria.
Molise		
-Ampliamenti: 30% -Demolizioni e ricostruzioni: 50%	Generico	Aree escluse: Nessuna Demolizione ricostruzione: bonus fino al 50% in caso di utilizzo di tecniche anti sismiche o di tecniche volte a favorire il risparmio energetico. Basta la Dia per tutti gli interventi.
Piemonte		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Miglioramento dell'efficienza del 40% e Itaca Piemonte	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate Ampliamenti possibili anche su edifici che hanno ottenuto il titolo abilitativo alla data di entrata in vigore della legge. Gli immobili di edilizia residenziale sovvenzionata possono essere ampliati del 20% senza limiti di volumetria.
Puglia		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Standard Dlgs192/05 e LR13/08	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate Facoltà per i Comuni di ammettere gli interventi anche su immobili in aree sottoposte a vincolo paesaggistico purché siano in contrasto con il contesto.
Sardegna		
-Ampliamenti: -Demolizioni e ricostruzioni:		Possibile l'ampliamento nei centri storici su edifici aventi meno di 50 anni e in contrasto con il contesto. Ammessa la cumulatività degli interventi. Non è prevista la possibilità per i Comuni di limitare o escludere gli interventi.
Sicilia		
-Ampliamenti: 45% -Demolizioni e ricostruzioni: Fino a 90% per cumulo con vicino	Generico, opzionale che garantisce extrabonus volumetrico	Aree escluse: Nessuna
Toscana		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Miglioramento dell'efficienza del 20% (ampliamenti) e del 50% (ricostruzioni)	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate Non è prevista la possibilità per i Comuni di limitare o escludere gli interventi.
Provincia autonoma di Trento		
Nessun provvedimento legato al Piano Casa. Attualmente le ristrutturazioni edilizie godono di incentivi finanziari e l'entità delle cubature ammesse è decisa dai Comuni.		
Umbria		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: 25%	Standard LR 17/2008	Aree escluse: Centri storici/ parchi/aree vincolate I titoli abilitativi devono essere presentati o richiesti entro 18 mesi dall'entrata in vigore della legge ad eccezione di quelli relativi agli interventi di demolizione-ricostruzione su edifici residenziali quando l'intervento è compreso in un PUA nonché sugli edifici a destinazione produttiva.
Valle d'Aosta		
-Ampliamenti: 45% -Demolizioni e ricostruzioni: 35%	Generico	Aree escluse: Nessuna Riconosciuto un bonus fino al 45% del volume esistente in caso di demolizione ricostruzione qualora si ricorra a programmi integrati, intese, concertazioni promossi da Regione o Comuni. Non sono previsti limiti di tempo per l'applicabilità della legge.
Veneto		
-Ampliamenti: 20% -Demolizioni e ricostruzioni: 40%	Generico, opzionale che garantisce extrabonus volumetrico	Aree escluse: Centri storici Consentiti interventi anche su edifici soggetti a specifiche forme di tutela o situati su aree demaniali o vincolate a uso pubblico. Possibile anche su edifici già demoliti o in corso di demolizione sulla base di regolare titolo abilitativo purché all'entrata in vigore della legge non sia già avvenuta la ricostruzione. Incremento fino al 50% se l'intervento, sia oggetto di piano attuativo.

PARTE II: TECNOLOGIE E MERCATI



In questa sezione vengono presentate le principali tecnologie relative all'efficienza energetica nell'edificio ed i loro mercati di riferimento.

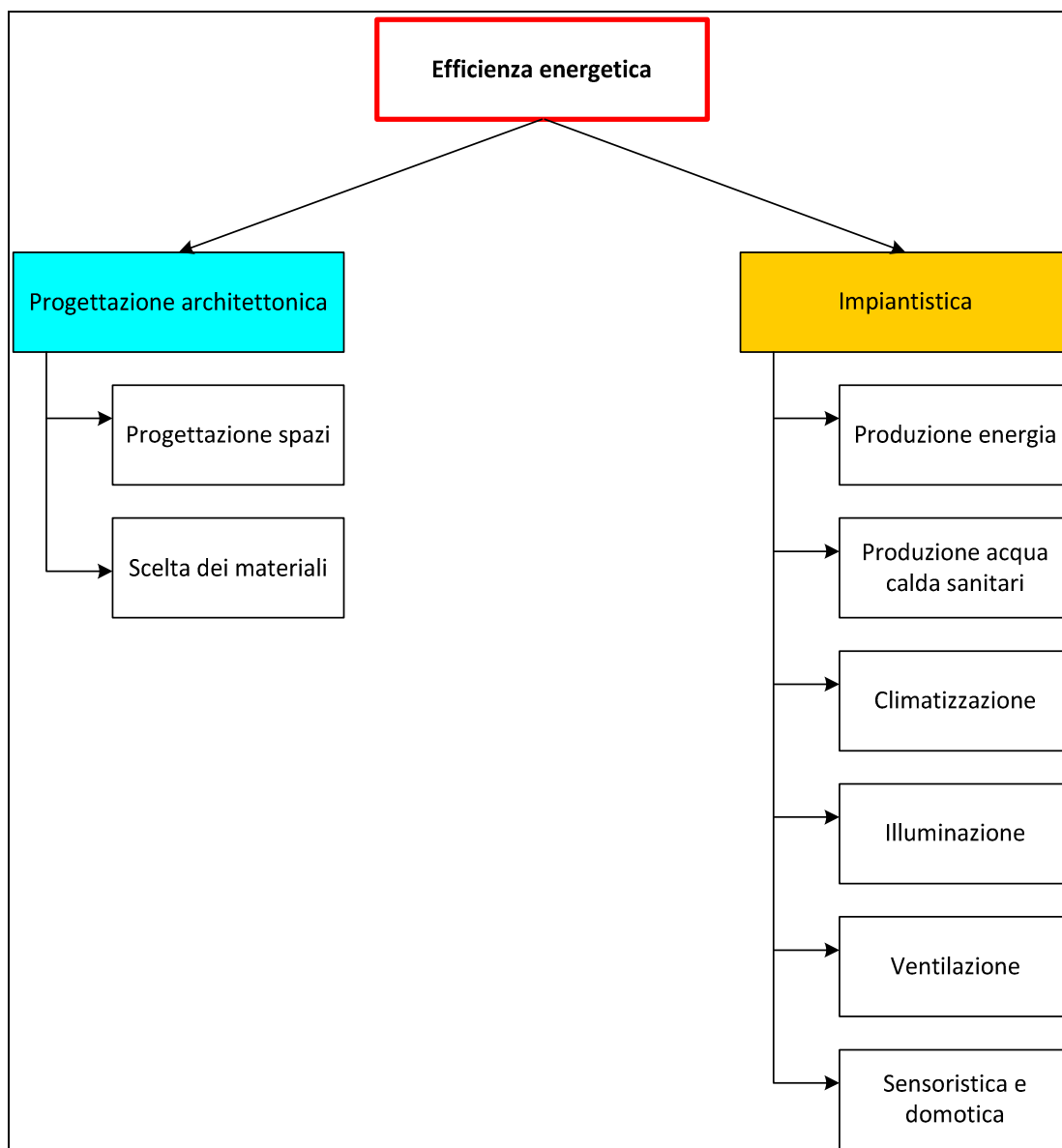
SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	54
2. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	55
3. IMPIANTISTICA	93

1. INTRODUZIONE

In questa seconda parte verranno presentati i principali interventi attuabili per migliorare l'efficienza energetica di un edificio, descrivendone costi, alternative ed impatto energetico. I capitoli seguiranno la suddivisione logica presentata in Figura 6, andando dapprima ad analizzare gli elementi d'interesse per la progettazione architettonica e in seguito concentrandosi sugli elementi impiantistici.

Figura 6: Schema efficienza energetica



2. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

La progettazione di un edificio equivale, in primo luogo, alla progettazione della sua struttura, del suo involucro. Al di là della grande importanza dei fattori estetici ed ergonomici di questa fase, non si può prescindere dal considerare anche il forte impatto che l'architettura ha sulla tenuta energetica del sistema edificio. L'integrazione con l'ambiente esterno, lo sfruttamento della ventilazione e della luce naturale e la minimizzazione delle perdite termiche sono il primo passo verso una gestione intelligente ed energeticamente efficiente di un edificio. Inoltre, a differenza degli elementi impiantistici che potranno essere successivamente installati e modificati con relativa facilità, modificare sostanzialmente la struttura stessa di una costruzione già esistente risulta essere molto complicato e oneroso: una fase di progettazione efficace è indispensabile per ottimizzare costi e prestazioni future.

All'interno di questa fase possiamo trovare due grandi categorie di elementi da considerare: la progettazione degli spazi e la scelta dei materiali di costruzione.

La progettazione degli spazi è, ovviamente, il fulcro stesso della progettazione architettonica e le sue implicazioni energetiche sono molte e facilmente intuibili. Ad esempio, è logico pensare che una struttura che presenta grandi aperture -finestre, lucernari o altro-, sia più predisposta a presentare forti perdite termiche rispetto ad uno spazio chiuso con murature di spessore importante, ed allo stesso tempo presenti il vantaggio di poter sfruttare meglio la luce esterna con minori costi di illuminazione. Capire quale sia la soluzione migliore in relazione con l'ambiente circostante è fondamentale per minimizzare sprechi futuri.

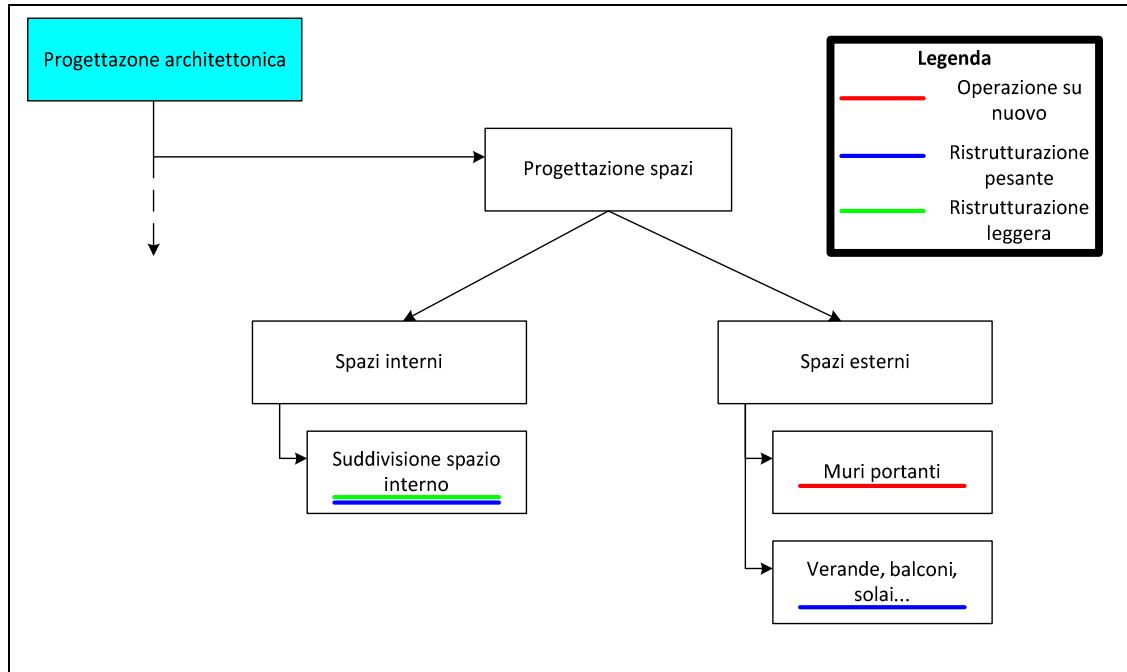
Se quanto è stato detto resta sempre vero, è bene ricordare anche che, grazie all'immissione sul mercato di materiali sempre più tecnologici ed energeticamente efficienti, oggi le soluzioni architettoniche disponibili sono aumentate a dismisura. La nascita di vetri sempre più isolanti e di strutture portanti sempre più leggere e resistenti permette per esempio l'installazione di grandi vetrate dove, fino a trent'anni fa, non si poteva che affidarsi alla muratura, mantenendo comunque prestazioni energetiche soddisfacenti.

Nel prossimo capitolo verrà presentata una breve introduzione sull'evoluzione architettonica degli spazi per poi passare, nei capitoli successivi, ad una panoramica del mondo dei materiali da costruzione, in un'ottica di ricerca dell'efficienza energetica.

2.1. PROGETTAZIONE SPAZI

Come già detto, l'involucro edilizio è la principale interfaccia tra il sistema edificio e l'ambiente esterno, e per questa ragione è il primo elemento da considerare in un'ottica di risparmio energetico.

Figura 7: Schema degli ambiti di intervento nella progettazione degli spazi



La progettazione degli spazi interni ed esterni di un edificio deve garantire il comfort termico e igrometrico ed il contenimento dei consumi energetici mediante il soddisfacimento dei seguenti requisiti prestazionali:

- Requisiti ambientali:
 - Mantenimento della temperatura dell'aria negli spazi abitativi nelle stagioni di esercizio degli impianti di riscaldamento entro i limiti di legge di 20 – 22 °C.
 - Mantenimento delle condizioni di comfort termico negli ambienti interni nel periodo estivo.
- Requisiti tecnologici:
 - Controllo dei fenomeni di condensa superficiale e interstiziale
 - Controllo della combinazione "Temperatura – Umidità – Ventilazione"
 - Resistenza termica e inerzia termica ai fini del risparmio energetico e del comfort ambientale interno.

Ricordando che il comportamento ambientale dell'involucro è inscindibile dal sistema edificio-impianto-ambiente esterno e riprendendo la definizione di R. Banham (1978), si possono descrivere le prestazioni energetiche dell'involucro architettonico secondo cinque modelli di controllo ambientale:

1. **Involucro conservativo**, caratterizzato da un tipo di controllo ambientale che utilizza grandi masse murarie con poche aperture per ridurre le dispersioni termiche nelle varie stagioni dell'anno.
2. **Involucro selettivo**, che si caratterizza per un controllo ambientale basato su principi generali analoghi all'involucro conservativo ma con l'innovazione di utilizzare grandi pareti trasparenti per l'illuminazione e il riscaldamento passivo (Es: parete trasparente semplice o doppia con dispositivi per il controllo solare).
3. **Involucro rigenerativo**, che affida a sistemi impiantistici tutti i problemi del controllo ambientale e assume l'involucro esclusivamente come barriera per diminuire l'interazione tra l'interno e l'esterno (Es: parete trasparente con vetrata normale o selettiva).
4. **Involucro eco-efficiente o ambientalmente interattivo o bioclimatico** avanzato, che propone un controllo basato sull'armonia tra ambiente esterno ed edificio con la possibilità di gestire i complessi flussi di energia attraverso le modifiche dell'intorno, la forma dell'edificio, l'organizzazione degli spazi interni e le configurazioni e azioni dell'involucro.
5. **Involucro architettonico intelligente**, adattivo e interattivo, progettato e realizzato per adattarsi come un vero e proprio essere vivente al variare delle condizioni ambientali esterne, sfruttando le fonti energetiche rinnovabili per assicurare il mantenimento di condizioni confortevoli al suo interno in termini di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione e illuminazione naturale.

Un'altra distinzione comune nella classificazione degli involucri edili è quella tra involucro passivo e involucro attivo. Con il termine ***involucro passivo*** si vuole indicare un sistema tecnologico capace di sfruttare l'energia naturale disponibile *in loco* in combinazione con i componenti architettonici. In generale possiamo dire che l'involucro passivo:

- massimizza il guadagno solare diretto perché dotato di estese superfici vetrate sulle pareti esposte alla radiazione solare;
- prevede spazi cuscinetto per la protezione dal freddo e serre per sfruttare l'energia solare nel periodo invernale;
- favorisce la ventilazione naturale;
- utilizza l'aria esterna per raffreddare le strutture edilizie nel periodo notturno.

L'involucro edilizio diviene ***attivo*** quando non solo supporta ma integra i sistemi impiantistici (quelli per la raccolta e la trasformazione dell'energia solare e per la ventilazione artificiale degli ambienti interni). Alcuni esempi di involucri attivi:

- involucri dotati di collettori solari ad aria o ad acqua;
- involucri dotati di pannelli fotovoltaici;
- involucri dotati di vetrate ventilate.

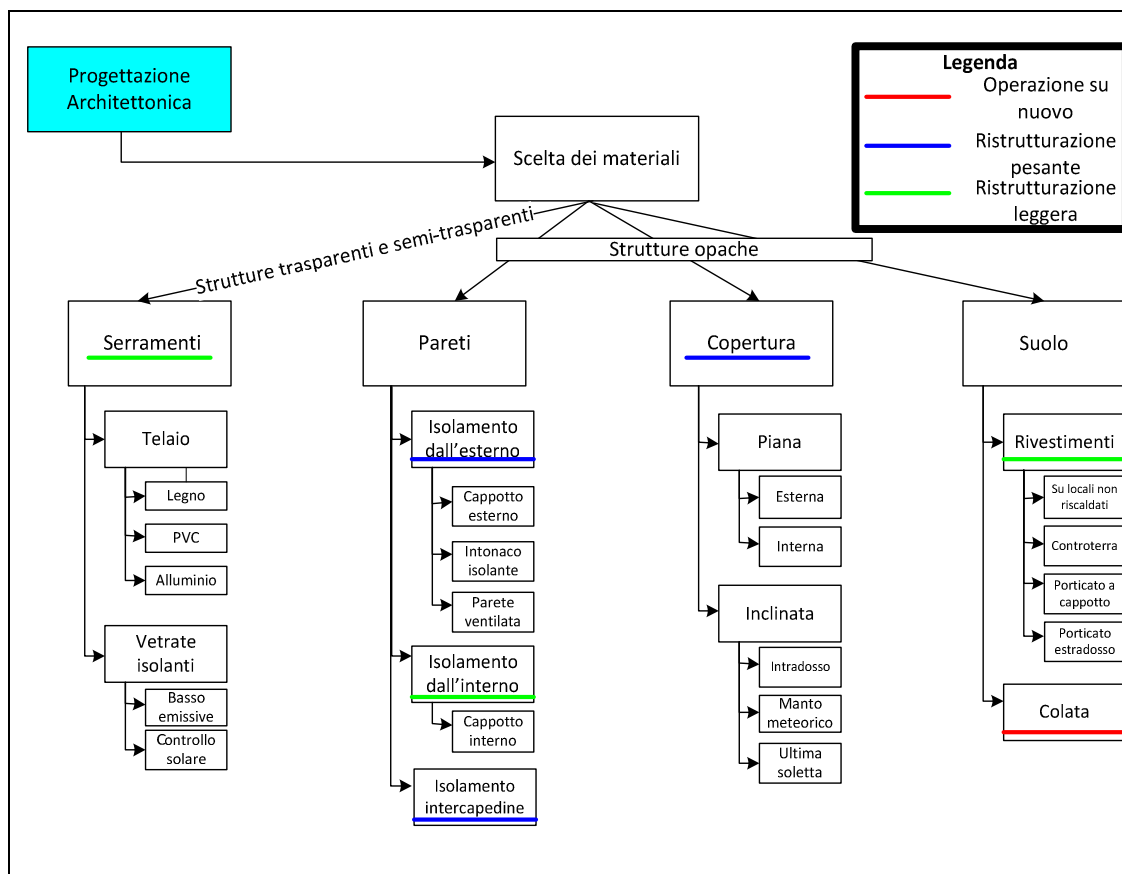
Negli anni '90 molti progetti complessi sono caratterizzati da un **involucro ibrido** in cui le tecnologie edilizie ed impiantistiche diventano fra loro complementari e l'involucro diviene parte di un sistema integrato edificio-impianti, ricco di apparati di regolazione e controllo e in grado di svolgere funzioni che in passato erano affidate ad apparati tecnologici di differente natura.

Negli ultimi anni, grazie all'innovazione tecnologica dei materiali, la tendenza è aumentare l'integrazione tecnica degli impianti, in particolare di produzione dell'energia alla struttura stessa dell'involucro, inserendo, ad esempio, pannelli fotovoltaici semi-trasparenti in facciata, introducendo inoltre il controllo multimediale dei sistemi installati.

2.2. SCELTA DEI MATERIALI

L'innovazione tecnologica dei materiali avvenuta negli ultimi anni è stata il motore che ha permesso di poter parlare di efficienza energetica negli edifici non solo da un punto di vista teorico, grazie alla presenza sul mercato di soluzioni sempre più performanti e dai costi accessibili a tutti. Nei prossimi paragrafi verranno presentati ad uno ad uno gli elementi schematizzati in Figura 8, descrivendone le principali tecnologie e lo stato del mercato e confrontando da un punto di vista economico ed energetico le diverse alternative.

Figura 8: Schema degli ambiti di intervento nella scelta dei materiali



2.2.1. SERRAMENTI

I serramenti sono la parte trasparente e semitrasparente dell'involucro edilizio. È evidentemente la porzione di edificio più delicata dal punto di vista termico, sia perché il livello di isolamento è più basso rispetto ai componenti opachi, sia perché sono più complessi i meccanismi di scambio termico. Inoltre, data la relativa facilità di sostituzione ed i costi contenuti rispetto a interventi su altre parti dell'edificio, sono spesso il primo elemento su cui si interviene nell'ambito di una riqualificazione energetica, tanto che, sia nel 2007 che nel 2008, è stato l'intervento in assoluto più utilizzato per accedere alle agevolazioni del 55%, come si vede in Figura 9 e in Figura 10.

Figura 9: Distribuzione interventi agevolati 2007 (Fonte: ENEA)

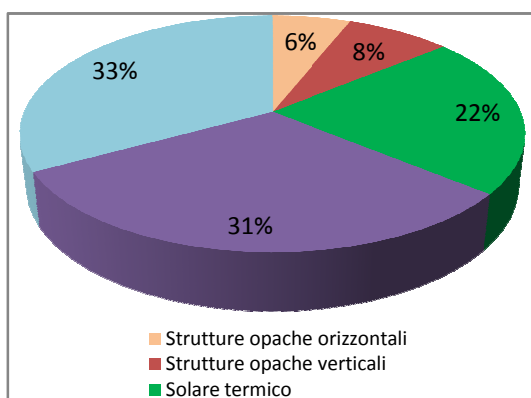
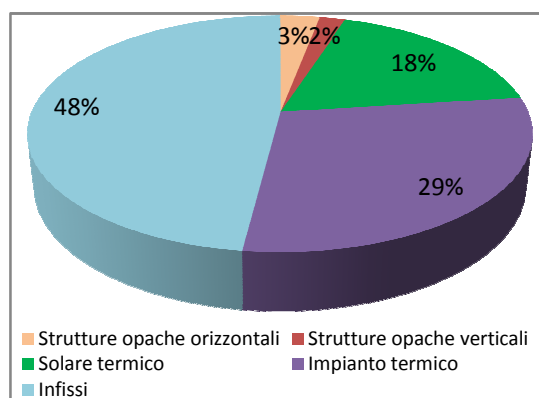


Figura 10: Distribuzione interventi agevolati 2008 (Fonte: ENEA)



In realtà, come già accennato in precedenza, analizzando i dati pervenuti dalle campagne di riqualificazione energetica degli anni passati, per quanto riguarda il risparmio medio in termini sia energetici che economici, gli interventi di sostituzione serramenti (chiamati anche infissi nei testi legislativi legati alla certificazione energetica) si sono rivelati i meno efficaci ed i più costosi in termini relativi. Passando alla lettura dei valori assoluti, in funzione cioè della diversa distribuzione numerica degli interventi stessi, si può osservare che al totale degli interventi effettuati sulle chiusure opache (ossia strutture opache orizzontali e verticali) è associato un risparmio di circa 190.000 MWh, con un valore medio unitario pari a 17 MWh. Parallelamente, per quanto riguarda la sostituzione di infissi, il risparmio totale in fonte primaria è pari a circa 305.000 MWh, con un valore medio per intervento pari a circa 2,56 MWh (Figura 11). Inoltre, nonostante il costo medio per intervento sia relativamente contenuto, attestandosi attorno ad un valore di poco superiore ai 10000 € rispetto, ad esempio, ai 30000 € necessari per un intervento di coibentazione delle strutture opache orizzontali, il costo finale di un kWh risparmiato risulta essere superiore a quello di tutti gli altri lavori considerati dall'agevolazione per la riqualificazione energetica come si può vedere nell'esempio della regione Lombardia in Figura 12.

Figura 11: Risparmio annuo medio (MWh) ottenuto per tipologia di intervento (Fonte: ENEA)

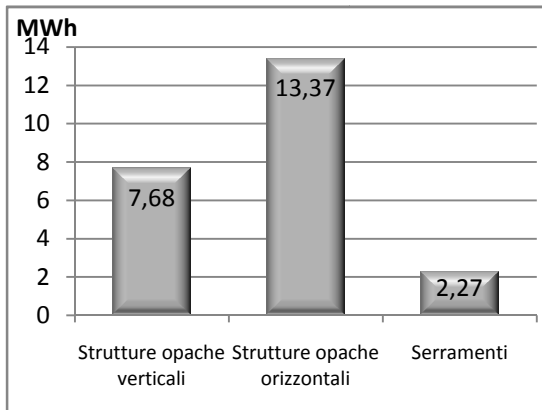
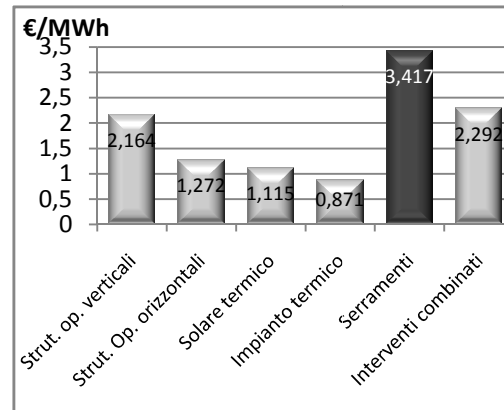


Figura 12: Costo di un MWh risparmiato per tipologia di intervento in Lombardia (fonte: ENEA)



Per quanto riguarda le evoluzioni future, la normativa si è fatta sempre più stringente sui valori limite accettabili per questo elemento (per conoscenza e confronto con quanto esposto in seguito, vengono riportate di seguito le tabelle dell'allegato C del decreto legislativo 192 del 2005), ma non si è registrato alcun calo significativo nei prezzi di installazione, motivo per cui anche per le prossime rilevazioni ci si aspetta un rapporto costo/benefici più o meno invariato.

Tabella 8: Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti (vetri)

Zona climatica	Dal 01/01/06 U [W/m ² K]	Dal 01/01/08 U [W/m ² K]	Dal 01/01/10 U [W/m ² K]
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

Tabella 9: Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi

Zona climatica	Dal 01/01/06 U [W/m ² K]	Dal 01/01/08 U [W/m ² K]	Dal 01/01/10 U [W/m ² K]
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

Nei prossimi paragrafi verranno presentate e confrontate le principali tecnologie esistenti nell'ambito dei serramenti.

2.2.1.1. INFISSI (TELAIO) –DESCRIZIONE ALTERNATIVE

Gli infissi rappresentano la parte opaca dei serramenti e hanno una notevole importanza per i flussi termici che hanno luogo attraverso le finestre. Fino a poco tempo fa erano ritenuti la parte termicamente più efficiente del serramento, oggi, con i grandi progressi tecnologici avvenuti nel campo dei sistemi trasparenti, gli infissi pare siano divenuti il prodotto a più limitate potenzialità di miglioramento termico. Non a caso nei paesi più freddi, dove l'utilizzo di vetrocamera multipli con vetri basso emissivi è prassi comune, le maggiori perdite termiche sono localizzate proprio negli infissi e nella giunzione tra vetro e componente opaco. Se la scelta del materiale ha un'importanza limitata per quanto riguarda la permeabilità all'aria, viceversa è fondamentale per le prestazioni termiche, per questo motivo, nei successivi sottoparagrafi si riassumono le caratteristiche dei principali tipi di infisso riassunti in Tabella 10.

Tabella 10: Principali caratteristiche infissi per materiale

Materiale	Costo	Prestazioni Energetiche
Legno	200-400 €/m ²	U = 1,35 - 1,5 W/(m ² ·K)
PVC	170-250 €/m ²	U = 2 - 2,2 W/(m ² ·K)
Alluminio	Tradizionale	U = 6 - 7 W/(m ² ·K)
	Con taglio termico	U = 2,5 - 4 W/(m ² ·K)

INFISSI IN LEGNO

Gli infissi in legno sono utilizzati da secoli negli edifici e rappresentano ancora oggi la maggiore quota parte di mercato per l'edilizia residenziale. Le caratteristiche termofisiche sono legate al tipo di legno utilizzato ed allo spessore dell'infisso, per questa ragione non ci sono state innovazioni importanti per quanto riguarda la tenuta termica. Vi sono stati invece miglioramenti negli ultimi anni sul versante della la stabilità e della curabilità del prodotto, riducendo i costi di manutenzione, così come l'utilizzo di guarnizioni sintetiche e naturali ha consentito di ridurre l'elevata permeabilità all'aria di questo tipo di infissi. I valori di trasmittanza termica U degli infissi in legno sono funzione della densità del legno e dello spessore e della geometria dell'infisso e si attestano generalmente tra 1,35 ed 1,5 W/(m²·K).

INFISSI IN PVC

Il polivinilcloruro è utilizzato per la realizzazione dei serramenti dall'inizio degli anni cinquanta, anche se una vera e propria diffusione è iniziata dopo un ventennio, in seguito alle crisi energetiche occorse in quegli anni. Essenzialmente gli infissi in PVC sono costituiti da profilati cavi a più camere, uniti mediante saldatura e rinforzati con profilati metallici.

La diffusione di questi infissi è da ricercare nelle buone caratteristiche termiche, nella bassa richiesta di manutenzione, nella molteplicità di soluzioni geometriche e nella riciclabilità del materiale sintetico, mentre gli svantaggi sono soprattutto legati alla deformabilità del prodotto nel tempo e a considerazioni estetiche. I valori standard di questo tipo di infisso sono di circa 2,2 W/(m²·K) nel caso di profilo a due camere e di 2 W/(m²·K) per profili a tre camere. Esistono oggi delle soluzioni ancora più avanzate con profili a cinque camere con livelli di isolamento ancora migliori. Esistono, seppure a diffusione molto limitata, infissi in poliuretano. Nel caso di spessore dell'infisso superiore a 5 millimetri, il valore di riferimento, secondo le norme EN, della trasmittanza termica è di 2,8 W/(m²·K).

INFISSI IN ALLUMINIO

Gli infissi in alluminio rappresentavano, fino a pochi anni fa, una notevole fetta di mercato nel settore residenziale e la maggior parte del volume di vendita nel terziario. Negli ultimi anni, le norme energetiche sempre più stringenti sui valori di trasmittanza, hanno fortemente svantaggiato questi prodotti, che devono subire trattamenti di taglio termico per avere prestazioni energetiche competitive rispetto a legno e PVC, con

conseguenti aumenti di prezzo. Le caratteristiche termiche dei serramenti metallici sono piuttosto limitate per i prodotti tradizionali, mentre diventano più interessanti con le soluzioni a taglio termico. Negli infissi tradizionali la povertà delle prestazioni dipende dalla elevata conduttività dei metalli in genere, che non offrono grossa resistenza al trasferimento del calore.

Negli infissi a taglio termico, tutto ciò viene evitato realizzando dei profilati cavi per sfruttare le capacità isolanti delle camere d'aria, e spezzando la continuità del metallo con degli elementi isolanti, in genere plastici. La trasmittanza finale dipende da:

- dimensione delle camere d'aria dei profili;
- eventuali vernici riflettenti all'interno dei profili;
- tipo di materiale utilizzato per il taglio termico;
- caratteristiche geometriche dell'infisso.

Vista la dipendenza da tanti parametri, la trasmittanza termica di questi prodotti può variare sensibilmente da valori intorno ai $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ fino a valori prossimi a $4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Si tratta comunque di situazioni limite, l'intervallo in cui cade tipicamente la maggior parte dei prodotti è tra 3 e $3.4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Attualmente gli infissi in alluminio non a taglio termico sono ancora diffusi nell'edilizia residenziale ed in molti vecchi edifici per uffici. La trasmittanza termica di questi infissi dipende dalla geometria del profilo, generalmente i valori sono compresi tra 6 e $7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. È anche importante notare che a questo tipo di infissi si associa spesso un'elevata permeabilità all'aria che riduce ulteriormente le prestazioni del serramento. Risultati simili si hanno anche per infissi in ferro, acciaio ed altre leghe che, però, hanno ormai una diffusione piuttosto limitata a causa dei costi delle materie prime e dei loro trattamenti.

SITUAZIONE IN ITALIA

Quello del serramento in Italia è un mercato fortemente polarizzato sulle produzioni di infissi in legno e in metallo dove ancora il serramento in PVC si mantiene a quote notevolmente inferiori (13,6%) rispetto al resto del mercato europeo. Il serramento tradizionale si ritaglia quasi la metà del mercato del serramento (47,5%). Buon secondo il serramento in metallo tocca il 38,9%.

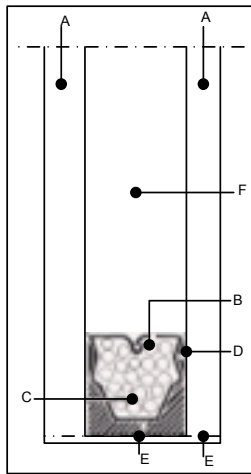
Quanto al valore delle produzioni, i serramenti in legno e in PVC si posizionano sulla stessa fascia di prezzi (media unitaria 450 €;) lasciando la fascia alta al serramento di metallo (media unitaria 690 €). E grazie al diverso valore unitario si assiste all'inversione del rapporto di forza tra legno e metallo (39,3% vs. 49,4%).

Infine, il raffronto con l'Europa occidentale dove emerge la primazia del serramento in PVC (39,8% di quota di mercato) seguita dal metallo (32,2%) e quindi dal legno (28%).

2.2.1.2. VETRATE ISOLANTI - DESCRIZIONE ALTERNATIVE

Si definisce vetrata isolante un manufatto composto da:

Figura 13: Schema vetrata



- A: vetro
- B: Distanziatore
- C: Setaccio molecolare
- D: taglio termico o butle
- E: Sigillante
- F: Aria disidratata o gas

Ognuno dei componenti presentati in figura è importante per ottenere delle buone prestazioni energetiche, ad esempio, l'impatto dato dai diversi gas utilizzabili in intercapedine è schematizzato in Tabella 11.

Tabella 11: Influenza del gas in intercapedine sull'emissività (fonte: UNI TS 11300)

Vetrata	Emissività gas in intercapedine (conc. gas >= 90%)							
	Tipo	Emissività normale	Dimensioni (mm)	Aria	Argon	Krypton	SF ₆	Xenon
Vetro doppio normale non trattato		0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6

La prima grande classificazione delle vetrate è fatta in base al numero di vetri di cui sono composte. Le prestazioni energetiche ovviamente migliorano all'aumentare degli strati. Le principali vetrate in commercio sono doppie o triple, ma esistono anche strutture a più strati, adottate però solo in soluzioni davvero particolari. I vetri singoli, ancora presenti in molte abitazioni di vecchia costruzione, non sono praticamente più commercializzati.

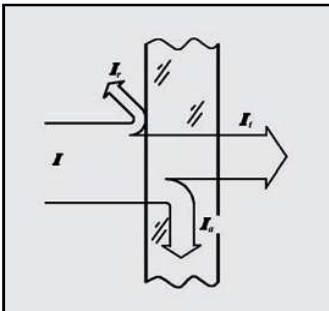
Particolare importanza è ovviamente data al vetro utilizzato: i materiali trasparenti, infatti, hanno un comportamento ben diverso da quelli opachi, contribuendo al bilancio energetico dell'edificio in modo più complesso. Per capire come valutare le prestazioni di un vetro, bisogna fare qualche accenno sulle radiazioni solari e sul modo in cui esse penetrano nell'ambiente costruito attraverso le superfici trasparenti. La radiazione elettromagnetica emessa dal sole copre uno spettro di lunghezze d'onda suddivisibile in quattro categorie principali: l'ultravioletto (λ compreso tra 150 e 380 nm), il visibile (λ compreso tra 380 e 780 nm), l'infrarosso vicino (λ compreso tra 780 e 2500 nm) e l'infrarosso lontano (λ compreso tra 2500 nm e 1 mm). L'apporto energetico dato dalle diverse radiazioni non è però omogeneo e si può grossomodo trascurare il contributo dei raggi ultravioletti e infrarossi lontani che, insieme, sono responsabili solo del 3,6% degli

scambi energetici totali di una radiazione, risultano secondari rispetto allo spettro visibile, che da solo copre il 54% dell'energia scambiata, ed allo spettro infrarosso vicino responsabile del restante 42,4%. Già da queste prime osservazioni.

Quando la radiazione solare incide su un materiale trasparente è trasmessa, assorbita e riflessa come si può schematicamente vedere in Figura 14, in cui sono facilmente comprensibili i seguenti coefficienti:

- trasmittanza τ : rapporto tra radiazione che attraversa il materiale e radiazione incidente.
- riflettanza ρ : rapporto tra radiazione riflessa dal materiale e radiazione incidente.
- assorbanza α : rapporto tra radiazione assorbita dal materiale e radiazione incidente.

Figura 14: Flussi di energia solare in un materiale trasparente

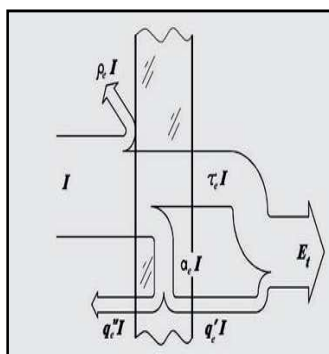


Per i tre coefficienti sussiste sempre la relazione: $\tau + \rho + \alpha = 1$ e, ai fini pratici del calcolo delle prestazioni di un materiale, è spesso considerata la sola trasmittanza.

L'intensità delle singole componenti non è costante, ma varia a seconda dell'angolo di incidenza del raggio, dalla sua composizione spettrale e dalla natura del materiale stesso.

Dallo schema in Figura 15 si può vedere come parte dell'energia assorbita dal materiale venga poi riemessa sia verso l'interno che verso l'esterno, con contributi che dipendono dalle condizioni ambientali indoor e outdoor e, soprattutto, dalle caratteristiche del vetro.

Figura 15: Flussi di energia solare in un materiale trasparente



Per quanto riguarda l'angolo di incidenza, i valori dei parametri ottici ne sono fortemente influenzati: la trasmittanza mantiene valori pressoché costanti fino ad angoli intorno ai 30° per decrescere, in maniera più o meno rapida a seconda del materiale, ed ad annullarsi a 90°, la riflettanza ha un comportamento complementare, con il minimo ad incidenza normale e dai 30° aumenta progressivamente fino a diventare pari a 1 a 90°, viceversa l'assorbimento varia con il percorso ottico della radiazione all'interno del materiale.

Ai fini pratici la trasmittanza viene calcolata in conformità con i contenuti della normativa ISO 9050. Nella valutazione di tale grandezza risulta importante l'analisi della trasmittanza solare τ_e e di quella luminosa τ_v . Per determinare τ_e , si suppone di illuminare un certo materiale tramite la radiazione solare, successivamente si valuta il rapporto tra

l'energia globalmente trasmessa e quella incidente su tale materiale. In seguito per determinare τ_v , si analizza qual è la quota parte dello spettro, relativo ad un illuminante bianco standard, ricevuto dall'occhio umano.

Oltre alle grandezze di natura ottica, è importante introdurre alcune di carattere energetico le quali sono fondamentali per la scelta dei materiali ed il corretto dimensionamento ed orientamento delle superfici trasparenti. Viene così definito g , coefficiente di trasmissione totale di energia solare (o brevemente fattore solare), che indica la quota di energia globalmente trasmessa attraverso il materiale, rispetto a quella incidente (per il significato delle variabili si faccia di nuovo riferimento alla Figura 15):

$$g = \frac{I_t}{I} q'_e + \tau_e$$

Il fattore solare è sempre maggiore della trasmittanza solare, con contributi che in alcuni casi possono essere di diversi punti percentuali: con tale parametro si possono valutare al meglio gli apporti solari gratuiti.

COMPONENTI VETRATI PER EDILIZIA

Le proprietà isolanti del vetro convenzionale sono scadenti, cosa che ha portato l'industria ad innovare il settore sempre di più. Inizialmente con il semplice vetrocamera, successivamente con soluzioni sempre più efficienti, descritte a seguire. Si fa, in particolar modo, riferimento ad una distinzione tra vetri basso-emissivi ad elevate prestazioni e vetri a controllo solare. I secondi non sono propriamente innovativi per un duplice motivo, sia per la tecnologia risalente ai primi anni ottanta, sia perché non innovano sostanzialmente il vetro semplice dal punto di vista energetico, viceversa, i vetri basso-emissivi alcune innovazioni le introducono effettivamente. Esiste la percezione di una sorta di dualismo tra vetri a controllo solare, per i climi caldi, ed a bassa emissività, per i climi freddi, ma in realtà i due tipi vanno ad agire su proprietà differenti: mentre i vetri a controllo solare sono vetri con moderata trasmissione luminosa (in genere sono scuri) e bassa trasmissione solare da utilizzare tipicamente in zone calde, i basso-emissivi sono vetri sono ad elevata trasmissione luminosa e bassa trasmittanza termica, utilizzabili in qualsiasi condizione, migliorando in assoluto le prestazioni della finestra. Considerare alternativi questo tipo di vetri non è quindi esatto poiché non si tiene in conto che:

- un vetro a controllo solare può avere anche un rivestimento basso emissivo, essendo diversi la natura ed il posizionamento dei rivestimenti,
- i vetri basso emissivi, a differenza di quelli a controllo solare, operano un aumento della resistenza termica del componente, che è una situazione comunque auspicabile.

Tabella 12: Caratteristiche solari di alcune tipologie di vetrocamera (fonte: ENEA)

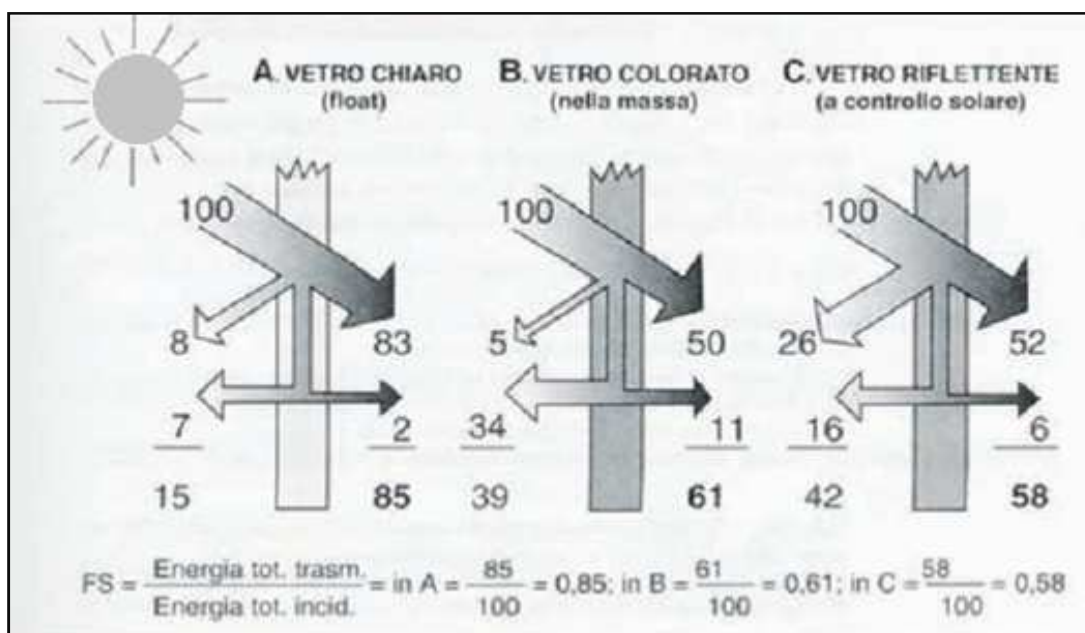
Tipo di vetro (4-12-4)	τ_v	G
Vetrocamera	0,81	0,76
Vetrocamera a controllo solare	0,40	0,40
Vetrocamera basso-emissiva	0,75	0,65
Vetrocamera con gas	0,81	0,76
Vetrocamera con gas basso-emissiva	0,75	0,65
Vetrocamera con filtro solare	0,70	0,40

VETRI A CONTROLLO SOLARE

I vetri a controllo solare sono stati il primo vero miglioramento rispetto ai tradizionali vetri chiari e sono in commercio già da parecchi anni, con l'obiettivo di ridurre i carichi termici (oltre ad un eccessivo illuminamento) dovuti alla radiazione solare entrante attraverso le aperture vetrate.

L'obiettivo è perseguito con l'utilizzo di vetri colorati nella massa o con depositi superficiali: nel primo caso parte della radiazione incidente è assorbita dal materiale e parzialmente riemessa verso l'esterno, nel secondo la radiazione incidente è direttamente riflessa all'esterno. In Figura 16 si possono vedere schematicamente i risultati ottenuti con le due soluzioni.

Figura 16: Trasferimento delle radiazioni nei vetri a controllo solare (Fonte: ENEA)



Il mercato più attivo è senz'altro quello dei vetri riflettenti, essi possono ottenersi attraverso due procedimenti:

- trattamento pirolitico, ottenuto attraverso un trattamento chimico di superficie effettuato in fase semi-solida depositando ossidi metallici che vengono inglobati nella superficie delle lastre, ottenendo grande stabilità, durezza e resistenza agli agenti atmosferici;

- trattamento magnetronico, ottenuto attraverso polverizzazione catodica di metalli e di ossidi metallici sulle lastre in un campo elettromagnetico e sotto vuoto ottenendo una pellicola superficiale molto resistente; in questo caso la superficie trattata va sempre posta in opera all'interno.

Le differenze sostanziali tra i due trattamenti sono:

- Pirolitici = alta lavorabilità e minori performance;
- Magnetronici temperabili = alta lavorabilità e buone performance;
- Magnetronici = lavorabilità vincolata e alte performance.

Alta lavorabilità significa possibilità di acquistare grandi lastre già coatizzate e successivamente eseguire le lavorazioni (taglio, molatura, foratura, tempera, ecc.). Lavorabilità vincolata significa che si possono acquistare in grandi lastre solo se le lavorazioni da eseguire sono taglio e molatura; nel caso un vetro magnetronico debba essere temperato, le operazioni devono essere invertite, perciò un vetro deve essere tagliato, molato, eventualmente forato, temperato e solo in seguito coalizzato, questo perché, normalmente, i coating magnetronici non resistono ai trattamenti termici.

Le vetrate attrezzate con vetri riflettenti presentano vantaggi di riduzione del fattore solare, di qualità estetiche dovute agli effetti cromatici e perché, se desiderato, consentono la visione dello spazio esterno dall'interno ma non viceversa. Esistono tuttavia inconvenienti di non poco conto:

- costi elevati per prestazioni termiche non eccelse, non migliorando il coefficiente di perdite termiche U (ovvero le capacità isolanti), ma soltanto il fattore solare;
- in molti casi non c'è comportamento selettivo, elevata trasmissione nello spettro visibile ed elevata riflessione nell'infrarosso, ma soltanto elevata riflessione su tutto lo spettro; questo implica scarsa luminosità degli ambienti e richiesta quasi costante di luce artificiale; in questi casi il risparmio ottenibile per ridotti carichi per il condizionamento può essere del tutto vanificato, con l'aggravante del non utilizzo della luce naturale;
- la riduzione del fattore solare non è un dato sempre positivo nel corso dell'anno;
- riflessioni verso l'interno con conseguenti fenomeni di abbagliamento.

Il controllo solare non risolve quindi efficacemente la soluzione del problema energetico e del comfort visivo dei componenti trasparenti nell'edilizia, anche se diversifica le soluzioni architettoniche, fornendo una scelta più ampia di prodotti.

VETRI BASSO-EMISSIVI

Il vetro è un materiale con valori di emissività globale molto elevati (incirca 0,84), che determinano elevati scambi radiativi con l'ambiente circostante. Grazie all'applicazione

di sottili film metallici o di ossidi di metalli è possibile innalzare la riflettanza nell'infrarosso, riducendo notevolmente l'emissività del vetro fino a valori inferiori a 0.1, con conseguente riduzione degli scambi radiativi per effetto di un'elevata riflessione nel campo dell'infrarosso. Questo consente di avere vetri con valori di resistenza termica nettamente migliori. Inoltre il posizionamento di tali film permette al vetrocamera di funzionare a guadagno o a filtro solare. Nel caso in cui il film è messo sulla faccia interna del vetro esterno la finestra funziona come filtro solare, poiché la radiazione è assorbita in prossimità della superficie esterna e riemessa verso l'esterno. Se il film è sulla faccia esterna del vetro interno la radiazione che attraversa il vetro esterno colpisce il vetro interno che, per la presenza del rivestimento all'esterno, non potrà che rimetterla verso l'interno, facendo funzionare la finestra a guadagno solare.

Alla base della formazione di questi filtri troviamo di nuovo i trattamenti, pirolitici e magnetronici, già visti nei vetri a controllo solare. La differenza sostanziale tra le due tipologie di vetro risiede infatti nei materiali integrati alle lastre. Materiali particolari, ad esempio l'argento, hanno elevata riflessione anche nell'infrarosso vicino, comportandosi così come dei filtri solari, unendo l'isolamento termico dei vetri basso emissivi ed il fattore solare dei vetri a controllo solare, pur mantenendo rispetto a questi ultimi un'elevata trasmissione luminosa. Viceversa oro e rame presentano bande di assorbimento nella porzione centrale del range visibile, come testimoniano le loro tipiche colorazioni, con riduzione della trasmissione luminosa. Questi metalli, se sufficientemente sottili, sono utilizzabili come rivestimenti per finestre, in genere con spessori tra 10 e 30 nanometri che corrispondono a 25/75 strati atomici. È evidente l'importanza della preparazione del coating, in particolare:

- continuità e omogeneità del rivestimento;
- adesione al substrato, ovvero il vetro di base, evitando fenomeni di diffusione all'interfaccia;
- deposizione di strati antiriflesso su entrambe le facce del rivestimento, al fine di evitare una rilevante riduzione della trasmittanza; va notato che lo strato posto tra argento e substrato funge da adesivo, mentre il secondo evita fenomeni di corrosione;
- recenti sviluppi hanno dimostrato l'efficacia di un doppio strato metallico, con interposto il dielettrico; è stata verificata un'ottima trasmissione della luce, insieme ad una trasmittanza nell'infrarosso vicino prossima allo zero;
- per evitare il degrado dei vari strati è necessario porre le facce trattate all'interno dei vetrocamera.

I metalli nobili non sono i soli a prestarsi a questo tipo di applicazioni, sono utilizzati anche i metalli di transizione ed gli ossidi conduttori trasparenti. I primi, tra i quali vanno inclusi: ferro, cromo, nickel (ed altri), sono meno efficaci sia per la trasmissione nel visibile, sia per la riflessione nell'infrarosso. Trovano un certo impiego in alcuni vetri a controllo

solare, spesso associati ad altri rivestimenti. La seconda categoria riguarda i semiconduttori a banda larga, che diventano conduttori a tutti gli effetti dopo essere stati dopati con opportuni atomi. Anche con questi materiali è assicurata un'elevata riflessione nell'infrarosso, continuando ad avere un'elevata trasmittanza luminosa.

Un'ultima classe di materiali molto promettente è quella dei rivestimenti in nitruro di titanio e zirconio. Ossidi e nitruri sono generalmente materiali isolanti, tuttavia i nitruri di metalli si comportano come veri e propri metalli con elettroni liberi, cosa che li accomuna ai metalli nobili, con il vantaggio di essere più duri e resistenti. Componenti vetrati con questo tipo di rivestimento non sono ancora in commercio, in attesa che venga perfezionata la tecnologia di produzione e verificati fenomeni di invecchiamento e durabilità.

MATERIALI TRASPARENTI AD ELEVATA INNOVAZIONE

I materiali trasparenti rappresentano probabilmente il settore dell'involucro edilizio a maggior grado di innovazione. Numerosi prodotti, nati inizialmente anche per altri scopi, hanno trovato negli ultimi anni applicazione in edilizia. In alcuni casi si tratta di soluzioni mature, già sul mercato, in altri si è ancora in fase di sviluppo o precompetitiva. È comunque interessante fornire delle indicazioni di base per soluzioni tecnologiche che potrebbero essere, in tempi brevi, adottate in edifici residenziali e, soprattutto, commerciali.

AEROGEL

L'aerogel è un materiale costituito da particelle di silice, e, grazie a particolari procedimenti produttivi, è caratterizzato da una struttura porosa aperta trasparente, che porta il materiale ad essere costituito al 95% da vuoti, in grado di fornire ottime prestazioni sia ottiche sia energetiche.

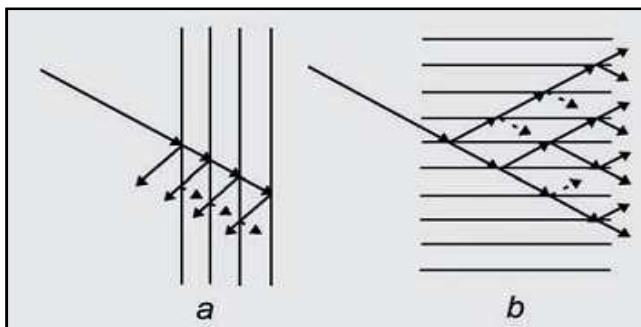
La caratteristica fondamentale è, come detto, la microporosità del materiale che permette, in condizioni di pressioni al di sotto dei 100 mbar (quindi, ad esempio, inserito in un vetrocamera), di ottenere prestazioni termiche simili a quelle del vuoto con valori di conduttività termica di circa 10-11 mW/(m·K) rispetto ai 15-17 mW/(m·K) del materiale a pressione atmosferica, limitando gli scambi termici a quelli che avvengono per conduzione tra lo scheletro della struttura e per radiazione. Inoltre, avendo i pori dimensione media inferiori alle lunghezze d'onda della luce naturale (la dimensione media è di 10-20 nm), ne risulta un comportamento trasparente. In realtà il comportamento non è perfettamente tale, in quanto esistono fenomeni di scattering della luce trasmessa che danno luogo ad una visione lattiginosa ed a colorazioni particolari, tendenti al blu nel caso di sfondo scuro e giallo nel caso di sfondo chiaro o luminoso. I valori di trasmittanza sono compresi tra 85 e 92%, simili a quelli del vetro chiaro. A causa di un problema di scattering (parziale diffusione del raggio incidente mantenendo come direzione principale quella dell'angolo di incidenza) e di distorsione dello spazio esterno l'uso di questo materiale è in realtà poco adatto in sostituzione alle normali finestre, e si presta di più a trovare sbocchi nel daylighting e nei sistemi solari attivi e passivi.

Esistono due principali categorie di aerogel: l'aerogel monolitico e l'aerogel granulare. L'aerogel monolitico è un materiale molto promettente perché, in condizioni ottimali, assolve brillantemente tutte le funzioni richieste ad una finestra, con prestazioni energetiche paragonabili a quelle delle chiusure opache dell'involucro edilizio, tuttavia con costi ancora elevati. L'aerogel granulare è ormai standardizzato nella produzione e nelle prestazioni, inoltre anche se non può sostituire le normali finestre, presenta un incremento di costo limitato nei confronti di un normale vetrocamera. Per entrambi i tipi di aerogel la prevista penetrazione nel mercato lascia prevedere riduzioni dei prezzi, soprattutto per l'aerogel monolitico, ancora in piena fase evolutiva.

MATERIALI TRASPARENTI ISOLANTI (TIM)

I materiali trasparenti isolanti (TIM) utilizzano delle strutture geometriche per limitare le dispersioni termiche per convezione ed irraggiamento. In pratica, si realizzano delle pareti divisorie atte a bloccare i moti convettivi dell'aria e ridurre lo scambio radiativo con degli strati sovrapposti di materiale plastico (ultimamente sono in fase di sviluppo alcuni prototipi anche in vetro) trasparente nel visibile e nell'infrarosso vicino, ma opaco nel lontano. A seconda dell'angolo d'incidenza delle radiazioni su ognuno di questi strati varia la proporzione tra i raggi riflessi e quelli traversanti la struttura.

Figura 17: Esempio di geometrie tipo dei TIM (fonte: ENEA)



Come si vede in Figura 17.a se le pareti sono perpendicolari alla direzione di propagazione (come ad esempio succede nelle finestre con più lastre) ad ogni passaggio attraverso queste barriere parte della radiazione è riflessa verso l'esterno e irrimediabilmente persa.

Ciò limita fortemente il numero di strati praticamente realizzabili al fine di evitare un'attenuazione drammatica della trasmittanza complessiva.

È il caso dei primi TIM i quali fornivano soddisfacenti prestazioni termiche, ma non ottiche. La variante b della stessa figura rappresenta invece la tipologia di struttura utilizzata negli ultimi prodotti. In questo caso le pareti sono mantenute parallele alla direzione di propagazione e, nel caso ideale di assenza di assorbimento e diffusione durante l'attraversamento delle pareti, indipendentemente dal numero di successive riflessioni e trasmissioni, tutta la radiazione incidente raggiunge, con una traslazione più o meno grande, l'altra estremità del materiale. Inoltre lo spessore dello strato non è influente, ancora nella situazione ideale, sulle proprietà ottiche. In realtà fenomeni di assorbimento e di scattering, anche se minimi, avvengono senza peraltro pregiudicare le prestazioni di tali materiali che sono realizzati con spessori fino a 50 cm. A causa delle successive riflessioni dovute alle pareti il materiale non è trasparente ma traslucido e, quindi, non può essere

utilizzato in sostituzione delle finestre. Per render più uniforme la radiazione trasmessa, sulla faccia dei TIM sono posti dei fogli di vetro diffondenti. I materiali con i quali si realizzano le strutture sono generalmente: policarbonato (PC), polimetilmetacrilato (PMMA) e poliacetato (PA).

I TIM, una volta prodotti, sono inseriti nell'intercapedine di un vetrocamera. Si realizza, così, un sistema trasparente complesso, che presenta notevoli vantaggi applicativi. Un esempio dei valori termici ed ottici di una vetrata con un TIM in intercapedine è riportato in Tabella 13.

Tabella 13: Proprietà ottico-termiche TIM (fonte: ENEA)

Struttura	Dimensione strati [mm]	τ_v	G	U [W/m ² K]
Vetro chiaro	4			
capillare	50	0,74	0,76	1,4
Vetro chiaro	4			

Si è detto in precedenza che i TIM sono composti polimerici organici; questi materiali sono dunque soggetti a trasformazioni fisiche e chimiche di tipo irreversibile che alterano le prestazioni del componente. Comprendere come le cause esterne, e quelle climatiche in particolari, agiscano sul materiale, aiuta la scelta delle sostanze più adeguate per la produzione dei TIM. I problemi principali di questi materiali sono:

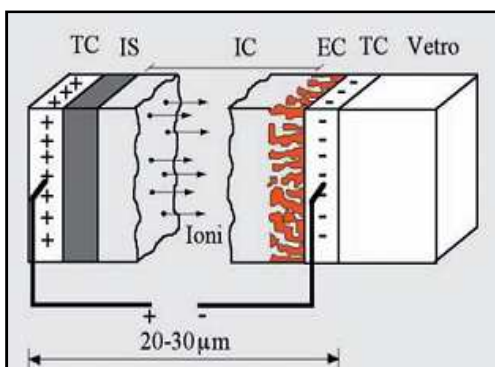
- un effetto foto-degradante, che porta nel tempo ad un ingiallimento della struttura soprattutto per quanto riguarda il PC, correggibile con stabilizzatori di tipo chimico e/o vetri protettivi, con i relativi costi aggiuntivi;
- stress igrotermici che possono portare all'insorgere di stati tensionali nel vetro o l'aggressione da parte dell'umidità e di sostanze inquinanti;

I TIM inoltre non consentono la visione dello spazio esterno, perciò non possono essere usati al posto delle normali finestre, però sono molto utili per applicazioni di daylighting, quando vi sono grandi spazi da illuminare con ampie superfici vetrate. Altre applicazioni interessanti sono quelle nei sistemi solari sia ad acqua (attivi) che ad aria (passivi). In entrambi i casi si ha un materiale molto trasparente alla radiazione solare, ma con perdite termiche molto più basse rispetto ai vetri, singoli e doppi.

VETRI ELETTROCROMICI

I vetri cromogenici sono quelli in grado di variare le proprie caratteristiche ottiche in funzione di un piccolo voltaggio. Questo sistema agisce ovviamente solo sullo spettro solare, le prestazioni termiche andranno migliorate con altre soluzioni.

Figura 18: Funzionamento di un vetro elettrocromico (fonte:ENEA)



Il funzionamento è schematizzato in Figura 18: quando una tensione, in genere tra 1,5 e 5 Volt, è applicata tra i conduttori trasparenti (TC), parte degli ioni presente nello strato di accumulo (IS) attraversa la zona di separazione (IC), in grado di condurre tali ioni, per fermarsi nello strato elettrocromico effettivo (EC), con la conseguente variazione di colore del componente.

Invertendo la tensione si inverte il processo. Il materiale ha memoria, quindi mantiene lo stato indotto dalla tensione.

Alcuni vantaggi di questi materiali sono:

- transizione dallo stato trasparente a quello colorato, gestita dall'utente, secondo le caratteristiche del sistema di controllo;
- consumi energetici solo per la fase di transizione, poiché il nuovo stato è memorizzabile fino a 24 ore, senza alimentazione del dispositivo;
- possibilità di modificare gradualmente la trasmittanza ed il fattore solare delle finestre;
- mantenimento delle caratteristiche di trasparenza, ovvero è possibile vedere attraverso.

Questi materiali sono ancora in continua evoluzione, visti i notevoli problemi: durabilità del prodotto, lunghi tempi di transizione da stato colorato a stato chiaro, produzione quasi artigianale, costi elevati. La possibilità di produrre pacchetti elettrocromici a stato solido, è il primo passo per risolvere alcuni di questi problemi. Esistono alcuni prodotti sul mercato con caratteristiche diverse ma che rappresentano il primo passo per l'introduzione dell'involucro dinamico negli edifici.

2.2.1.3. SERRAMENTI –CONFRONTO ALTERNATIVE

I grafici presentati in Figura 19 e in Figura 20 schematizzano le caratteristiche economiche di costo e di risparmio delle principali combinazioni di serramenti.

Figura 19: Costo medio delle diverse tipologie di serramento

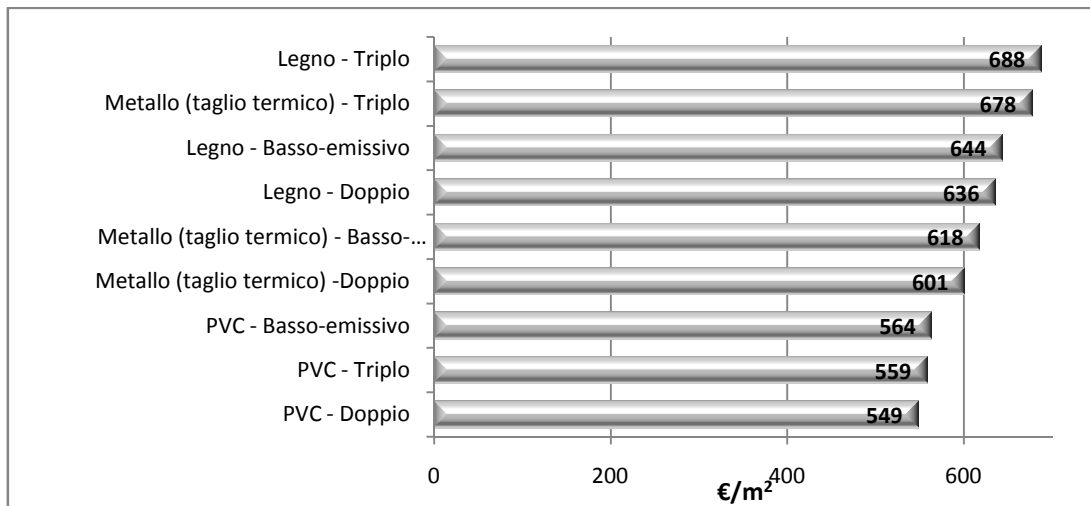
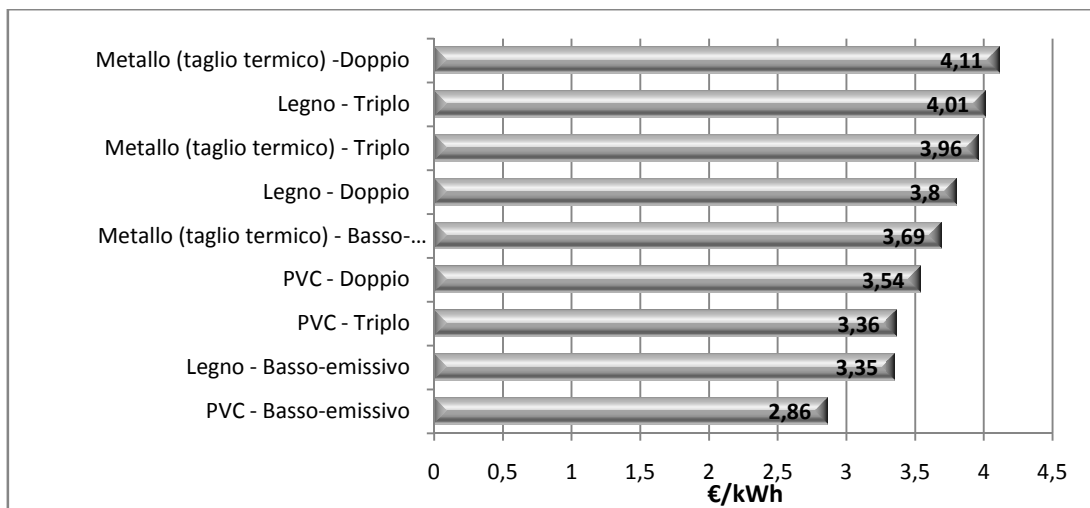


Figura 20: Costo per ottenere un MWh risparmiato in base alla diversa tipologia di serramento

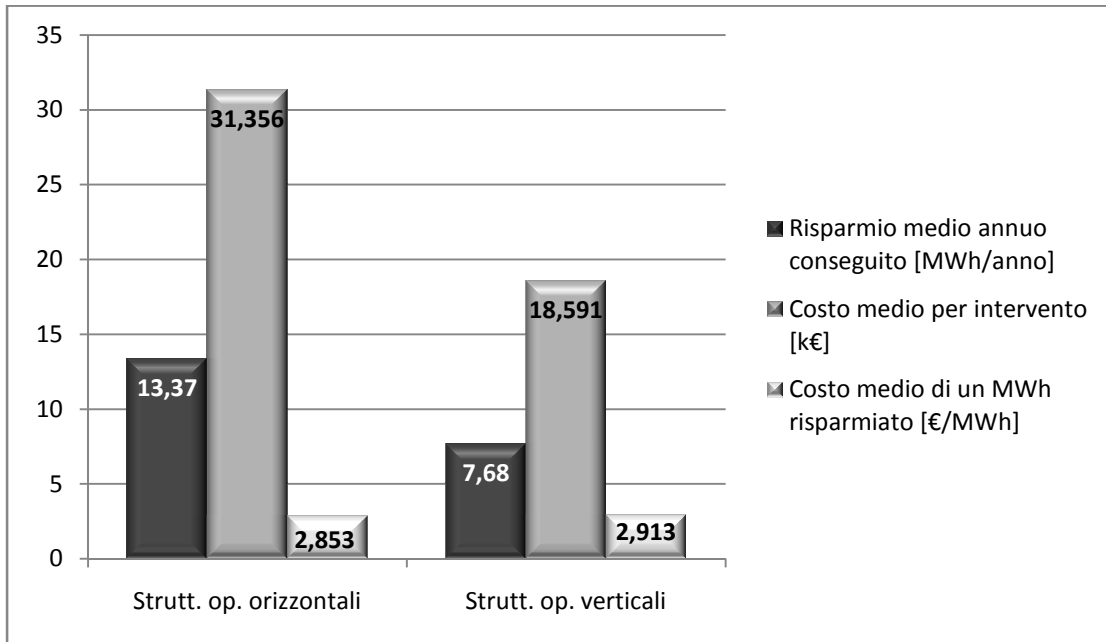


2.2.2. STRUTTURE OPACHE – PARETI, COPERTURE E SUOLO

I componenti opachi sono la struttura portante dell'involucro dell'edificio e di gran lunga la più grande superficie di scambio termico con l'esterno. Ai fini di una corretta progettazione energetica dell'edificio è necessario quindi prestare particolare attenzione a questi componenti, fini di limitare le dispersioni durante la fase invernale e di ridurre i carichi di raffrescamento, o comunque creare un accettabile microclima interno, durante la fase estiva.

Una buona coibentazione delle superfici perimetrali ha un grande impatto sulle prestazioni energetiche di un edificio. In Figura 21 si può per esempio vedere i risultati delle scorse campagne di agevolazione per la riqualificazione energetica che hanno registrato un risparmio energetico medio annuo di 13,37 MWh per intervento sulle strutture orizzontali, e di 7,68 MWh per un intervento sulle pareti (con differenze di valori molto ampie a seconda della regione), rispettivamente cinque e tre volte quanto registrato per un intervento medio sui serramenti.

Figura 21: Caratteristiche degli interventi di coibentazione delle strutture opache (fonte: ENEA)



Il panorama delle soluzioni disponibili per migliorare le prestazioni energetiche dei componenti opachi è vastissimo ed in continua evoluzione, quindi è difficile fornirne una descrizione esaustiva: qui di seguito vengono quindi presentati solo i materiali più conosciuti già presenti sul mercato così come le principali tecniche di isolamento in cui vengono utilizzati.

2.2.2.1. MATERIALI PRINCIPALI

I materiali più comunemente usati nelle costruzioni, e dunque descritti in questo capitolo, sono: laterizi, mattoni in terra cruda, calcestruzzo, legno, malte e materiale isolante. La scelta del materiale è influenzata da numerosissimi parametri quali: costo, tecnologie costruttive, tradizioni tipiche del luogo, caratteristiche climatiche, reperibilità del prodotto ed altre ancora. Evidentemente si fa riferimento ai materiali più comuni, sia convenzionali che ad elevate prestazioni. La proprietà fisica che caratterizza il comportamento termico dei materiali è la conduttività termica λ , espressa in $W/(m \cdot K)$.

LATERIZI

I laterizi sono prodotti da un impasto di argilla acqua e sabbia, modellati per estrusione o a mano, asciugati e cotti a una temperatura tra i 900 e 1.200 °C. I prodotti ricavati da tale lavorazione sono: mattoni pieni, semipieni e forati, blocchi, tegole ecc, che rappresentano ancora oggi la quota di mercato di gran lunga più grande tra i materiali per il settore edile.

I laterizi sono classificati in funzione del grado di foratura che, evidentemente, influisce anche sulle loro proprietà termiche, infatti la loro conduttività termica cade in un range molto variabile, compreso tra 0,25 e 0,9 $W/(m \cdot K)$. Il range delle densità di tale materiale, va dai 700 ai 1.600 kg/m^3 , in riferimento al valore percentuale della superficie

forata che costituisce il mattone. I mattoni pieni e semipieni grazie alla loro maggiore densità ed inerzia termica sono buoni accumulatori di calore e possiedono un elevato potere fono-isolante. Esistono poi i laterizi forati alleggeriti che vengono utilizzati per murature perimetrali portanti e di tamponamento. Il laterizio di questo tipo contiene in se una microporosità conferisce al mattone un elevato grado di isolamento termico, elevata permeabilità al vapore e resistenza al gelo e al fuoco. I blocchi vengono prodotti in diversi formati: lisci e ad incastro per realizzare murature portanti e di tamponamento; le prestazioni termiche sono ottime, con valori di conduttività tra 0,1 e 0,4 W/(m·K).

Inoltre per rendere la struttura del laterizio molto poroso, a livello microscopico, vengono impiegate sostanze inorganiche come la perlite espansa. La perlite inglobata nella massa di argilla è stabile, non subisce quindi cambiamento di stato durante la cottura del laterizio, la cui struttura risulta compatta, senza cavità. Questi blocchi si presentano privi di fori superficiali. Tale tipo di mattone composto dalla perlite espansa, è caratterizzato da un notevole potere isolante, con una conduttività compresa tra 0,25 e 0,3 W/(m·K).

Di grande efficace a livello costruttivo sono i blocchi rettificati, ovvero elementi con facce di appoggio superiori ed inferiori perfette per planarità e parallelismo. Questo permette di eseguire murature con giunti di anche di 1 solo mm e con sistemi molto più semplici dei tradizionali, e con miglioramento delle capacità isolanti.

CALCESTRUZZO

Materiale di prestazioni termiche scadenti (conduttività compresa tra 1,1 e 2,0 W/(m·K)) e notevole densità apparente (1.500-2.000 kg/m³) rappresentava la parte debole delle tamponature dell'involucro dell'edificio, di cui ne costituisce generalmente la struttura portante. Il calcestruzzo è un materiale composito ottenuto impastando i leganti idraulici con sabbia, inerti grossi (ghiaie e pietrischi) e acqua.

Recentemente il calcestruzzo, opportunamente alleggerito, è usato anche nelle tamponature grazie a migliori prestazioni termiche. Nel caso del calcestruzzo alleggerito l'inerte è costituito per la maggior parte da argilla espansa i cui granuli sono ottenuti mediante cottura a circa 1.200 °C, in forno rotante, di granuli di argilla di cava. La forma e la disposizione delle camere d'aria sono studiate per conferire alla muratura ottimi valori di isolamento termico, acustico, elevata inerzia termica, salubrità ambientale e buone caratteristiche meccaniche. La conduttività di questo prodotto ha un range piuttosto variabile, compreso tra 0,5 e 2,0 W/(m·K), inversamente proporzionale al peso, e funzione delle caratteristiche delle camere d'aria. I blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato sono un altro esempio di calcestruzzo alleggerito.

LEGNO

Il legno è il materiale ecologico da costruzione per eccellenza, per le sue caratteristiche di resistenza meccanica, coibenza termica, traspirabilità e neutralità ai campi

elettrostatici. Il legno subisce molto lentamente i fenomeni di invecchiamento e, con le nuove tecnologie, è possibile realizzare edifici in legno con elevata resistenza al fuoco, grazie anche all'accoppiamento con materiali isolanti incombustibili. È così superato uno dei maggiori problemi relativi all'utilizzo di questo materiale nella percezione dei non addetti ai lavori. Anche se separato dalle sue radici, continua a vivere e a respirare migliorando la qualità del microclima domestico, compensando naturalmente tutte le variazioni di umidità all'interno di un ambiente (assorbe l'umidità in eccesso per restituirla quando l'ambiente è secco). Inoltre il legno è un materiale "caldo" ha la stessa temperatura del corpo umano, isola dalle correnti indotte, attutisce i suoni, filtra e depura l'aria. La scelta dell'essenza deve essere fatta in base all'utilizzo che se ne deve fare:

- abete, castagno, cipresso, faggio, larice, pino larice, pino marittimo, pino silvestre sono essenze consigliate per usi strutturali;
- abete (bianco e rosso), castagno, faggio, rovere, quercia, larice, noce, pino silvestre, pino cembro, pioppo, robinia sono essenze consigliate per pavimentazioni, infissi e arredamenti.

Dal punto di vista termico il legno ha un ottimo comportamento, infatti la sua conduttività, che dipende ovviamente da numerosi parametri, varia tra 0,10 e 0,25 W/(m·K) e la densità tra 400 e 800 kg/m³.

Un uso più recente del legno è quello di produrlo sotto forma di mattone. Questo sistema costruttivo si basa su elementi standard in legno massiccio assemblabili e accorpabili ad incastro, ed è adatto per la realizzazione sia di murature perimetrali sia di tramezzature. L'intercapedine interna può essere riempita con materiali isolanti sfusi (fibra di cellulosa) al fine di ottenere una migliore coibentazione, con valori compresi tra 0,15 e 0,20 W/(m·K) di conduttività.

INTONACI

L'intonaco deve:

- proteggere le strutture sulle quali viene applicato,
- essere traspirabile in modo da regolare in parte l'umidità del clima interno,
- realizzare una finitura regolare delle murature su cui viene applicato.

Gli intonaci appartengono alla categoria delle malte, essi sono materiali di finitura utilizzati internamente ed esternamente agli edifici con il compito di proteggere le murature e di assorbire l'umidità superficiale e pertanto devono necessariamente essere igroscopici e traspiranti. Le malte per intonaci presentano di solito uno o più leganti (gesso, calce aerea, calce idraulica) miscelati a secco con gli aggregati. La quantità di acqua aggiunta sarà proporzionale alla quantità di materie prime impiegate in modo da non creare danni dovuti al successivo ritiro del materiale durante il periodo di asciugatura. Gli inerti aggiunti all'impasto possono essere di diverso tipo: sabbia, polvere di marmo, pozzolana e coccio pesto (ottenuto da cocci di mattoni e di tegole frantumate).

L'omogeneità della miscela è indispensabile per garantire al prodotto posato gradevolezza estetica, facilità di posa e durabilità. La conduttività termica di circa $0,80 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ anche se, specialmente per gli intonaci a base di gesso, è possibile ottenere delle prestazioni decisamente migliori.

Molto interessanti sono i recenti intonaci termoisolanti, con una nuova funzione, la cui stesura consente di risolvere i ponti termici creati dall'accostamento di materiali differenti e conseguentemente con conducibilità diverse. Nella scelta degli inerti, oltre ad una percentuale convenzionale di sabbie, sono aggiunti i così detti inerti leggeri come inerti minerali espansi che garantiscono all'intonaco una struttura microporosa capace di soddisfare i requisiti di isolamento. Questi realizzano isolamenti termici, del tipo a cappotto, e sono in grado di assicurare rivestimenti monolitici, di assoluta stabilità dimensionale, fonoassorbenti resistenti al fuoco e con valori di conduttività termica di circa $0,20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Le caratteristiche tecniche di questi prodotti sono prevalentemente di natura termica, l'uso è indicato per:

- impedire che il calore attraversi per conduzione la parete;
- impedire che la parete perda calore per irraggiamento;
- procurare un isolamento continuo, senza lasciare ponti termici in corrispondenza delle solette e dei pilastri;
- ottenere un alto potere di igroscopicità e idrorepellenza in modo da garantire una difesa continua contro l'umidità.

Lo spessore minimo per intonaci con caratteristiche termoisolanti varia tra pareti interne ed esterne: nel primo caso 10 mm, 20 mm nel secondo. I supporti sui quali vengono applicati tali intonaci dovranno essere assorbenti, solidi, esenti da sali e non soggetti a contrazioni o movimenti.

ISOLANTI

La grandezza che permette di definire isolante un materiale è la conduttività termica, espressa in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Un materiale è definito isolante se la sua conduttività è inferiore a $0,065$, è debolmente isolante se tale grandezza è compresa tra $0,065$ e $0,09$, se è maggiore non si parla più di materiale isolante. Gli isolanti sono una categoria di materiali molto ampia.

La scelta del materiale è legata a molteplici parametri di natura economica (costo), prestazionale (in termini energetici ma anche di altra natura, ad esempio meccanica), di durabilità ed ambientale (in particolare il loro impatto in fase di processo). Uno schema generale è presentato in Figura 22, in cui sono differenziati per origine e processo, mentre nelle tabelle seguenti vengono illustrati i principali materiali presenti sul mercato.

Figura 22: Schema generale dei materiali isolanti

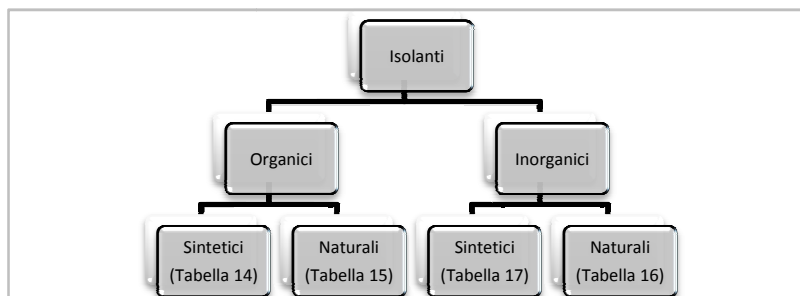


Tabella 14: Principali materiali isolanti sintetici

Materiali isolanti organici sintetici	
Polistirene espanso (Polistirolo)	<p>Caratteristiche: È forse l'isolante più conosciuto e anche quello più discusso per via di presunte "sublimazioni" (passaggio dallo stato solido a quello gassoso) del materiale. In realtà, usato negli impieghi idonei e con la sicurezza di qualità garantita (vanno evitati gli isolamenti in condizioni non protette, di forte sollecitazione meccanica e di temperature elevate di lavoro), rappresenta un materiale versatile, di durata illimitata e di costo contenuto.</p> <p>Forma: Può presentarsi commercialmente sotto forma di lastre tagliate da blocchi o lastre preformate, stampate con pellicola superficiale.</p> <p>Conduttività: Può variare notevolmente, oltre che con la densità, anche con il processo di produzione. Per il polistirene espanso sintetizzato, in lastre ricavate da blocchi, la conduttività varia da 0,045 W/(m·K), per una densità pari a 15 kg/m³, a 0,039 W/(m·K) per una densità pari a 35 kg/m³. Per il polistirene espanso in lastre stampate per termocompressione, la conduttività varia da 0,040 W/(m·K), per una densità pari a 20 kg/m³, a 0,039 W/(m·K) per una densità pari a 30 kg/m³.</p>
Polistirene estruso	<p>Caratteristiche: La massa di tale materiale risulta formata da minutissime celle perfettamente chiuse e non comunicanti che permettono alle lastre una eccellente tenuta all'acqua. Il polistirene estruso ha un costo decisamente più elevato. È utile in tutti gli impieghi in cui l'isolante è permanentemente o per lunga durata a contatto con acqua o umidità.</p> <p>Forma: Viene commercializzato essenzialmente in due versioni: con pelle superficiale di estrusione e senza pelle; il primo si comporta ancora meglio in presenza di acqua.</p> <p>Conduttività: Per le due classi di conduttività diffuse, il 30 kg/m³ e il 50 kg/m³ la conduttività vale 0,041 e 0,034 W/(m·K).</p>
Poliuretano espanso	<p>Caratteristiche: È uno dei materiali isolanti più noti per via del suo elevato potere coibente. Da evitare contatto ed esposizione ai raggi ultravioletti (luce) e all'acqua, sono consigliati quindi tutti gli impieghi in cui l'isolante risulta protetto.</p> <p>Forma: Il materiale è prodotto mediante iniezione di componenti a rapida espansione fra i vari rivestimenti (carta bitumata, ecc.) adatti all'impiego finale dell'isolante, fino a formare delle lastre piane di vario spessore. Può essere altresì messo in opera direttamente mediante spruzzaggio.</p> <p>Conduttività: La conduttività termica delle lastre espanse in continuo è pari a circa 0,029 W/(m·K), con densità compresa tra 30 e 40 kg/m³.</p>
Poliestere in fibre / Polietilene espanso.	<p>Caratteristiche: Largamente usati come isolanti sono utilizzati per combinare isolamento termico ed acustico al tempo stesso. utilizzati per combinare isolamento termico ed acustico al tempo stesso.</p> <p>Forma: Spesso accoppiati ad altri materiali.</p> <p>Conduttività: Circa 0,06 W/(m·K).</p>

Tabella 15: Principali materiali isolanti organici naturali

Materiali isolanti organici naturali	
Fibra di legno	<p><u>Caratteristiche:</u> Sono prodotti attraverso la lavorazione di scarti e residui di legname di conifere e latifoglie non trattato chimicamente, proveniente da segherie di paesi europei. La materia prima è rigenerabile e disponibile in misura praticamente illimitata. I pannelli possiedono buone proprietà di isolamento termico e acustico, la struttura a pori aperti, permeabile al vapore, consente un'ottima traspirabilità.</p> <p><u>Forma:</u> Pannelli</p> <p><u>Conduttività:</u> Varia tra 0,04 e 0,06 W/(m·K).</p>
Fibra di cellulosa (carta)	<p><u>Caratteristiche:</u> Si adatta particolarmente bene come isolante termico per via della struttura dei suoi pori in grado di rinchiudere grandi quantità d'aria, riducendo le perdite di calore. È traspirante ed igroscopica, in grado di assorbire umidità dall'ambiente e cederla successivamente, non contiene sostanze tossiche. È un materiale molto indicato dal punto di vista ecologico, poiché la materia prima è carta di giornale riciclata e il dispendio di energia per produrla è ridotto. In pannelli trova applicazione in intercapedini di strutture lignee, cappotti ecc.</p> <p><u>Forma:</u> Pannelli, fiocchi, granuli</p> <p><u>Conduttività:</u> La conduttività vale all'incirca 0,04 W/(m·K) per la fibra in fiocchi, 0,069 per quella in granuli e 0,040 per i pannelli.</p>
Sughero	<p><u>Caratteristiche:</u> Isolante di origine vegetale ma a struttura cellulare, è un materiale rigenerabile, traspirante e permeabile al vapore, inattaccabile dagli agenti acidi, inappetibile agli insetti e imputrescibile ma di limitata disponibilità e quindi con costi ancora elevati. Il sughero granulare sfuso trova impiego in intercapedini oppure, se impastato con acqua e legante idraulico vetrificante, come impasto per la realizzazione di sottofondi isolati praticabili, controsoffitti, sottotetti, sottopavimenti e solai.</p> <p><u>Forma:</u> In base al tipo di lavorazione si ottengono diversi tipi di pannelli:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pannello di sughero agglomerato espanso autocollato di colore bruno, ottenuto dalla cottura dei granuli in autoclave a circa 350-380 °C. Si ottengono blocchi, in seguito raffreddati e tagliati in lastre; • pannelli di sughero naturale compresso, di colore biondo, ad alta densità (200-500 Kg/m³) ottenuti mediante aggiunta ai granuli di collante sintetico; l'impasto è poi laminato o sfogliato con coltelli meccanici. <p><u>Conduttività:</u> Dipende dal tipo di lavorazione. Per i pannelli espansi o compressi varia tra 0,035 e 0,045 W/(m·K), per i granuli il range varia molto, tra 0,035 e 0,1 W/(m·K), a seconda che si abbiano granuli naturali o espansi, sciolti o impastati.</p>
Varie piante (canapa, lino, cocco, juta, canna...)	<p><u>Caratteristiche:</u> Altre piante largamente usate in altri settori industriali cominciano a trovare impiego nell'edilizia grazie al loro basso impatto ambientale ed alle notevoli capacità termoisolanti, ma con costi ancora elevati.</p>

Tabella 16: Principali materiali isolanti inorganici naturali

Materiali isolanti inorganici naturali	
Argilla espansa	<p><u>Caratteristiche:</u> Materiale che si ottiene dalla cottura di sferette d'argilla in forni rotativi a 1.200° C. La cottura sinterizza (vetrifica) la superficie delle sferette conferendo loro un'elevata resistenza alla pressione e contemporaneamente la sua struttura cellulare interna le conferisce leggerezza e un buon potere isolante. È utilizzato in forma sfusa all'interno di intercapedini, coperture, pavimenti, sottotetti non praticabili, nella produzione di calcestruzzi alleggeriti. L'argilla espansa è un materiale isolante inalterabile nel tempo, anche in presenza di temperature e umidità estreme.</p> <p><u>Forma:</u> Sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> Dipende dalla massa volumica, varia da 0,01 a 0,03 W/(m·K) per massa da 300 a 1.400 kg/m³</p>
Perlite	<p><u>Caratteristiche:</u> È un vetro vulcanico la cui struttura è formata da piccole sfere. La perlite espansa si ottiene attraverso un processo che sottopone la perlite, opportunamente frantumata, ad alte temperature (850- 1.000 °C), e il prodotto finale è un materiale di colore sempre bianco. La sua struttura cellulare, costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, ne determina l'impermeabilità all'acqua e il potere isolante. In forma sfusa è utilizzata per il riempimento di intercapedini per la realizzazione di intonaci termoisolanti.</p> <p><u>Forma:</u> Sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> Circa 0,05 W/(m·K).</p>
Vermiculite	<p><u>Caratteristiche:</u> Roccia di origine vulcanica costituita da silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e posto ad elevate temperature (1.000 °C). Da tale processo si ottiene così una struttura cellulare costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, che ne determina l'impermeabilità all'acqua e il potere isolante. Si presenta sotto forma di granuli irregolari commercializzati in diverse granulometrie. Impastata con acqua e legante idraulico è impiegata nella realizzazione di sottofondi e massetti, a granulometria fine viene impiegata come inerte per la realizzazione di intonaci termoisolanti, fonoassorbenti e resistenti al fuoco.</p> <p><u>Forma:</u> Sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> Intorno a 0,055 W/(m·K).</p>
Pomice	<p><u>Caratteristiche:</u> Roccia vulcanica effusiva costituita da un silicato naturale complesso costituito da silice allo stato amorfo in cui sono disciolti ossidi di vari elementi. È caratterizzata da una struttura alveolare con pori di grandezza variabile. È un materiale dalle buone proprietà fonoassorbenti, traspirante, incombustibile, privo di sostanze tossiche per la salute, stabile nel tempo, inattaccabile da parassiti. Trova impiego anche nel confezionamento di malte di posa che migliorano sensibilmente l'isolamento termico delle murature senza influenzare la resistenza meccanica. Macinata per ottenere diverse granulometrie può essere trattata con sostanze idrofobe per renderla idrorepellente.</p> <p><u>Forma:</u> Sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> Intorno a 0,1 W/(m·K).</p>

Tabella 17: Principali materiali isolanti inorganici sintetici

Materiali isolanti inorganici sintetici	
Lana di vetro	<p><u>Caratteristiche:</u> Materiale costituito da ammassi fibrosi ottenuti per azione di violenti getti d'aria su colate di vetro. Le fibre che la costituiscono sono piuttosto grossolane e hanno lunghezza e diametro variabili. La semplicità del processo di realizzazione, il basso costo delle materie prime e le particolari proprietà di cui è dotata (bassa conduttività termica, capacità di catturare l'aria negli interstizi tra fibra e fibra) fanno della lana di vetro un materiale molto usato come isolante termico. La conduttività termica dipende soprattutto dal diametro medio delle fibre e dalla massa volumica dei manufatti.</p> <p><u>Forma:</u> Pannelli, sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> La conduttività termica varia tra 0,03 e 0,045 W/(m·K).</p>
Lana di roccia	<p><u>Caratteristiche:</u> Deve la sua origine al processo di risolidificazione, sotto forma di fibre, della lava fusa, lanciata nell'aria durante le attività eruttive. È un prodotto completamente naturale che combina la forza della roccia con le caratteristiche di isolamento termico tipiche della lana.</p> <p><u>Forma:</u> Pannelli, sfusa</p> <p><u>Conduttività:</u> La conduttività termica varia tra 0,03 e 0,045 W/(m·K).</p>
Vetro cellulare espanso	<p><u>Caratteristiche:</u> È composto da sabbia di quarzo (silice pura) con una proporzione di vetro riciclato del 45-50%, proveniente da lampade al neon e da vetri di autovetture usate. Si presenta sotto forma di pannelli, lastre, cospelle, gomiti ed altri elementi di colore scuro. Presenta una struttura a celle ermeticamente chiuse che gli conferisce una totale impermeabilità all'acqua e ai gas, è durevole e conserva nel tempo le sue caratteristiche. È impiegato in tutte quelle applicazioni in cui è necessaria una totale impermeabilità all'acqua. Se accoppiato con gesso fibra si possono ottenere pannelli prefabbricati per la realizzazione a secco di pavimenti.</p> <p><u>Forma:</u> Pannelli, sfuso</p> <p><u>Conduttività:</u> La conduttività termica varia tra 0,04 e 0,05 W/(m·K).</p>

2.2.2.2. TECNICHE COSTRUTTIVE DI ISOLAMENTO

Ai componenti di involucro è richiesto un livello di isolamento termico, espresso attraverso la nota proprietà trasmittanza termica (coefficiente di perdite termiche) U , misurato in $W/(m^2 \cdot K)$. Fino a pochi decenni fa le tamponature esterne erano realizzate con laterizi o materiali lapidei, solo in seguito, a causa di una maggiore sensibilizzazione in campo energetico, si è cominciato a porre il problema dell'isolamento dei componenti opachi, dapprima realizzando delle intercapedini d'aria tra gli strati di laterizio e poi inserendo uno strato di materiale isolante da accoppiare all'aria o a riempire completamente l'intercapedine. Per nuove costruzioni e per ristrutturazioni, con qualificazione energetica, sono richiesti dei limiti piuttosto stringenti riassunti nelle tabelle dell'allegato C del decreto legislativo 192 del 2005 e riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 18: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali

Zona climatica	Dal 01/01/06 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/08 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/10 $U [W/m^2K]$
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

Tabella 19: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di copertura

Zona climatica	Dal 01/01/06 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/08 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/10 $U [W/m^2K]$
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Tabella 20: Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache di pavimento

Zona climatica	Dal 01/01/06 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/08 $U [W/m^2K]$	Dal 01/01/10 $U [W/m^2K]$
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

Le tecniche di isolamento sono molte, a titolo esemplificativo vengono elencati in Tabella 21 alcuni esempi di possibili interventi di razionalizzazione energetica dell'involucro edilizio.

Tabella 21: Interventi di razionalizzazione energetica dell'involucro edilizio

Pareti verticali	Coperture	Suolo
<ul style="list-style-type: none"> • Isolamento dall'esterno <ul style="list-style-type: none"> a) cappotto esterno b) intonaco isolante c) parete ventilata • Isolamento dall'interno <ul style="list-style-type: none"> a) cappotto interno • Isolamento intercapedine 	<ul style="list-style-type: none"> • Piana <ul style="list-style-type: none"> a) isolante interno b) isolante esterno • Inclinata <ul style="list-style-type: none"> a) all'intradosso della falda b) sotto il manto meteorico c) all'estradosso dell'ultima soletta 	<ul style="list-style-type: none"> • Rivestimenti <ul style="list-style-type: none"> a) sopra locali non riscaldati b) controterra c) su porticato a cappotto d) su porticato all'estradosso • Colata

Nei prossimi paragrafi verranno dettagliate alcune di queste tecniche.

PARETI VERTICALI

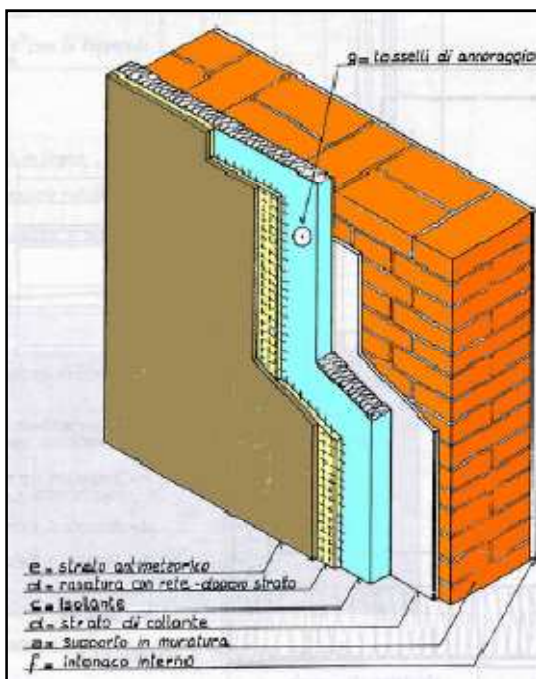
ISOLAMENTO DALL'ESTERNO

a) Cappotto esterno

L'isolamento esterno delle pareti verticali, più efficace perché elimina le discontinuità dell'involucro, è comunemente detto a cappotto. Ha avuto le sue prime applicazioni alcuni decenni fa e ancora oggi costituisce uno dei sistemi di isolamento più efficaci sia per interventi sul nuovo che sull'esistente. È un sistema che può essere utilizzato per tutti i tipi di pareti (edifici civili ed industriali, silos o serbatoi) ed è conseguentemente utilizzato sia dal pubblico sia dal privato.

Si realizza mediante l'utilizzo di elementi isolanti che aderiscono alla facciata e sul quale sono poi effettuate le opere di finitura, l'intervento è abbastanza leggero dal punto di vista strutturale, intorno ai 15-25 kg/m².

Figura 23: Rivestimento a cappotto esterno (Fonte: ENEA)



Nel dettaglio, la tecnica consiste nella preparazione preventiva delle superfici esterne dei manufatti, nell'applicazione su di esse tramite incollaggio, dei pannelli isolanti di natura, consistenza e spessore ritenuti più idonei, nella rifinitura con intonaco rasante a due strati da applicare "bagnato su bagnato" o in tempi immediatamente successivi l'uno dall'altro, con interposta rete in fibra di vetro di vario tipo, ed infine con trattamento superficiale di finitura. In Figura 23 è schematizzato questo tipo di intervento che richiede generalmente l'utilizzo di materiali isolanti in lastre, quali polistirene espanso (o estruso), fibre di vetro e roccia, sughero compresso, legno mineralizzato.

Interessante è l'opzione di creare una parete ventilata tra lo strato isolante e la finitura esterna. In tal modo è possibile operare anche ai fini delle prestazioni energetiche estive. Grande cura andrà dedicata a fare in modo che la parete ventilata sia adeguatamente protetta dagli agenti atmosferici.

Il vantaggio del cappotto consiste nell'eliminare i ponti termici, nel aumentare l'isolamento dell'edificio, nell'aumentare la temperatura delle pareti riducendo i rischi di fenomeni di condensa. È evidente l'importanza impermeabilizzare perfettamente le superfici trattate per non vanificare tutto l'intervento. Inoltre, comportando un intervento

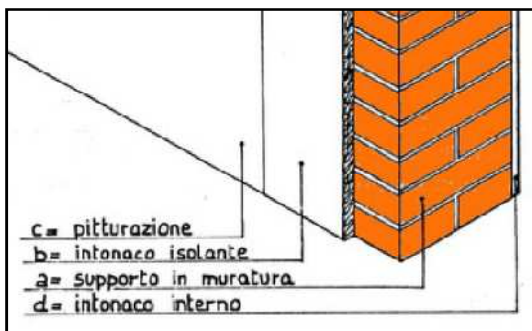
dall'esterno, esso evita disagi agli occupanti le abitazioni stesse in cui è richiesto l'intervento. Infine, il sistema consente di resistere ad urti anche di una certa intensità e di intervenire facilmente, qualora si verificassero danni che vanno ad interessare anche il coibente (mediante massellatura e ripristino dell'intonaco esterno).

Con i prodotti attualmente sul mercato è possibile realizzare un cappotto con solo l'intonaco isolante. Si tratta di soluzioni tampone in quanto, viste le caratteristiche di questi materiali, le prestazioni dell'involucro migliorano sensibilmente senza però arrivare ai livelli di trasmittanza ottenibili con egli isolanti veri e propri.

b) Intonaco isolante

Con i prodotti attualmente sul mercato è possibile realizzare un cappotto con solo l'intonaco isolante. Si tratta di soluzioni tampone in quanto, viste le caratteristiche di questi materiali, le prestazioni dell'involucro migliorano sensibilmente senza però arrivare ai livelli di trasmittanza ottenibili con degli isolanti veri e propri. L'intonaco isolante, comunque, rappresenta una tecnica ormai consolidata che non comporta particolari difficoltà di applicazione. Consiste nell'applicazione a mano o con macchina intonacatrice di uno strato di intonaco continuo con caratteristiche isolanti, al paramento esterno delle facciate.

Figura 24: Rivestimento a intonaco isolante (Fonte: ENEA)



Gli intonaci isolanti normalmente usati sono miscele di vari componenti con composizioni per lo più protette da brevetto che variano da produttore a produttore. Sono costituiti di una componente isolante, che può essere fornita da materiali minerali espansi (perlite, vermiculite...) o da materiali minerali fibrosi (lane di roccia, di vetro...) o ancora da sostanze sintetiche in granulometria opportuna, di leganti idraulici e di speciali resine additive.

Successivamente, questi intonaci sono protetti da rivestimenti che devono essere traspiranti con funzioni di finitura e antimeteoriche.

c) Parete ventilata

La parete ventilata è un sistema di coibentazione dall'esterno delle pareti verticali.

La tecnologia attuale, nel caso di nuove costruzioni, prevede una soluzione come in Figura 24, in cui il sistema si compone di tre strati tecnici interconnessi:

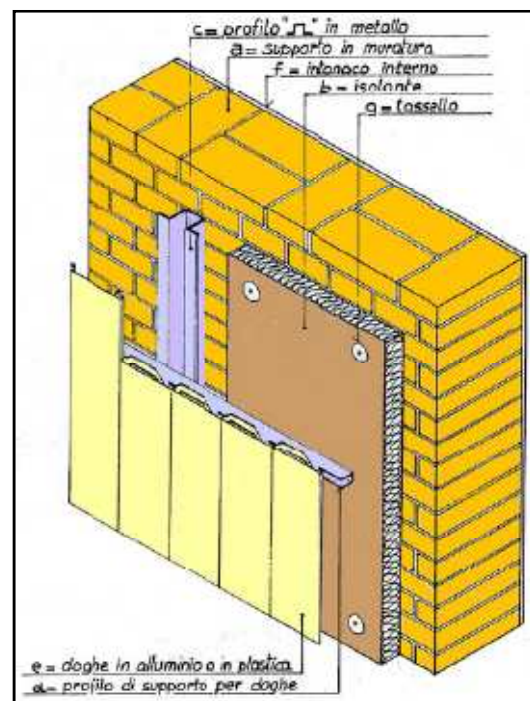
- uno strato isolante applicato alla parete perimetrale, normalmente costituito da pannelli semirigidi incollati al paramento murario e fissati con tasselli, o fissati soltanto con tasselli del tipo in nylon con corpo scanalato e disco finale sempre in nylon;

- un'intercapedine ventilata, di 2-4 cm, (all'interno di una struttura che ha la funzione di "portare" il rivestimento esterno), aperta alla base e alla sommità della facciata, che permette la ventilazione dell'isolante, disperdendo il vapore acqueo proveniente dall'interno dei locali;
- un rivestimento esterno, costituito da diversi materiali quali lastre di vario tipo, doghe, lamiere lavorate, intonaco armato, materiali lapidei o cementizi, che deve proteggere efficacemente l'isolante dagli agenti atmosferici.

I valori di trasmittanza termica dipendono dallo spessore d'isolante e dovrebbero essere scelti in relazioni alle caratteristiche climatiche della località.

Nel caso di edifici esistenti con tamponatura a camera d'aria è possibile migliorare le prestazioni termiche insufflando materiale isolante, generalmente granulare o schiumoso, all'interno dell'intercapedine. La procedura richiede la realizzazione di fori per l'insufflazione del materiale, l'iniezione del materiale, la procedura di controllo che il materiale sia omogeneamente distribuito ed infine la chiusura dei fori eseguiti. Nel caso di edifici esistenti non isolati l'intervento di recupero energetico deve realizzarsi sulla superficie esterna o interna della tamponatura. I vantaggi che si ottengono sono simili a quelli forniti dal cappotto esterno: correzione dei ponti termici e riduzione degli effetti indotti nelle strutture e nei paramenti murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna.

Figura 25: Struttura di una parete ventilata (Fonte: ENEA)



Il sistema consente di mantenere le pareti d'ambito a temperatura più elevata, evitando fenomeni di condensa e aumentando il confort abitativo. Inoltre, dal momento che si interviene dall'esterno, sono anche evitati disagi agli occupanti le abitazioni in cui è richiesto l'intervento.

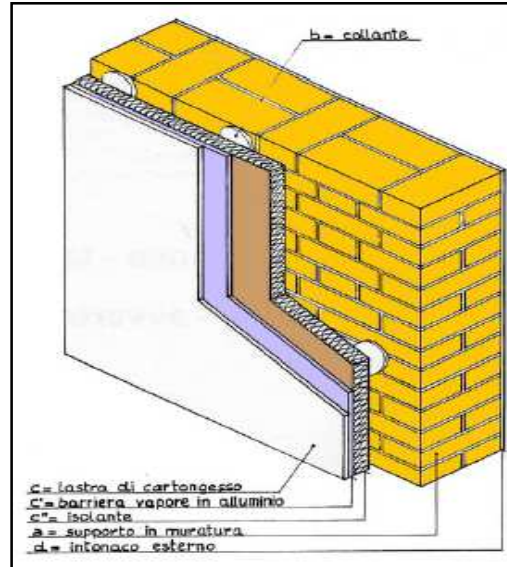
ISOLAMENTO DALL'INTERNO

a) Cappotto interno

L'isolamento dell'involucro può avvenire anche dall'interno, con procedimento simile all'isolamento a cappotto, con lo stesso tipo di materiali isolanti.

Dal punto di vista tecnologico, esso consiste in un'applicazione mediante incollaggio di pannelli composti (p.e. isolante e cartongesso) sulla faccia interna delle pareti di tamponamento. Nel dettaglio, come si vede in Figura 26 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, la tecnica comporta che il supporto non presenti difetti di planarità e fuori piombo molto accentuati e nel caso di interventi sull'esistente, che vengano rimosse mediante spazzolatura le finiture preesistenti che tendono a staccarsi e a sfarinare e che di conseguenza non assicurano un adeguato aggrappaggio per il collante.

Figura 26: Rivestimento a cappotto interno (Fonte: ENEA)

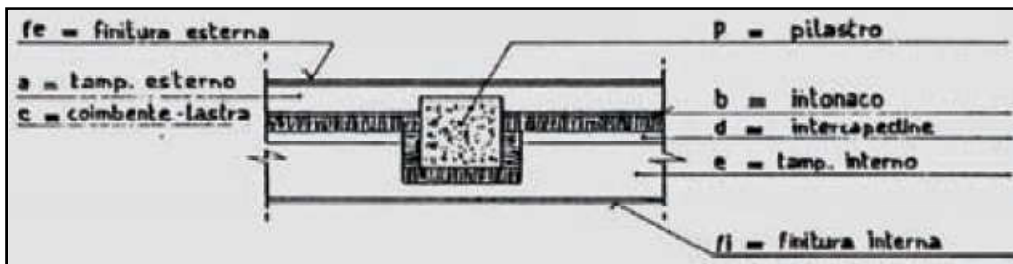


La soluzione è adottabile per edifici di nuova costruzione e, anche e soprattutto, in caso di retrofit, ma presenta il notevole svantaggio della riduzione delle dimensioni dei locali per l'aggiunta dello strato isolante e delle finiture. Inoltre, a differenza del cappotto esterno, questa tecnica non corregge i ponti termici e non consente di mantenere le pareti d'ambito a temperatura più elevata.

ISOLAMENTO DELLE INTERCAPEDINI

Nel caso di edifici esistenti con tamponatura a camera d'aria è possibile migliorare le prestazioni termiche insufflando materiale isolante, generalmente granulare o schiumoso, all'interno dell'intercapedine.

Figura 27: Isolamento in intercapedine (Fonte: ENEA)



La procedura richiede la realizzazione di fori per l'insufflazione del materiale, nonché l'iniezione del materiale, la procedura di controllo che il materiale sia omogeneamente distribuito ed infine la chiusura dei fori eseguiti.

COPERTURE

In maniera del tutto analoga si possono considerare gli interventi sulle chiusure orizzontali, tenendo presente le considerazioni fatte per gli interventi all'esterno ed all'interno delle chiusure verticali.

Negli edifici di nuova costruzione l'isolamento delle chiusure piane è fatto all'esterno per i tetti piani e i terrazzi e dall'interno per i solai di base, che siano su vespaio, terreno o piltois. Nel caso di tetto a falde l'isolamento può essere realizzato al di sotto del manto antimeteorico (tegole, coppi...) utilizzando polistirene espanso estruso, poliuretano espanso con opportuna barriera al vapore. L'isolamento all'intradosso della falda è realizzato invece essenzialmente per ragioni estetiche qualora sia abitabile la mansarda. In questo caso si amplia la gamma di materiali utilizzabili, ad esempio con lana di roccia e vetro, resine fenoliche, perlite espansa ed altri ancora.

COPERTURE PIANE

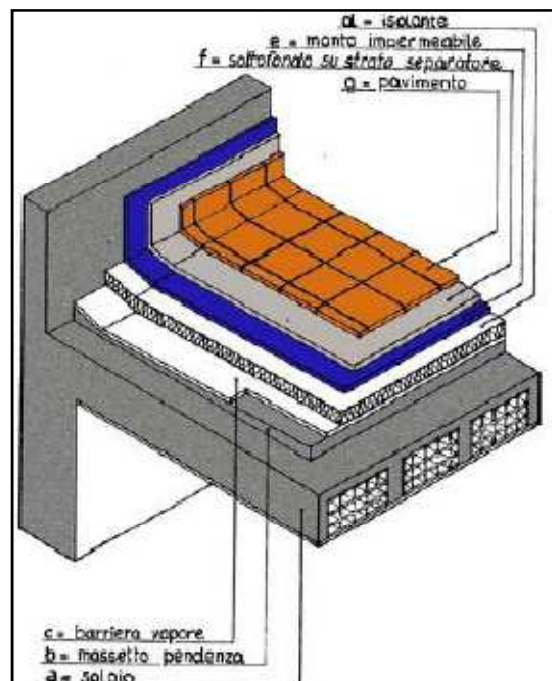
a) Isolante esterno

L'isolamento di una copertura piana dall'esterno consente di intervenire molto efficacemente in quelle coperture che per vetustà o carenze tecniche non sono più in grado di garantire il confort termico.

A seconda del diverso tipo di protezione di manto impermeabile adottato, il sistema garantisce coperture praticabili o meno.

Dal punto di vista tecnologico, il sistema comporta l'applicazione al di sopra della struttura esistente (solaio, massetto per creare la pendenza, manto impermeabile esistente con funzione di barriera al vapore), di un nuovo strato isolante, di un nuovo manto impermeabile ed infine, di una protezione del manto stesso conforme all'uso che tale copertura dovrà avere: ghiaia ed argilla espansa se non praticabile, pavimentazione se praticabile.

Figura 28: Isolamento copertura piana dall'esterno (Fonte: ENEA)



b) Isolante interno

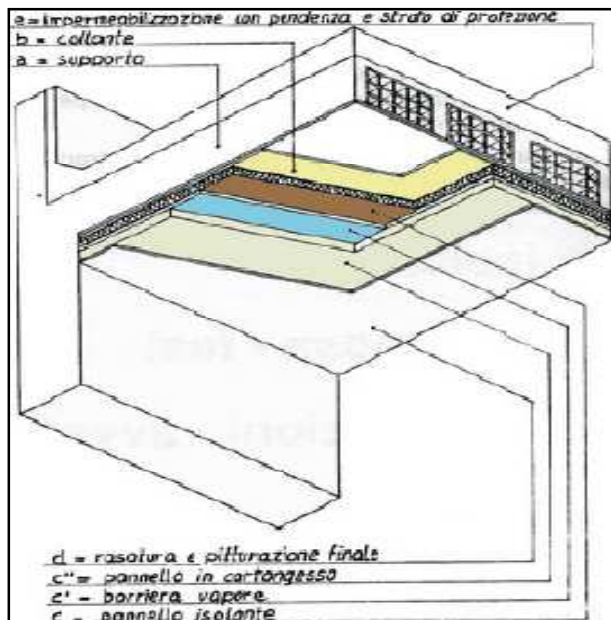
La tecnica di isolamento delle coperture dall'interno consiste nella coibentazione del solaio dall'interno e risulta particolarmente utile in quei casi in cui sia impossibile eseguire la coibentazione sull'estradosso del solaio, che rimane comunque la tecnica di

coibentazione da preferirsi poiché particolarmente adatta ad eliminare i ponti termici e il conseguente rischio di condense. La tecnica comporta la posa in opera di pannelli isolanti, in genere già finiti e solo da tinteggiare, da incollare sull'intradosso della soletta.

Nel dettaglio, la tecnica consiste nella pulizia del supporto con eventuale asportazione delle tinteggiature, nell'incollaggio dei pannelli con apposito collante costituito da malta adesiva miscelata con cemento, nella listatura con garza dei punti di aderenza tra pannelli e loro stuccatura con gesso, ed infine nella finitura con idropittura.

Lo spessore dei pannelli è funzione delle dispersioni termiche della copertura, ma comunque non inferiore a 2 cm.

Figura 29: Isolamento copertura piana dall'interno (Fonte: ENEA)



COPERTURA INCLINATA (A FALDE)

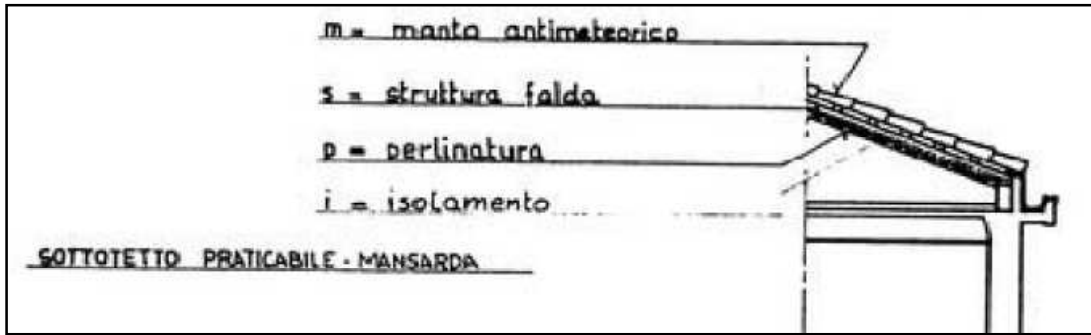
a) Isolante all'intradosso della falda

L'isolamento termico dell'ultima soletta effettuato all'intradosso costituisce uno dei sistemi di isolamento più adottati nei fabbricati coperti con tetti a falde inclinate, dotati di sottotetto abitabile. E' un sistema che risulta di facile esecuzione e viene utilizzato sia per interventi sul nuovo che sull'esistente. Inoltre, costituisce una soluzione che si presenta valida anche esteticamente.

Dal punto di vista tecnologico, il sistema comporta la posa in opera dell'isolante direttamente sulla struttura della falda (che può essere in listelli di legno, ferro o travetti prefabbricati), mediante l'utilizzo anche di elementi contenenti l'isolante, prefiniti a gesso che si prestano ad essere ulteriormente trattati.

Nel dettaglio, perché il materiale coibente conservi nel tempo le sue caratteristiche, è utile che esso sia sempre protetto verso l'interno da un'adeguata barriera al vapore che deve essere continua, senza interruzioni. Particolare attenzione va prestata poi alla finitura, che deve essere valida esteticamente.

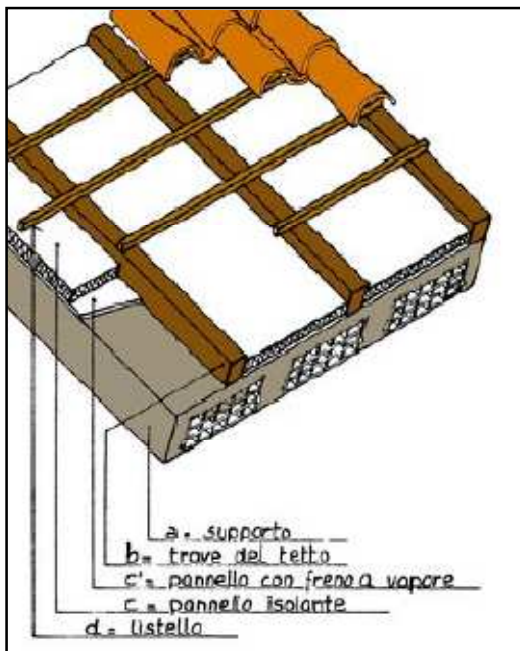
Figura 30: Isolamento all'intradosso della falda (Fonte: ENEA)



b) Isolante sotto il manto anti-meteorico

L'isolamento di una copertura a falda con isolante sotto il manto antimeteorico consiste nel porre in opera l'isolante subito sotto le tegole, i coppi o le lastre della copertura, sostenuto dalle falde inclinate del tetto.

Figura 31: Isolamento sotto il manto anti-meteorico (Fonte: ENEA)



c) Isolamento all'estradosso dell'ultima soletta

L'isolamento termico dell'ultima soletta effettuato all'estradosso costituisce uno dei sistemi di isolamento più adottati nei fabbricati coperti con tetti a falde inclinate, dotati di sottotetto. E' un sistema che risulta di facile esecuzione e viene adottato sia per interventi sul nuovo che sull'esistente.

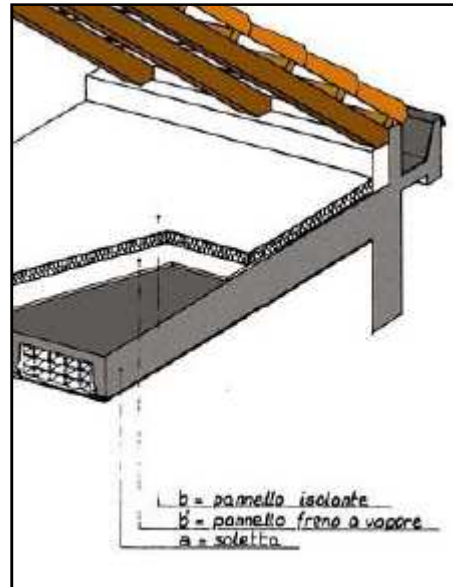
Dal punto di vista tecnologico, nel caso in cui il sottotetto sia non praticabile, il sistema consiste nella posa in opera "a secco" sull'estradosso della soletta, pulita e priva di asperità, di uno strato di barriera al vapore, costituita da fogli di polietilene, di peso non inferiore a $0,35 \text{ Kg/m}^2$.

Dal punto di vista tecnologico, nelle solette piene in cemento armato o in laterocemento, l'isolante va posto sull'estradosso della falda, tra listelli di legno posati longitudinalmente nel senso della pendenza e a distanza di 50/60 cm l'uno dall'altro, con spessore uguale o maggiore a quello dello strato isolante stesso. Al di sopra, deve essere poi fissata una seconda orditura di listelli in senso normale alla prima, per l'appoggio del manto antimeteorico. Nel dettaglio, è bene che gli isolanti siano dotati sulla faccia inferiore di un foglio con funzioni di barriera al vapore.

Nel dettaglio, è consigliabile mantenere il sottotetto adeguatamente ventilato (con ventilazione controllata, così da evitare la presenza di volatili attirati dall'isolante), per conservare sempre asciutto il materiale isolante nel periodo invernale e nello stesso tempo disperdere il calore dovuto all'irraggiamento in estate.

I fogli di polietilene dovranno essere connessi mediante sovrapposizione ed uniti tra loro mediante nastro biadesivo. Successivamente, dovrà essere collocato il materiale isolante, senza alcuna protezione superiore.

Figura 32: Isolamento estradosso all'ultima soletta (Fonte: ENEA)



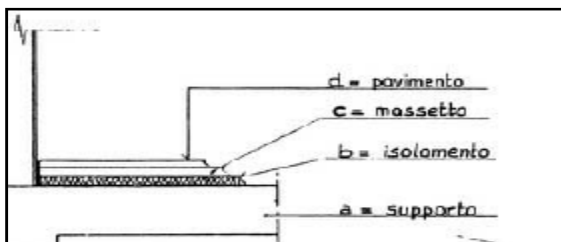
SUOLO

RIVESTIMENTI

a) Isolamento su locali non riscaldati

L'isolamento del solaio che copre spazi cantinati o comunque non riscaldati, effettuato al suo estradosso, viene utilizzato negli edifici di nuova realizzazione. Può essere eseguito su qualsiasi tipo di supporto (solai in laterocemento o in cemento armato gettati in opera o prefabbricati), previa idonea preparazione.

Figura 33: Isolamento suolo su locali non riscaldati (Fonte: ENEA)



Dal punto di vista tecnologico, il sistema prevede la collocazione dell'isolante in corrispondenza della faccia superiore della soletta. L'intervento consente la correzione dei ponti termici, garantendo al tempo stesso elevata durata dell'intervento, forte resistenza agli urti accidentali, idoneo comportamento al fuoco, semplicità di posa in opera.

Nel dettaglio, la tecnica consiste nella preparazione del supporto, che deve essere privato di asperità e materiali incoerenti, così da avere un'adeguata planarità per ricevere il materiale isolante; nella posa in opera dello stesso e nella sua successiva rivestitura, con finalità protettive, con un massetto in cemento, in preferenza leggermente armato con una rete elettrosaldada di maglia 10*10, che costituisce il piano di posa della soprastante pavimentazione. Infine, nel caso in cui si utilizzi un isolante in pannelli, particolare cura va

posta all'accostamento reciproco tra gli stessi. Nel caso di pannelli in fibre, l'adozione della tecnica comporta che sia necessario realizzare al di sopra di essi uno strato di tenuta all'acqua "a vaschetta", in modo tale che il getto del massetto di calcestruzzo soprastante non causi la totale imbibizione del materiale isolante, con conseguente riduzione delle sue caratteristiche coibenti. Nel caso si adoperi massetto coibente in calcestruzzo alleggerito, è necessario che l'impasto posato sia omogeneo e di adeguato spessore.

b) Isolamento controterra

Dal punto di vista tecnologico, l'isolamento dei solai contro terra (o su vespaio) comporta l'applicazione di uno strato isolante all'estradosso del solaio. Dovendo l'isolante sopportare il peso del massetto soprastante, esso dovrà avere una resistenza meccanica idonea a tale finalità.

Nel dettaglio, la tecnica consiste nella preparazione preventiva della superficie, che non dovrà presentare asperità, così da essere idonea ad accogliere eventualmente un isolante in pannelli. Al di sopra di questo, dovrà essere realizzato un massetto, di preferenza armato con rete elettrosaldata, a protezione dell'isolante stesso e a supporto della soprastante pavimentazione.

Figura 34: Isolamento suolo controterra (Fonte: ENEA)



Infine, nei solai controterra, per fronteggiare un'eventuale presenza di umidità, si può porre uno strato impermeabile prima del materiale isolante. Per mantenere asciutti i vespai, è consigliata una ventilazione degli stessi.

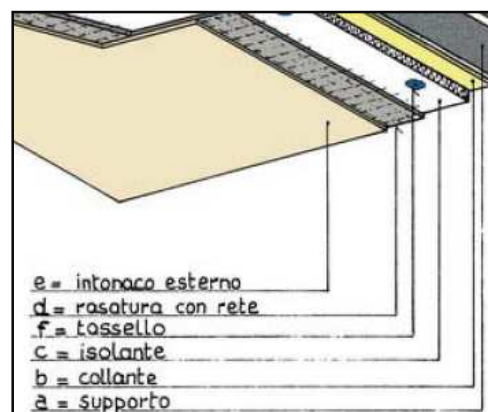
c) Isolamento su porticato

L'isolamento del solaio che si affaccia su porticato o spazi aperti, può avvenire attraverso due tecniche differenti, a seconda che si voglia, o si debba, operare sull'estradosso o sull'intradosso.

Nel caso di isolamento all'intradosso, con il sistema comunemente detto "a cappotto", può si può operare sia per interventi sul nuovo che sull'esistente, su qualsiasi superficie, previa idonea preparazione e applicazione di adeguato collante.

Dal punto di vista tecnologico, esso prevede la collocazione dell'isolante in corrispondenza della faccia inferiore della soletta.

Figura 35: Isolamento suolo su porticato a cappotto (Fonte: ENEA)

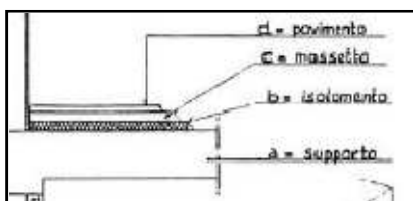


Nel dettaglio, se il supporto è costituito da solaio intonacato con calce o malta cementizia che tende a sfarinare, asportata la finitura pittorica a calce, qualora presente, l'adozione della tecnica comporta un'opportuna spazzolatura della superficie e un accurato lavaggio della stessa con impianto ad acqua calda in pressione, consolidando successivamente il tutto con applicazione di prodotti non filmanti che penetrino in profondità nell'intonaco, così da consentire un buon ancoraggio alla stessa del collante cementizio. Viceversa, qualora il supporto sia costituito da solaio intonacato con calce o malta cementizia e finito con idropittura, rivestimento plastico o quarzo, in cattivo stato di conservazione, asportato completamente l'intonaco mediante sabbiatura, lavato il supporto con acqua calda in pressione, la tecnica comporta il consolidamento dello stesso con pitture e silicati. Infine, particolare attenzione va prestata al tipo di collante, che deve essere funzione del tipo di isolante usato.

L'intervento consente la correzione dei ponti termici, garantendo al tempo stesso elevata durata dell'intervento, forte resistenza agli urti accidentali, idoneo comportamento al fuoco, semplicità di posa in opera.

Per quanto riguarda l'isolamento del solaio effettuato al suo estradosso, è una tecnica che può essere utilizzata solo negli edifici di nuova realizzazione.

Figura 36: Isolamento suolo su porticato sull'estradosso (Fonte: ENEA)



Dal punto di vista tecnologico, il sistema prevede la collocazione dell'isolante in corrispondenza della faccia superiore della soletta. L'intervento consente la correzione dei ponti termici, garantendo al tempo stesso elevata durata dell'intervento, forte resistenza agli urti accidentali, idoneo comportamento al fuoco, semplicità di posa in opera.

Nel dettaglio, la tecnica consiste nella preparazione del supporto, che deve essere privato di asperità e materiali incoerenti, così da avere un'adeguata planarità per ricevere il materiale isolante; nella posa in opera dello stesso e nella sua successiva rivestitura, con finalità protettive, con un massetto in cemento, in preferenza leggermente armato con una rete elettrosaldata di maglia 10*10, che costituisce il piano di posa della soprastante pavimentazione.

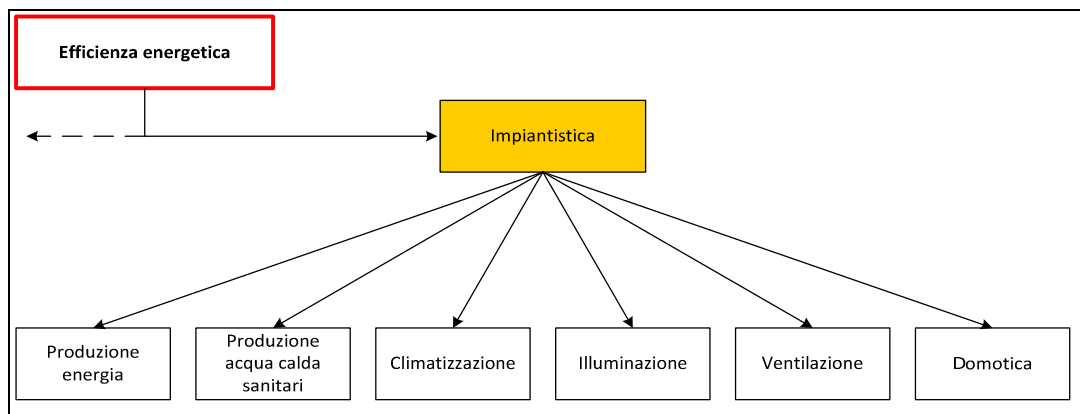
Infine, nel caso in cui si utilizzi un isolante in pannelli, particolare cura va posta all'accostamento reciproco tra gli stessi. Nel caso di pannelli in fibre, l'adozione della tecnica comporta che sia necessario realizzare al di sopra di essi uno strato di tenuta all'acqua "a vaschetta", in modo tale che il getto del massetto di calcestruzzo soprastante non causi la totale imbibizione del materiale isolante, con conseguente riduzione delle sue caratteristiche coibenti. Nel caso si adoperi massetto coibente in calcestruzzo alleggerito, è necessario che l'impasto posato sia omogeneo e di adeguato spessore.

3. IMPIANTISTICA

Accanto alla progettazione architettonica, l'altro elemento da considerare per il dispendio energetico, e quindi l'efficienza, di un edificio è l'insieme di impianti che ne garantiscono l'abitabilità. Grazie allo sviluppo dell'elettronica degli ultimi decenni, gli elementi di interesse a livello impiantistico sono svariati e di natura molto diversa: si va dalle installazioni più basilari, come l'illuminazione e il riscaldamento, a quelle più evolute, come i pannelli solari a livello di singola abitazione e i sensori di controllo climatico in ogni stanza.

Tutti questi strumenti sono riassumibili in sei categorie, descritte nei prossimi capitoli e riassunte in Figura 37: la produzione di energia, la produzione di acqua calda e sanitari, la climatizzazione, l'illuminazione, la ventilazione e la domotica.

Figura 37: Schema generale impiantistica



Per quanto riguarda la produzione di energia, la possibilità di costruire strutture quasi del tutto indipendenti dal rete energetica nazionale è sicuramente uno degli aspetti che hanno suscitato più interesse negli ultimi anni. A partire dai pannelli solari termici e fotovoltaici, fino a piccole installazioni geotermiche private, la potenzialità di questa categoria di impianti sembra ogni giorno più grande, ed il mercato risponde di conseguenza premiando le imprese più innovative del settore. Ridurre i costi di acquisizione delle sorgenti energetiche, fino a, all'estremo, riuscire a rivendere il surplus prodotto dall'edificio, è sicuramente uno dei punti cardine dell'efficienza energetica in edilizia.

Anche nel campo della climatizzazione e della produzione di acqua calda, gli sviluppi tecnologici degli ultimi anni hanno portato ad ampie zone di miglioramento, soprattutto per quanto riguarda i sistemi di condizionamento. Macchinari che consumano meno e meno inquinanti e materiali isolanti più performanti permettono di ridurre considerevolmente gli sprechi e le dispersioni termiche aumentando allo stesso tempo il comfort abitativo delle strutture.

Per gli impianti di illuminazione, sono le nuove normative europee che hanno segnato una svolta significativa in un settore prima piuttosto statico, andando progressivamente a vietare la produzione delle classiche lampadine a incandescenza a

favore delle nuove tecnologie, con un risparmio totale stimato attorno al 30% dei consumi di uno dei sistemi più energivori in assoluto.

Nel campo della ventilazione, non sono tanto le tecnologie ad aver subito grandi innovazioni, quanto piuttosto il concepimento dell'impianto stesso. Se, in passato, le installazioni di ventilazione forzata erano spesso giudicate superflue ed installate solo nelle strutture dove erano obbligatorie, negli ultimi tempi si è capito la loro importanza nella riduzione dei consumi e soprattutto nella qualità abitativa degli ambienti.

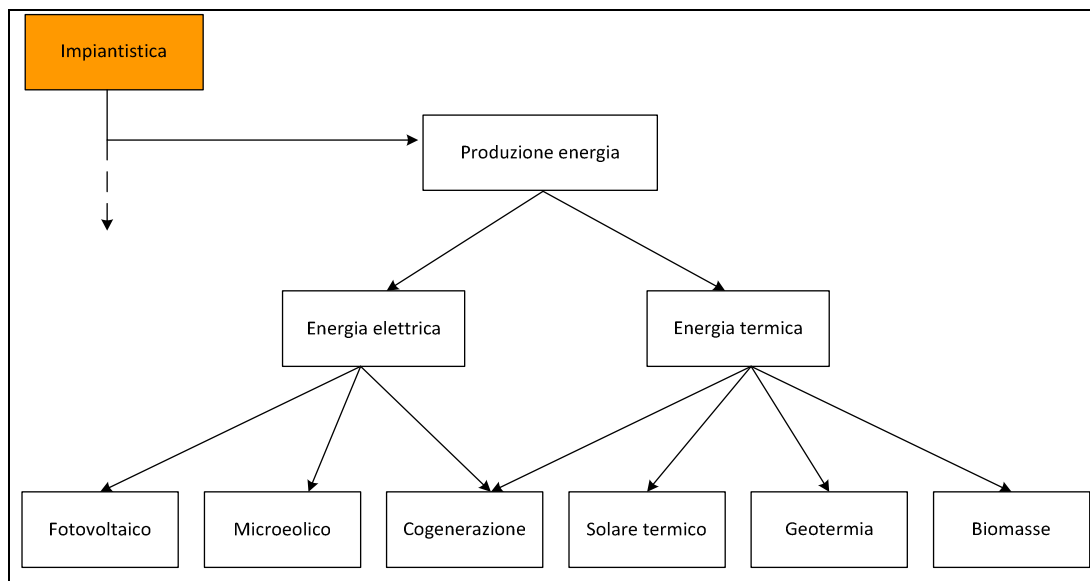
Infine, l'ultima categoria qui presentata è quella della domotica. Con l'entrata sul mercato di soluzioni tecnologiche sempre più innovative nelle categorie sopra descritte, si è reso indispensabile trovare anche il modo di gestirle in maniera semplice ed ottimale, per arrivare a massimizzare il risparmio energetico totale delle installazioni. Per questa ragione, la domotica, ovvero l'insieme degli strumenti di controllo e di gestione automatizzata degli impianti, sta diventando sempre più un elemento integrante del sistema edificio.

Come fatto precedentemente per la progettazione architettonica, di seguito verranno descritte più nel dettaglio le tecnologie e le soluzioni adottabili nelle diverse categorie, cercando di dare anche un'idea della situazione del mercato attuale.

3.1. PRODUZIONE ENERGIA

Nel cercare di aumentare l'efficienza energetica in edilizia, non si può prescindere dal considerare gli impianti di produzione di energia. Grazie alle nuove tecnologie presenti sul mercato, sono sempre di più le soluzioni costruttive che riescono ad integrare questi impianti negli edifici stessi, rendendoli parzialmente o completamente autosufficienti. Nei prossimi paragrafi verranno presentate le tecnologie che interessano il settore e la situazione del mercato in Italia. In particolare ci si concentrerà sulle cosiddette fonti di energia alternative, seguendo la suddivisione fatta nello schema presentato in Figura 38.

Figura 38: Schema degli ambiti di intervento per la produzione di energia



È bene notare che l'utilizzo sempre maggiore di queste fonti è proporzionale alla crescita dell'energia "verde" sul territorio italiano. Nell'anno 2009 gli impianti alimentati a fonti rinnovabili in Italia hanno raggiunto le 74.282 unità con potenza installata complessiva pari a 26.519 MW. Rispetto all'anno precedente, la numerosità degli impianti è più che raddoppiata, spinta dalla crescita del solare fotovoltaico che passa da 32.018 a 71.288 unità, mentre, come si vede in Figura 39, il contributo maggiore dell'11% della potenza installata deriva invece dalla fonte eolica. Solo nell'ultimo anno sono stati installati circa 1.360 MW aggiuntivi. L'evoluzione mostra come nell'ultimo decennio anche le altre fonti abbiano dato un contributo sempre maggiore alla produzione rinnovabile che ha raggiunto nel 2009 il valore massimo di 69.330 GWh.

Il Consumo Interno Lordo invece diminuisce di circa il 6% fino a 333.296 GWh e l'incidenza della produzione effettiva rinnovabile raggiunge il 20,8% grazie al sempre maggiore contributo delle rinnovabili e della diminuzione della richiesta di energia elettrica. Il grafico in Figura 40 evidenzia come l'andamento della produzione lorda totale da fonte rinnovabile in Italia sia influenzato dalla variabilità della produzione idroelettrica che rappresenta infatti la sua principale componente.

Figura 39: Produzione da fonte rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009 senza la produzione idraulica (Fonte: GSE)

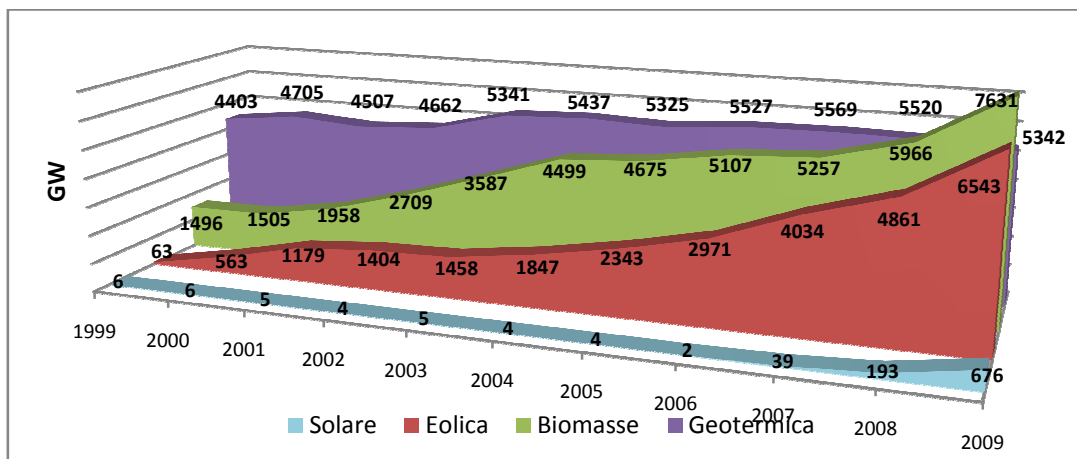
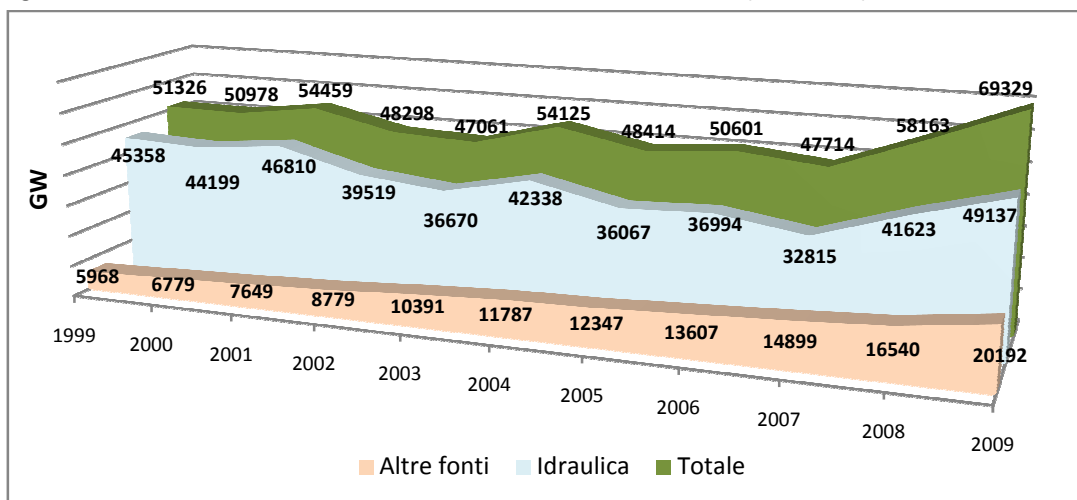


Figura 40: Produzione totale da fonte rinnovabile in Italia dal 1999 al 2009 (Fonte: GSE)



3.1.1. ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il componente elementare di un generatore fotovoltaico è la **cella**. È lì che avviene la conversione della radiazione solare in corrente elettrica. Essa è costituita da una sottile fetta di un materiale semiconduttore, quasi sempre silicio opportunamente trattato, dello spessore di circa 0,3mm. Può essere rotonda o quadrata e può avere una superficie compresa tra i 100 e i 225cm².

La cella si comporta come una minuscola batteria e nelle condizioni di soleggiamento tipiche dell'Italia (1kW/m²), alla temperatura di 25°C fornisce una corrente di 3A, con una tensione di 0,5V e una potenza pari a 1,5-1,7Wp. In commercio troviamo i moduli fotovoltaici che sono costituiti da un insieme di celle. I più diffusi sono costituiti da 36 celle disposte su 4 file parallele collegate in serie, hanno superfici che variano da 0,5 a 1m² e permettono l'accoppiamento con gli accumulatori da 12Vcc nominali. Più moduli collegati in serie formano un pannello, ovvero una struttura comune ancorabile al suolo o ad un edificio, più pannelli collegati in serie costituiscono una stringa e più stringhe, collegate generalmente in parallelo per fornire la potenza richiesta, costituiscono il generatore fotovoltaico.

La quantità di energia prodotta da un generatore fotovoltaico varia nel corso dell'anno e dipende da una serie di fattori come la latitudine e l'altitudine del sito, l'orientamento e l'inclinazione della superficie dei moduli, e le caratteristiche di assorbimento e riflessività del territorio circostante. A titolo indicativo alle latitudini dell'Italia centro-meridionale un metro quadrato di moduli può produrre in media 0,3-0,4kWh al giorno nel periodo invernale, e 0,6-0,8kWh in quello estivo.

La dimensione dell'impianto sarà funzione dell'energia richiesta. Questa determinerà, la potenza da installare, il numero di moduli necessari, il costo del sistema e il costo del kilowattora elettrico generato. I costi di un impianto fotovoltaico sono anche fortemente dipendenti dal tipo di applicazione e di installazione, e sono in continua evoluzione: ad esempio, il costo di realizzazione, chiavi in mano, di un impianto fotovoltaico di grandi dimensioni connesso alla rete può essere stimato nell'ordine dei 7.000€/kWp, mentre il costo di un impianto di piccola taglia stand-alone può essere stimato intorno ai 10000€/kWp.

La manutenzione di un impianto fotovoltaico è riconducibile a quella di un impianto elettrico, infatti i moduli, che rappresentano la parte attiva dell'impianto che converte la radiazione solare in energia elettrica sono costituiti da materiali praticamente inattaccabili dagli agenti atmosferici, come è dimostrato da esperienze in campo ed in laboratorio. È consigliabile effettuare con cadenza annuale una ispezione visiva, volta a verificare l'integrità del vetro che incapsula le celle fotovoltaiche costituenti il modulo. Per la parte elettrica è necessario effettuare una verifica, con cadenza annuale, dell'isolamento

dell'impianto verso terra, della continuità elettrica dei circuiti di stringa e del corretto funzionamento dell'inverter.

Per un impianto medio il costo del chilowattora è di circa 0,34€, IVA esclusa. Questo valore è calcolato tenendo conto del costo dell'investimento, del costo di manutenzione annuo dell'impianto, del numero di chilowattora prodotti in un anno e della durata dell'impianto, di solito considerata superiore ai 30 anni. Il costo di produzione dell'energia elettrica prodotta con un impianto fotovoltaico è quindi ancora troppo elevato per competere con quello da fonti fossili, che è di circa 0,18 € a kWh. Però, installare un impianto fotovoltaico diventa economicamente conveniente quando intervengono forme di incentivazione finanziaria da parte dello Stato.

SITUAZIONE IN ITALIA

In Italia, il meccanismo di incentivazione degli impianti fotovoltaici denominato Conto Energia, è stato introdotto dal decreto interministeriale del 28 luglio 2005 ed è attualmente regolato dal decreto interministeriale del 19 Febbraio 2007. Il Conto Energia remunera, con apposite tariffe incentivanti tra le più vantaggiose in Europa nonostante le riduzioni previste per i prossimi anni, l'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici per un periodo di 20 anni.

Grazie al conto energia, il Gestore dei Servizi Energetici ha registrato alla fine del 2009 una potenza fotovoltaica installata su tutto il territorio nazionale di circa 815 MW e 1142 MW_p per oltre 60 mila impianti in esercizio, rispetto ai 120 MW e 422 MW_p registrati all'inizio del 2008. Grazie agli incentivi non ancora ridotti, anche nel 2010 si sta registrando un notevole aumento di potenza installata (Figura 41) che dovrebbe portare la produzione di corrente elettrica con l'energia del sole a coprire l'1% del fabbisogno nazionale. Nel 2011, a causa del nuovo Conto Energia meno agevolante, ci si aspetta una contrazione del mercato, sebbene rallentata dalla riduzione dei prezzi dei moduli.

Figura 41: Potenza fotovoltaica cumulata in Italia
(Fonte: Il Sole 24 Ore da un'analisi di A.T.Kearney)

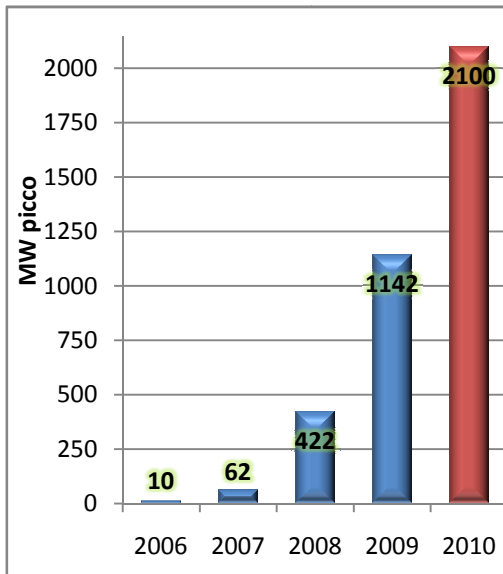
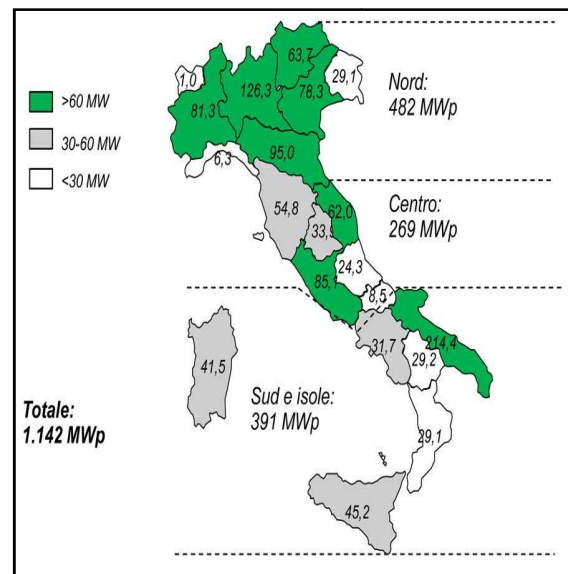
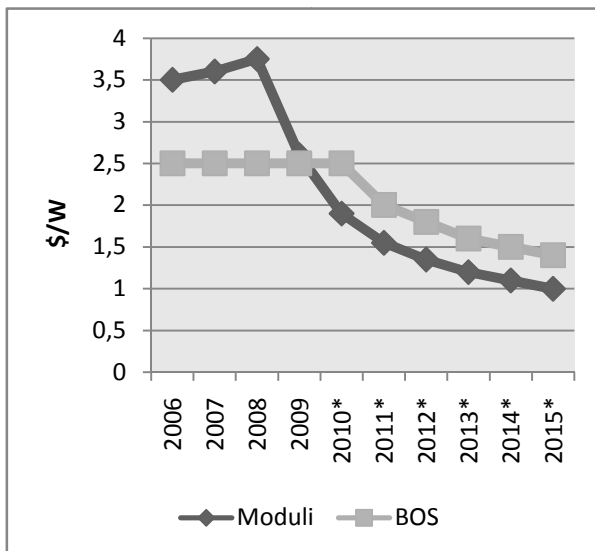


Figura 42: Potenza fotovoltaica cumulata installata in Italia per regione nel 2009
(Fonte: Il Sole 24 Ore)



Secondo un'analisi fatta dal Sole 24 Ore, le aziende italiane attive nel settore sono circa 600: a partire dalla distribuzione e installazione con circa 350 operatori, generazione e trading (100), produzione di celle e moduli (40), produzione di inverter e componenti (90) e infine di silicio e wafer, dove tuttavia ci sono solo alcune iniziative imprenditoriali che attendono di vedere la luce.

Figura 43: Previsione del calo dei prezzi dei moduli e degli altri componenti
(Fonte: Il Sole 24 Ore da un'analisi di A.T.Kearney)

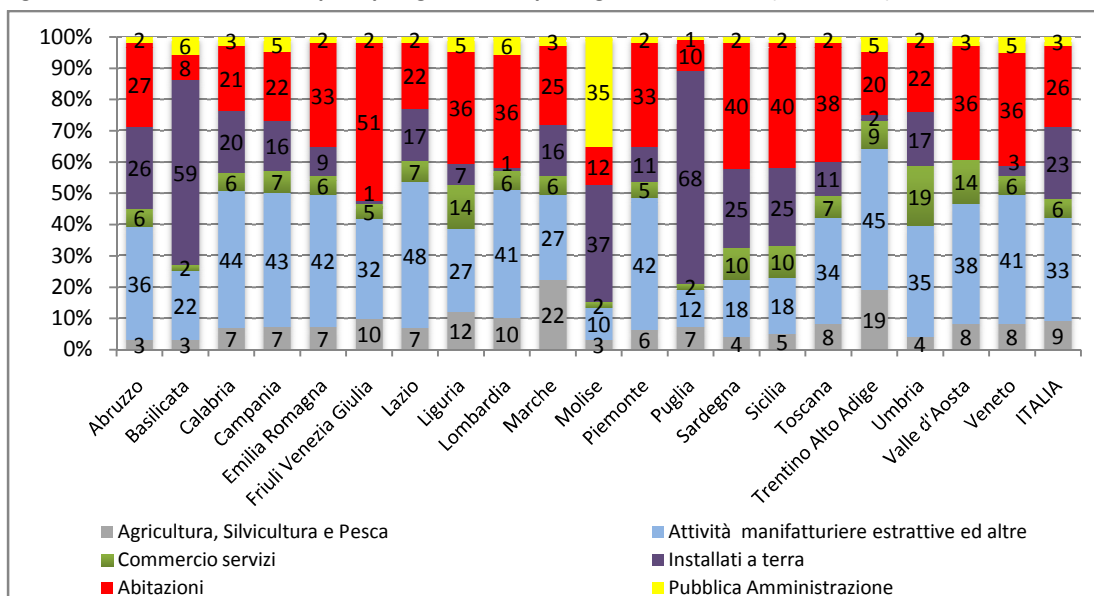


Queste imprese nel 2009 hanno registrato ricavi per 2,35 miliardi di euro, in crescita del 39% rispetto agli 1,69 del 2008. Parte di questa crescita è dovuta proprio al crollo del prezzo di moduli e componenti (Figura 43) dovuto all'eccessiva fornitura, la riduzione di oltre il 50% del prezzo del silicio, l'aumento della produzione di moduli a film sottile e la crescita di parchi di grosse dimensioni. La previsione è che il valore del settore a fine 2010 sia di circa 3 miliardi di euro.

Il grafico a barre in Figura 44 mostra la distribuzione percentuale della potenza secondo la tipologia di sito dove l'impianto è stato installato. Le varie casistiche sono state ricondotte a 6 classi principali. Gli impianti fotovoltaici installati in aziende agricole o di allevamento ricadono nella prima classe che ha il maggiore peso nelle Marche, dove raggiunge il 22% del totale. Nelle "attività manifatturiere, estrattive ed altre" sono compresi, tra l'altro, tutti gli insediamenti produttivi: la potenza percentuale più elevata è

nel Lazio (48%). La classe comprendente “commercio e servizi”, nonché depositi o strutture alberghiere, raggiunge il 19% in Umbria. Gli impianti installati a terra caratterizzano la composizione del parco fotovoltaico delle Regioni del Sud, con in testa la Regione Puglia (68%). Le ultime due classi interessano tutti gli impianti installati su edifici abitativi dove si evidenzia il Friuli Venezia Giulia (51%) e quelli installati dalle Pubbliche Amministrazioni con il Molise in testa (35% a causa dell'esiguità degli impianti installati).

Figura 44: Potenza fotovoltaica per tipologia di sito e per regione a fine 2009 (Fonte: GSE)



IMPIANTO EOLICO

Il mercato dell'energia eolica è molto diversificato, in quanto esistono aerogeneratori diversi per forma e dimensione: possono, infatti, avere una, due o tre pale di varie lunghezze; quelli con pale lunghe 50 centimetri vengono utilizzati come caricabatterie, quelli con pale lunghe circa 30 metri, sono in grado di erogare una potenza di 1.500 kW. Il tipo più diffuso è l'aerogeneratore di taglia media, alto oltre 50 metri, con due o tre pale lunghe circa 20 metri, in grado di erogare una potenza di 500-600 kW. In linea generale, l'energia elettrica può essere utilizzata attraverso due grandi categorie di impianto: impianti per utenze isolate e impianti concepiti per essere allacciati a reti elettriche già esistenti.

Un primo tipo di impianto è quello per la produzione di energia elettrica "di servizio" fornita da piccoli aerogeneratori di potenza inferiore a 1 chilowatt (rotore di 1-2 m.) per l'alimentazione di apparecchiature poste in luoghi isolati, come ripetitori radio, rilevatori, impianti di segnalazione, questi utilizzi sono spesso concorrenziali o utilizzati insieme ai sistemi fotovoltaici. Inoltre esiste una produzione di elettricità per l'alimentazione di case sparse o insediamenti isolati non allacciati alla rete. Tali impianti sono costituiti da aerogeneratori di piccola taglia (3-20 chilowatt) e un sistema di accumulo (batteria) dell'energia elettrica prodotta nei momenti di vento favorevole. Queste

applicazioni hanno diffusione limitata nei Paesi industrializzati, ma potrebbero avere prospettive interessanti nei Paesi in via di sviluppo con elevata ventosità.

Il secondo tipo di impianti eolici è connesso alla rete e si suddivide in due categorie: gli impianti per la produzione di elettricità per l'alimentazione di piccole reti e gli impianti collegati alla rete nazionale. Nel primo caso si tratta impianti situati su piccole isole o in aree remote che sono alimentate da sistemi elettrici non connessi con la rete nazionale. Anche per questa tipologia di sistemi si può prevedere l'impiego congiunto di eolico e fotovoltaico (impianti ibridi), che potrebbero, in alcuni casi, integrarsi a vicenda su base annua. L'applicazione di maggior interesse per l'eolico è invece l'alimentazione delle grandi reti nazionali; per questo scopo sono utilizzate macchine di taglia medio-grande installate singolarmente o in gruppi di unità con potenze totali dell'ordine di alcuni megawatt o di alcune decine di megawatt.

Come si può vedere in Tabella 22, in realtà i costi medi di un'installazione eolica non sono ancora del tutto competitivi, per questa ragione, anche in questo caso, sono gli incentivi statali che hanno permesso negli ultimi anni lo sviluppo della tecnologia.

Tabella 22: Costi medi dell'energia eolica (Fonte: ENEA)

Tipo di impianto	Potenza impianto [MW]	Potenza aerogenerator e [kW]	Costo investimento [€/kW]	Velocità vento [m/s]	Costo energia [€/kWh]
Impianto eolico a terra	10	500-750	800-1000	6-7	0,04-0,07
Impianto eolico offshore	4,95	450	2200	7,5	0,08
Impianto a carbone			1000-1350		0,05-0,09
Impianto a gas			500-700		0,03-0,04

L'installazione di aerogeneratori, inoltre, è spesso osteggiata a causa di considerazioni ambientali in quanto, per la loro configurazione, sono visibili in ogni contesto ove vengono inseriti. È bene notare, però, che una scelta accurata della forma e del colore dei componenti, per evitare che le parti metalliche riflettano i raggi solari, consente di armonizzare la presenza degli impianti eolici nel paesaggio. Inoltre bisogna considerare il fatto che gli aerogeneratori e le opere a supporto (cabine elettriche, strade) occupano solamente il 2-3% del territorio necessario per la costruzione di un impianto. È importante notare che nelle windfarm, a differenza delle centrali elettriche convenzionali, la parte del territorio non occupata dalle macchine può essere impiegata per l'agricoltura e la pastorizia. Per quanto riguarda il rumore, che deve essere inferiore ai 45 decibel in prossimità delle vicine abitazioni, i moderni aerogeneratori soddisfano questa richiesta a partire da distanze di 150/180 metri. Infine per evitare possibili interferenze sulle telecomunicazioni e la formazione di campi elettromagnetici basta stabilire e mantenere la distanza minima fra l'aerogeneratore e, ad esempio, stazioni terminali di ponti radio, apparati di assistenza alla navigazione aerea e televisori.

SITUAZIONE IN ITALIA

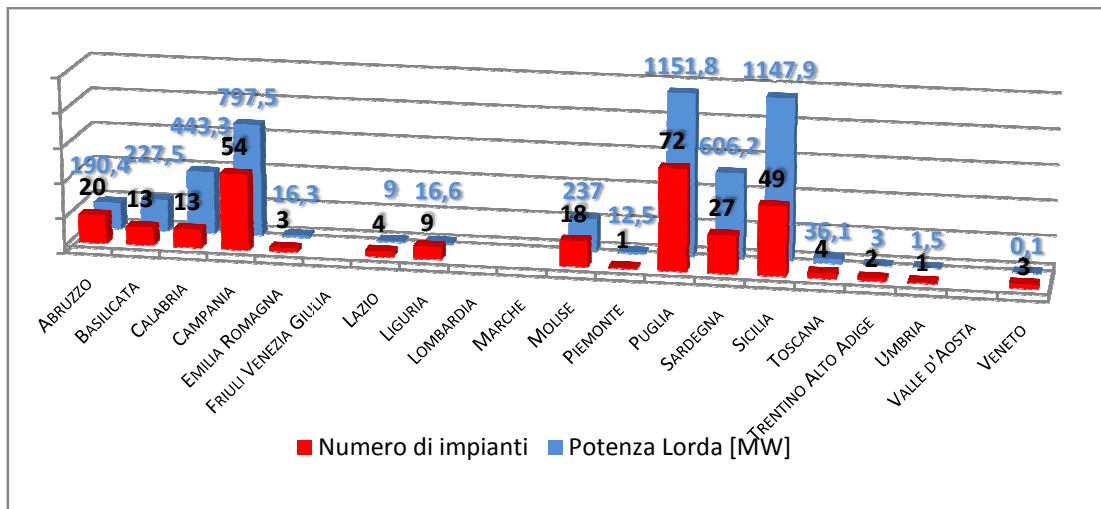
Malgrado la crisi, secondo il rapporto del Gestore dei servizi energetici, nel 2009 la crescita degli impianti eolici italiani è stata del 38,5%, raggiungendo i 4.898 megawatt di potenza, distribuiti su 294 campi eolici. Analogamente, anche nel primo semestre del 2010, la potenza installata è cresciuta di un altro 10% a 5.400 MW.

Dal 2000 al 2009 si è assistito ad un forte sviluppo dei parchi eolici in Italia, intensificatosi in particolar modo negli ultimi anni. Alla fine del 2006 gli impianti installati erano 169 con una potenza pari a 1.908 MW, nel 2009 il parco nazionale è composto da 294 impianti (+74%) con potenza pari a 4.898 MW (+157%). A dieci anni dall'installazione delle prime pale, l'Italia è al terzo posto in Europa con 5.400 MW di potenza installata a giugno 2010, poco sopra Francia (4,5 gigawatt) e Regno Unito (4 gigawatt), ma molto dietro Germania (25,8 gigawatt) e Spagna (19,1 gigawatt). Il grosso delle installazioni, per ragioni naturali, si trova al Sud, che da solo ospita il 98% della potenza installata: in sole tre regioni (Puglia, Campania e Sicilia) si concentrava a fine 2009 il 60% degli impianti. Il parco eolico italiano è attualmente costituito da oltre 4.250 torri e si stima che il potenziale di potenza installabile si aggiri attorno ai 15.000 MW, tre volte la potenza attualmente generata sul territorio.

Il volume d'affari nel settore sta crescendo di pari passo con il numero delle installazioni. Secondo il Sole 24 Ore, se si considerano i circa 1.400 MW installati nel solo 2009 e, in termini finanziari, gli investimenti hanno raggiunto la cifra di 2,5 miliardi, quasi esclusivamente destinati alla realizzazione di centrali eoliche nel Mezzogiorno. Nonostante questi risultati, l'eolico in realtà è spesso frenato dalle incertezze autorizzative: mediamente trascorrono 4 anni prima di poter accendere un impianto, ma ci sono casi anche di dieci anni. Per gli investimenti, che si aggirano sui 2 milioni per megawatt, i tempi di breakeven si allungano così a 5-10 anni.

Per quanto riguarda il futuro, secondo l'*OWEMES (Offshore Wind and other marine renewable Energy in Mediterranean and European Seas)* gli scenari dell'eolico indicano la Puglia come la regione con la maggiore estensione in km² utilizzabili per l'offshore (2.932 km²), seguono le Marche (2.717 km²), Sicilia (1.772 km²), Sardegna (1.270 km²), Abruzzo (952 km²), Toscana (727 km²), Emilia Romagna (369 km²), Molise (292 km²) e Lazio (6 km²), per un totale di 11.686 km² da poter dedicare allo sviluppo eolico. Alle isole maggiori va la possibilità di contare su luoghi con una velocità del vento superiore (circa 7-8 metri al secondo) rispetto alla media degli altri siti (6-7 m/s), mentre la Puglia appare essere una delle regioni più interessate allo sviluppo di parchi marini.

Figura 45: Distribuzione della numerosità e della potenza degli impianti eolici nelle Regioni a fine 2009 (Fonte: GSE)



Questo quanto sta succedendo per i grossi impianti eolici, mentre quasi inesistente è ancora il mercato degli impianti cosiddetti microeolici di piccole dimensioni il cui impatto visivo può essere, nel caso di potenze di qualche kilowatt, pari o di poco superiore a quello di un'antenna parabolica e che trovano applicazioni diverse da quelle tipicamente industriali: abitazioni private, infrastrutture turistiche (campeggi, hotel, porti turistici), siti remoti (stazioni meteo, rifugi alpini, strutture isolate sia in montagna che in mare o su isole, riserve naturali) ma anche utenze pubbliche (illuminazione, impianti semaforici). La grande potenzialità del micro-eolico deriva dalla disponibilità diffusa della risorsa vento, anche se con diverse potenzialità sia in termini geografici che stagionali. I luoghi in Italia in cui sono installabili microimpianti eolici sono svariati, ed in numero maggiore rispetto ai siti adatti per applicazioni di taglia medio-grande: anche se alcuni modelli di aerogeneratori richiedono caratteristiche di vento analoghe a quelle dei grandi impianti, si installano con molte meno difficoltà.

COGENERAZIONE

La cogenerazione, nota anche come CHP (Combined Heat and Power), è la produzione congiunta e contemporanea di energia elettrica (o meccanica) e calore utile a partire da una singola fonte energetica, attuata in un unico sistema integrato: utilizzando il medesimo combustibile per due utilizzi differenti, mira ad un più efficiente utilizzo dell'energia primaria, con relativi risparmi economici soprattutto nei processi produttivi laddove esista una forte contemporaneità tra prelievi elettrici e prelievi termici.

Nella sua forma più semplice un impianto di produzione combinata comprende almeno un motore primo (turbina a vapore, turbina a gas, oppure motore a combustione interna), ed un generatore elettrico. Nel caso, ad esempio, di una turbina a vapore, un combustibile primario, bruciando in una caldaia, cede energia termica all'acqua, trasformandola in vapore. Una parte di tale energia è trasferita dal vapore al motore primo che, trascinando l'alternatore, la trasforma in energia elettrica. Un'altra parte è invece

utilizzata direttamente come energia termica, e può essere destinata, come già visto, a vari impieghi civili o industriali. Infine, la parte rimanente, nella forma di un calore residuo non più utilizzabile, è dispersa nell'ambiente. La produzione combinata può incrementare l'efficienza di utilizzo del combustibile fossile fino ad oltre l'80%; a ciò corrispondono minori costi e minori emissioni di inquinanti e di gas ad effetto serra, rispetto alla produzione separata di elettricità e di calore.

Rispetto alle centrali elettriche, la cogenerazione ha natura distribuita e si realizza mediante piccoli impianti che sono in grado di generare calore ed elettricità per grandi strutture (es. ospedali, alberghi ecc.) o piccoli centri urbani. La combustione nelle piccole centrali a cogenerazione raggiunge risparmi fino al 40% nell'utilizzo delle fonti primarie di energia e la potenza di un impianto può andare da pochi kW a decine di MW a seconda delle esigenze dell'utenza.

Gli impianti di cogenerazione possono essere classificati in base al tipo di motore primo utilizzato ed in particolare si può avere:

- Cogenerazione con motore alternativo a c.i.
- Cogenerazione con turbogas
- Cogenerazione con turbovapore
- Cogenerazione con celle a combustibile

Cogenerazione con motore alternativo a c.i.

Gli impianti di cogenerazione con motore alternativo attualmente presenti sul mercato ed installati vanno da potenze di pochi kW sino a circa 10 MW.

Essi sono mediamente caratterizzati da elevati rendimenti di produzione dell'energia elettrica quasi sempre superiore al 35% già per taglie intorno ai 1000 kW e dal rendere disponibile l'energia termica a differenti livelli di temperatura.

Nel settore della cogenerazione per uso residenziale, ospedaliero, alberghiero e ricreativo sono di gran lunga gli impianti più diffusi e rappresentano di fatto per tali applicazioni la soluzione impiantistica più efficiente ed economica sia come investimento iniziale che come costi di gestione. Nel settore industriale invece la cogenerazione con motore alternativo ha come concorrente quella con turbogas soprattutto per taglie di impianto dai 4 MW in su e quella con turbovapore per alcuni particolari settori quali il cartario o le distillerie caratterizzati da processi continui e non stagionali che richiedono l'utilizzo di ingenti quantità di vapore.

La grande maggioranza degli impianti cogenerativi con motore alternativo presenti sul territorio nazionale sono alimentati a gas metano, ma esistono anche esempi di impianti alimentati a gasolio, GPL o a biogas.

Una peculiarità degli impianti con motore alternativo è quella di essere in grado di seguire senza eccessive difficoltà e perdite di efficienza i carichi dell'utenza se collegati in

parallelo con la rete elettrica e di poter funzionare in maniera discontinua con fermate giornaliere e partenze improvvise su richiesta dell'utenza, tale flessibilità di esercizio li rende ancor più idonei per tutte le utenze industriali che non lavorano a ciclo continuo su tre turni e per tutte le utenze di tipo civile caratterizzate da notevoli variazioni di richiesta nell'arco del giorno e della settimana ed influenzate dalle condizioni climatiche esterne.

Il costo medio di un impianto di cogenerazione con motore alternativo "chiavi in mano" è di circa 500 € per kW installato.

Cogenerazione con turbogas

Gli impianti di cogenerazione con turbine a gas sono per la quasi totalità impianti di tipo industriale con tagli superiori ai 2 MW, anche se ultimamente si ha notizia di applicazioni in gran parte pilota e/o sperimentali di mini turbine da alcune centinaia di kW. Tale condizione è legata ai rendimenti di produzione di energia elettrica di tali impianti, molto più bassi di quelli dei motori alternativi (in special modo per impianti di taglia sino ai 3 MW), e che dunque, per essere globalmente efficienti, necessitano di utenze con richiesta continua ingenti quantitativi di energia termica ad alta temperatura. Inoltre, questo tipo di impianto è idoneo per un funzionamento in continuo che non prevede più di uno spegnimento ed una riaccensione per settimana onde evitare l'accorciamento sensibile degli intervalli di manutenzione e di recisione delle macchine con lievitazione dei costi di gestione.

Gli impianti di cogenerazione con turbogas sono caratterizzati da rendimenti di produzione di energia elettrica mediamente intorno al 25% e con un'efficienza complessiva di circa il 70-75% per le migliori applicazioni e sono anch'essi in gran parte alimentati a gas metano e solo di rado anche con altri combustibili quali oli densi, oli fluidi o gasolio.

Il costo medio di un impianto di cogenerazione con turbogas "chiavi in mano" varia fra i 700 e i 1000 € per kW installato. Esso risulta più elevato in special modo per le taglie di impianto inferiori ai 3 MW per le quali diventa rilevante l'incidenza dei costi dei vari componenti dell'impianto legati all'utilizzo di una macchina dinamica, da alimentare con combustibile ad elevata pressione e con recupero termico ad alta temperatura.

Cogenerazione con turbine a vapore

Gli impianti di cogenerazione con turbine a vapore sono generalmente di taglia non inferiore ai 2 MW e trovano applicazione in settori di produzione industriale per i quali vi è una ingente richiesta di energia termica sotto forma di vapore ed un rapporto fra i fabbisogni di energia elettrica e termica molto basso, dato che questi impianti sono caratterizzati da rendimenti di produzione di energia elettrica che raramente superano il 15%, rendendo disponibile quindi circa il 60-70% dell'energia primaria del combustibile come energia termica sotto forma di vapore a varie pressioni e temperature.

Gli impianti di cogenerazione con turbo-vapore hanno d'altra parte il pregio di poter essere alimentati con i combustibili più vari essendo non essendo la macchina

motrice direttamente esposta ai prodotti della combustione come invece avviene nei motori alternativi a c.i. e nella quasi totalità dei turbogas. I generatori di vapore dell'impianto a vapore possono quindi essere progettati per l'utilizzo di combustibili solidi, liquidi e gassosi e rendono ad esempio possibile l'utilizzo quale fonte primaria di energia anche le biomasse di varia tipologia, provenienza e dimensione.

Anche l'impianto a vapore è caratterizzato, ancor più di quelli con turbogas, da una scarsa flessibilità in quanto a variazioni continue dei carichi e frequenti avviamenti. Normalmente essi vengono regolati in base alle richieste di energia termica dell'utenza e sono destinati ad un funzionamento in continuo con solo i fermi necessari per la manutenzione programmata e/o straordinaria.

Il costo medio di un impianto "chiavi in mano" può variare di molto soprattutto in funzione dell'efficienza di produzione di energia elettrica che si intende ottenere. In generale per impianti destinati prevalentemente alla cogenerazione in cui non è richiesta un elevato rendimento di produzione di energia elettrica si può valutare tale costo in 400 € per kW installato.

SITUAZIONE IN ITALIA

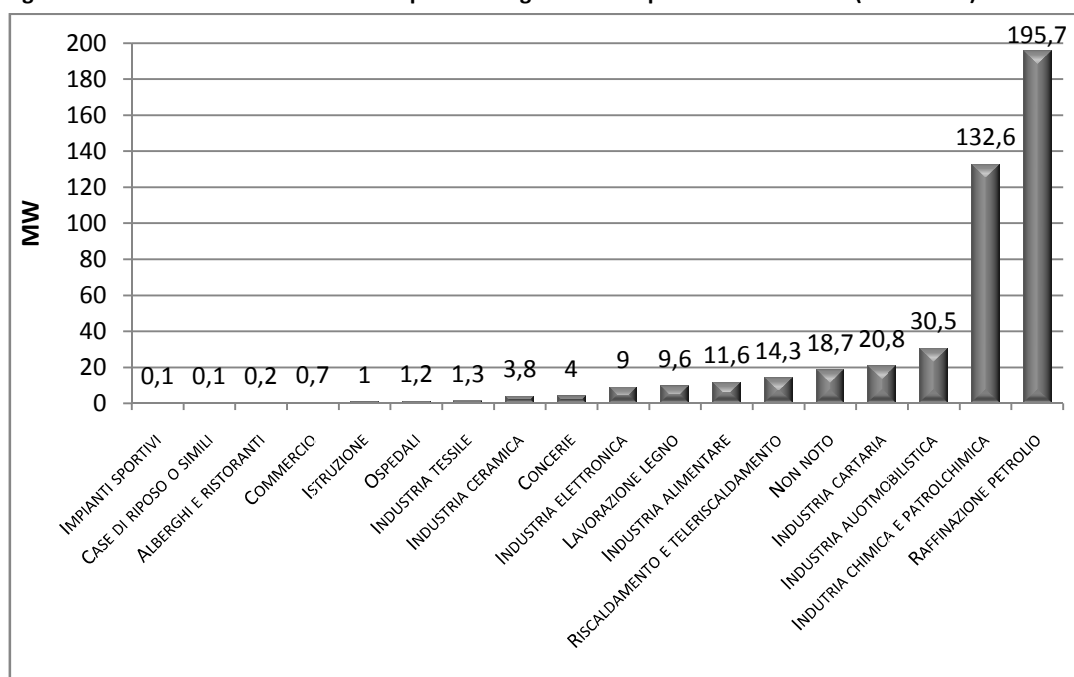
Con la Direttiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, il Parlamento Europeo ha riconosciuto la cogenerazione come un provvedimento importante tra quelli necessari per soddisfare il Protocollo di Kyoto, ed ha incluso tra le priorità comunitarie la diffusione progressiva della cogenerazione ad alto rendimento. La Direttiva ha stabilito il metodo per calcolare, a partire dalla produzione elettrica totale di un dato impianto, la relativa quota di produzione in cogenerazione; ha inoltre fissato le condizioni che tale quota di cogenerazione deve soddisfare per poter essere definita "Cogenerazione ad Alto Rendimento" (CAR).

Gli ultimi numeri disponibili, riferiti all'anno 2007, indicano che le installazioni che hanno ottenuto l'etichetta di impianti di Cogenerazione ad Alto Rendimento rappresentavano una potenza elettrica installata di 9800 MW complessivi, approssimativamente il 10% del parco totale di generazione italiano ed il 13% del solo parco termoelettrico, con una potenza media installata inferiore a 10 MW nel 75% dei casi. Il 30% degli impianti ha potenza inferiore ad 1 MW ("piccola cogenerazione"), mentre la "microcogenerazione" (potenza inferiore a 50 kW) rappresenta appena l'1% del totale censito. Si tratta quindi, in maggioranza, di impianti di taglia piccola e media: non mancano, tuttavia, esempi di grandi impianti (fino a 300-400 MW), di solito ubicati all'interno di importanti siti industriali.

Nel grafico in Figura 46 sono riportate le potenze medie delle installazioni cogenerative ad alto rendimento per quelle attività economiche, civili o industriali, in cui essa è maggiormente diffusa. Le potenze, si nota, sono estremamente variabili: da qualche

centinaio di kW per attività di servizio (alberghi, ristoranti, impianti sportivi, commercio ecc.), fino alle centinaia di MW tipiche della grande industria.

Figura 46: Potenza media installata in impianti di cogenerazione per settore nel 2007 (Fonte: GSE)



Come già accennato, il principale beneficio che la collettività attende dalla CAR è il risparmio nella quantità di combustibile impiegato per produrre energia. Tale risparmio si traduce in una minore emissione di inquinanti nell'atmosfera ed in una maggiore disponibilità di combustibile primario. In un rapporto pubblicato alcuni anni or sono, Eurostat assume un rendimento medio in Europa pari al 36% per la produzione di sola energia elettrica, ed all'85% per la produzione di sola energia termica. Con tali valori di rendimento, e con le quantità di energia prodotta e di combustibile consumato riportate in precedenza, il risparmio di combustibile risulta essere di circa 36 TWh complessivi, ovvero oltre 3 milioni di TEP.

CONFRONTO ALTERNATIVE

Tabella 23: Energia elettrica: confronto alternative

	Costo	Prestazioni energetiche	Vantaggi/Svantaggi
Fotovoltaico	Costo di installazione= 7.000-10000 €/kWp (meno forme di incentivazione)	Costo elettricità = 0,34 €/kWh	-Installazione integrata agli edifici
Eolico	Costo di installazione= 800-2200 €/kW	Costo elettricità = 0,4-0,8 €/kWh	-Grandi dimensioni degli aerogeneratori
Cogenerazione	Costo di installazione= 400-1000 €/kW	-15-35% di energia del combustibile sotto forma di energia elettrica, 50-75% come energia termica -fino al 40% di risparmio sul combustibile rispetto a fonti tradizionali	-Applicabile a contesti industriali o complessi residenziali (impianti da pochi kW fino a 10 MW) -Energia elettrica più energia termica

3.1.2. ENERGIA TERMICA

COGENERAZIONE

Si veda il capitolo sull'energia elettrica.

SOLARE TERMICO

Il solare termico a bassa temperatura è una tecnologia matura e consolidata, sia in ambito residenziale nella produzione di acqua calda sanitaria e per uso riscaldamento con impianti operanti a bassa temperatura, sia per la produzione di calore nelle industrie caratterizzate soprattutto da domanda, ancora a bassa temperatura, di energia termica costante. I settori industriali più adatti sono quello alimentare (produzione di calore di processo per essiccazione, sterilizzazione, dissalazione e cottura cibi) e delle bevande (processi di distillazione), tessile, cartario e parte dell'industria chimica.

Gli impianti solari termodinamici convertono indirettamente l'energia solare in energia elettrica attraverso due distinte fasi di trasformazione energetica. La prima fase consiste nella trasformazione dell'energia solare in energia termica di un fluido termovettore; la seconda fase nella trasformazione dell'energia termica in elettricità per mezzo di un convenzionale ciclo termodinamico.

Gli impianti si suddividono in ibridi e non ibridi. Negli impianti ibridi l'energia solare viene integrata in un gruppo termoelettrico di produzione convenzionale. Negli impianti non ibridi l'intera energia solare viene destinata al ciclo termodinamico finale di produzione energia. Definita con P_s la parte di energia imputabile al solare e P_e l'intera energia elettrica prodotta dall'impianto si definisce la frazione d'integrazione:

$$F_{int} = 1 - \frac{P_s}{P_e}$$

La frazione d'integrazione è dunque un parametro che definisce la quota di energia solare rispetto all'intera energia elettrica prodotta dall'impianto. Un impianto di produzione termoelettrica convenzionale ha dunque frazione di integrazione pari a 1 in quanto non c'è energia prodotta da fonte solare, mentre un impianto la cui fonte di energia è interamente solare ha frazione d'integrazione pari a 0.

Si riportano di seguito alcune informazioni sui sistemi di captazione e sull'accumulo termico dell'energia solare.

IL SISTEMA DI CAPTAZIONE DELL'ENERGIA SOLARE

Le tecnologie, attualmente sviluppate per raccogliere e concentrare la radiazione solare sul fluido termovettore, sono classificate in base al sistema di captazione dell'energia solare diretta:

- impianti con campo specchi e torre centrale (Solar Tower);

- impianti con collettori parabolici lineari (Parabolic Trough);
- impianti con collettori parabolici circolari (Dish Stirling);
- impianti con collettori lineari di Fresnel (Linear Fresnel Reflector).

Impianti a torre centrale

Negli impianti a torre centrale la radiazione solare viene riflessa e concentrata da specchi lievemente concavi, detti eliostati, su un ricevitore posto alla sommità di una torre. Gli eliostati si muovono in modo coordinato in modo che la radiazione riflessa e concentrata incida costantemente sul ricevitore. Nel ricevitore circola un fluido che si riscalda a diverse centinaia di gradi e fornisce poi l'energia termica ad un ciclo termodinamico per la produzione di energia elettrica. Le torri di questi impianti raggiungono un'altezza di circa 100 m con possibili problemi di impatto visivo.

Impianti a collettori parabolici lineari

In questi impianti la radiazione viene concentrata mediante specchi di forma parabolico-lineare su un tubo ricevitore posto sulla linea focale del collettore e in cui scorre un fluido che riscaldandosi permette di generare vapore ad alta pressione per alimentare il ciclo Rankine. Questa soluzione rappresenta la tecnologia più matura dal punto di vista commerciale.

Sistemi a disco parabolico ("dish")

In questi sistemi un paraboloide circolare di alcuni metri di diametro concentra la radiazione su un ricevitore posto nel punto focale. Il paraboloide insegue, attraverso un sistema automatico, la traiettoria solare durante le ore di irraggiamento. All'interno del ricevitore fluisce un gas che si riscalda ed evolve in un motore Stirling che aziona l'alternatore. I sistemi dish-Stirling possono funzionare in modo automatico in singole unità oppure in cluster o solar farm costituite da centinaia di esemplari. Il problema di questa tipologia di ricevitori resta la difficoltà nell'accumulare l'energia termica captata e quindi l'aleatorietà dell'energia prodotta.

Collettori lineari di Fresnel

Il collettore lineare di Fresnel è costituito da una serie di eliostati lineari posti orizzontalmente in prossimità del suolo che riflettono e concentrano la radiazione solare diretta su un tubo ricevitore posto ad una decina di metri circa da terra. Gli eliostati ruotano sull'asse longitudinale per inseguire il moto del sole e riflettere costantemente la radiazione solare sul tubo ricevitore. I riflettori fresnel rappresentano un'alternativa a basso costo rispetto agli specchi parabolici.

IL SISTEMA DI ACCUMULO TERMICO

Come mezzo per l'accumulo dell'energia termica del sistema sono stati sperimentati aria, acqua, oli diatermici, miscele di sali: fra questi il più promettente è

costituito da una miscela di sali fusi composta da nitrati di sodio e potassio. I sali consentono di raggiungere elevate temperature di esercizio ma presentano un problema legato alla temperatura di solidificazione (relativamente elevata), è quindi necessario un monitoraggio costante e l'introduzione di resistenze di riscaldamento che evitano la solidificazione. In alcuni impianti viene realizzato un ciclo "downtherm" con un serbatoio dimensionato per evitare che il fluido di accumulo termico solidifichi. Il serbatoio può essere unico oppure possono essere utilizzati più serbatoi.

Le principali tecnologie impiegate sono quelle dei *collettori piani vetrati selettivi* (FPC, Flat Plate Collector) e dei *collettori sottovuoto* (ETC, Evacuated Tube Collector).

Collettori piani vetrati selettivi

Sono una tecnologia diffusa e adattabile per l'ottima resa energetica annua e la disponibilità di un vasto mercato di prodotti. Il principio di funzionamento dei dispositivi si basa sulle caratteristiche del vetro utilizzato di essere trasparente alla radiazione solare ed opaco a quella infrarossa emessa dalla piastra assorbente, e sulle proprietà della piastra stessa di assorbire la radiazione solare e contenere le emissioni proprie nello spettro infrarosso. Ciò determina l'attitudine all'ingresso e all'assorbimento della massima radiazione solare nel collettore e la scarsa capacità della lastra captante e del vetro di copertura di disperdere radiazione infrarossa verso l'esterno del dispositivo. Le prestazioni del collettore migliorano poi con le caratteristiche d'isolamento alle perdite termiche. Nei collettori solari piani ad acqua questo principio è ottimizzato ed utilizzato per riscaldare il fluido (acqua o glicole) presente all'interno di un assorbitore piano. Per tipologia di costruzione sono disponibili molte soluzioni distinte per la selettività dell'assorbitore, per l'utilizzo di materiali (rame, acciaio inox e alluminio anodizzato) ed idoneità all'uso in impianti a circolazione forzata o naturale (questi ultimi meno costosi, più affidabili, ma meno integrabili architettonicamente per la presenza di un serbatoio di accumulo da posizionare più in alto del pannello e nelle immediate vicinanze). Pur con differenti varianti di mercato, le dimensioni più consuete di un collettore piano prevedono ingombri prossimi ai due metri quadrati, con lato più lungo tipicamente di due metri di estensione.

Collettori sottovuoto

A parità di superficie, presentano in genere un migliore rendimento medio stagionale, per il sostanziale annullamento delle perdite termiche per convezione e conduzione legate alla presenza di un'intercapedine tenuta sottovuoto spinto. Il calore raccolto da ciascun elemento (tubo sottovuoto) viene trasferito all'utilizzatore essenzialmente in due modi differenti: una tipologia consiste nell'utilizzo di circuiti ad U, all'interno del singolo tubo, entro i quali circola il fluido primario che riscalda e cede l'energia termica all'utilizzatore in un raccordo posto in alto; un'altra tipologia molto diffusa è rappresentata dai tubi di calore cosiddetti "heat pipe" all'interno dei quali è presente un fluido in equilibrio di fase con il suo vapore. Un "heat pipe" realizza uno scambio di calore trasportando delle grandi quantità di energia termica tra due interfacce, calda e fredda, del

dispositivo. L'assorbimento di radiazione solare comporta la vaporizzazione del liquido all'interfaccia calda (evaporatore). Il vapore generato si muove verso l'alto cedendo calore all'interfaccia fredda (condensatore). Se l'"heat pipe" è orientato verticalmente esso è anche chiamato termosifone bifase in quanto il liquido presente all'interno dell'heat pipe rifluisce in basso per forza di gravità, generando un flusso di liquido dal condensatore e determinando un processo continuo di trasporto energetico tra gli estremi del tubo stesso, pari al calore latente di vaporizzazione per la portata di liquido evaporata e condensata. Generalmente i tubi di calore, posizionati nella parte centrale dei tubi di vetro, sono in metallo termoconduttore (rame o alluminio) riportanti alettature per incrementare l'assorbimento della radiazione solare. Questa tipologia di collettori, in passato indicata principalmente per applicazioni a temperature più elevate di quelle raggiungibili con collettori piani, è adesso largamente commercializzata: costituisce in Cina circa il 90% del mercato locale, caratterizzato da una vendita superiore ai 20 milioni di m²/anno. Con l'immissione sul mercato di collettori a doppio tubo, la tecnologia sottovuoto sta incontrando un grande successo anche in Italia.

Collettori in materiale plastico

Una soluzione tecnica caratterizzata da costi molto bassi ed idoneità ad un impiego prevalentemente estivo è, infine, quella dei collettori non vetrati, dove l'assenza di copertura vetrata comporta perdite per convezione troppo elevate per l'utilizzo con le basse temperature esterne invernali: l'acqua da riscaldare percorre direttamente il collettore, evitando i costi e le complicazioni impiantistiche di uno scambiatore. Essa rappresenta pertanto la soluzione ideale per gli stabilimenti balneari, piscine scoperte e campeggi e per tutti gli ambiti residenziali con fabbisogno di acqua calda sanitaria prevalentemente estivo.

Per valutare la produzione di energia termica si possono considerare i valori di riferimento attribuiti ad un m² di superficie (esposta a Sud con un'inclinazione pari alla latitudine del luogo di installazione dell'impianto) pari agli irraggiamenti di 3,8 kWh/m²/giorno nel Nord Italia, 4,6 kWh/m²/giorno per le Regioni centrali e 5,0 kWh/m²/giorno per il Sud. Con un rendimento di impianto compreso fra il 40% ed il 45%, valori mediamente accettabili delle più comuni installazioni impiantistiche, si ottiene una produzione complessiva annua compresa fra i 550 ed i 750 kWh/m².

DATI TECNICO ECONOMICI

La riduzione del costo dell'energia termica prodotta costituisce la chiave di affermazione della tecnologia solare, sia per le applicazioni di bassa temperatura, che, soprattutto, per le applicazioni di alta temperatura per l'uso industriale e la climatizzazione solare. L'entità dell'investimento e la producibilità di un impianto sono i principali fattori nella determinazione del costo dell'energia termica prodotta. Intervenire sul valore del kWh_{th}, perciò, significa diminuire la spesa d'investimento dell'impianto abbattendo il costo

di fabbricazione dei collettori e degli accumuli, superando il limite di rendimento attuale dei collettori commerciali piani e a tubi sottovuoto.

Il costo di un impianto per la produzione di acqua calda ad uso sanitario domestico monofamiliare varia in funzione della quantità d'acqua desiderata, della complessità di installazione dell'impianto medesimo e del tipo di integrazione che la fonte solare realizza su di un impianto termoidraulico già esistente. Questi fattori rendono complessa l'analisi economica per la tecnologia e solo limitatamente all'utilizzo impiantistico per produzione di ACS, indicativamente, i costi possono variare da un minimo di 3.500 Euro ad un massimo di 4.500 Euro per l'installazione di una superficie di collettori che va da un minimo di 4 m² (2 collettori) ad un massimo di 6 m² (3 collettori). I vincoli tecnici dati dal tetto, dal tipo di caldaia di integrazione normalmente esistente e l'architettura dell'impianto d'ACS possono influire fortemente sul costo finale della tecnologia.

Molto diffusi sono gli impianti a circolazione forzata dimensionati in kit per la copertura mediamente del 70-80% del fabbisogno monofamiliare e reperibili sul mercato a costi inferiori ai 4.000 Euro a cui tuttavia vanno aggiunti i costi di installazione ed integrazione con la propria caldaia (almeno 1.000 – 1.500 Euro). Il costo medio del m² di collettore, che si attesta intorno ai 1.000-1.200 Euro/m², rende difficile la sostenibilità economica degli investimenti in assenza di adeguati meccanismi di incentivazione della tecnologia solare termica.

Nella comparazione con la produzione di energia termica dal gas (le performance economiche dei sistemi solari termici migliorano enormemente nel confronto con la produzione di energia termica da energia elettrica), una produzione annua pari a circa 700 kWh_{th} per m² di collettore solare installato e corrispondente ad un risparmio di 60-70 Euro/anno per mancato consumo di gas in caldaia, necessiterebbe di tempi di ritorno dell'investimento superiori ai 15 anni che solo grazie alle defiscalizzazioni attuali del 55% si dimezzano.

SITUAZIONE IN ITALIA

Lo stesso meccanismo di defiscalizzazione, introdotto dalla Finanziaria 2007 e non legato in alcun modo al risparmio energetico, sta introducendo anomalie di mercato e forte oscillazione dei costi della tecnologia solare, il più delle volte superiori a quelli prima indicati. Il mercato è tuttavia in fermento e con l'entrata in campo di grandi operatori della termotecnica è auspicabile nel breve periodo una riduzione dei costi della tecnologia.

Circa gli investimenti per gli innovativi sistemi ad accumulo termico stagionale ad integrazione solare, le performances economiche sono fortemente condizionate non solo dai costi degli accumuli (elevatissimi per ingegnerizzazione, cantierizzazione e realizzazione dei progetti) quanto più pesantemente dalle prestazioni termiche tanto degli accumuli stessi quanto della rete di distribuzione del calore alle utenze finali. Una frazione importante dei costi degli impianti termici ad accumulo stagionale assistiti da riscaldamento

solare è dovuta alla complessità ed unicità del sistema di accumulo selezionato per lo specifico sito di installazione ed al problema dell'individuazione del miglior compromesso economico per le scelte progettuali, che richiede un approccio analitico complesso e l'ottimizzazione di ciascun elemento tecnico e/o tecnologico di sistema. I programmi tecnico-scientifici di monitoraggio degli impianti termici ad accumulo stagionale in Germania sono volti ad identificare i punti deboli di ciascuna realizzazione pilota, allo scopo di ottimizzare le fasi ingegneristiche di realizzazione e rendere i progetti dimostrativi più economici, prerequisito, questo, per la loro penetrazione nel mercato.

La mancanza di adeguati programmi di incentivazione e sviluppo e lo scarso interesse imprenditoriale ed industriale fanno registrare un complessivo ritardo nazionale nella realizzazione di impianti pilota e nella partecipazione e cofinanziamento di progetti dimostrativi.

GEOTERMICO

Un'applicazione delle risorse geotermiche a "bassissima entalpia" che sta conoscendo negli ultimi anni una rapida diffusione in tutta Europa, ed anche in Italia, è quella delle cosiddette pompe di calore geotermiche, utilizzate per la climatizzazione estiva ed invernale di edifici, per la produzione di acqua calda sanitaria e per la produzione di "caldo/freddo" per cicli produttivi industriali ed alimentari. Il termine pompe di calore geotermiche (PCG) è utilizzato in maniera omnicomprensiva per indicare una varietà di sistemi che utilizzano il terreno, l'acqua sotterranea o l'acqua superficiale come scambiatori di calore.

I sistemi a PCG sono costituiti da tre componenti:

- un sistema di scambio geotermico (terreno, acqua)
- una pompa di calore
- un sistema di riscaldamento/refrigerazione collocato all'interno di un edificio.

Le PCG funzionano come un refrigeratore reversibile che rimuove calore da un luogo per depositarlo in altro luogo, ad es. dal terreno verso l'edificio in periodo invernale (modalità riscaldamento) e in direzione opposta in periodo estivo (modalità raffrescamento). L'applicazione principale è quindi la climatizzazione di edifici residenziali e commerciali, sebbene questi sistemi possano supportare anche la produzione di acqua calda sanitaria e la produzione di "caldo/freddo" per cicli produttivi industriali e alimentari. Una terminologia diffusa che contraddistingue il tipo di sistema di scambio geotermico utilizzato in accoppiata con le pompe di calore è quello di PCG a circuito aperto ed a circuito chiuso. I circuiti aperti sono costituiti dai sistemi che sfruttano direttamente l'acqua sotterranea o di superficie per lo scambio termico con la pompa di calore. La maggioranza dei sistemi a circuito aperto è costituita da pozzi che prelevano acqua di falda, mentre i sistemi che sfruttano direttamente l'acqua di superficie sono utilizzati limitatamente nelle

aree in cui c'è effettiva disponibilità di prelievo da corpi idrici superficiali (es. aree costiere, laghi, laguna).

I circuiti chiusi sfruttano, invece, indirettamente il calore contenuto nel terreno o nei corpi idrici tramite uno scambio con un fluido termovettore circolante in tubi o sonde. Per questo motivo, questi sistemi vengono anche definiti con i termini di sonde geotermiche (verticali o orizzontali a seconda della disposizione). Esiste un'altra categoria di scambiatori geotermici a circuito chiuso, definiti geostrutture (o pali energetici), costituiti da tubi contenenti un fluido termovettore integrati in piloni o pali di fondazione di edifici. Le sonde geotermiche verticali costituiscono la tipologia più diffusa. Esse sono costituite da perforazioni verticali in cui sono inseriti dei tubi di polietilene e lo spazio tra i tubi viene riempito con materiale definito grout. Il grout è generalmente di tipo bentonitico oppure del calcestruzzo arricchito con sabbie che ne elevano la conducibilità termica. Le profondità di perforazione variano tra i 40 e 200 m (mediamente tra gli 80 e 140 m) a seconda delle locali condizioni idrogeologiche, mentre i diametri di perforazione sono compresi tra i 100 e i 200 mm. Le sonde geotermiche orizzontali consistono in una serie di tubi posizionati in trincee scavate in superficie, generalmente di 1-2 m di profondità. Esse possono avere numerose configurazioni possibili, sia per forma dei tubi scambiatori, sia per il tipo di connessione idraulica tra i diversi tubi.

Il principio di funzionamento dei sistemi a PCG risiede nel fatto che a profondità di qualche decina di metri la temperatura del suolo diventa sostanzialmente stabile, risentendo in maniera minima delle fluttuazioni della temperatura dell'aria in superficie. Quindi, poiché i corpi idrici sotterranei e il terreno sono più caldi dell'aria esterna in inverno e più freddi dell'aria esterna in estate, lo scambio termico da parte di questi corpi con un fluido termovettore che trasferisce calore dall'ambiente da climatizzare diventa energeticamente conveniente. Infatti, sebbene le pompe di calore richiedano energia elettrica per funzionare, il bilancio energetico è complessivamente positivo.

La resa di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione "COP", dato dal rapporto tra energia termica resa (alla sorgente di interesse) ed energia elettrica consumata, il cui valore massimo nel funzionamento annuo varia da 4 a 6. La prospettiva tecnologica è sia di un miglioramento dell'efficienza delle PCG, sia di un miglioramento delle prestazioni degli scambiatori geotermici. Come riconosciuto dall'EPA (Environmental Protection Agency), la tecnologia a pompe di calore geotermiche è, fra tutte le tecnologie disponibili per la climatizzazione, quella a più basso valore di emissioni di CO₂. Oltre all'implementazione tecnologica di nuovi materiali e di pompe di calore più efficienti, la prospettiva di sviluppo dei sistemi a PCG è legata anche ad un affinamento della conoscenza del contesto geologico ed idrogeologico in cui si situano i sistemi PCG. Questo punto è essenziale per uno sfruttamento ottimale in termini energetici e per una tutela assoluta delle risorse idriche sotterranee. I maggiori rischi connessi sono infatti imputabili a:

- il rischio che nel corso della perforazione per l'installazione di sonde verticali o pozzi d'acqua si creino le interconnessioni tra falde acquifere diverse,
- le variazioni incontrollate di temperatura negli acquiferi,
- l'inquinamento delle falde sotterranee da parte di sostanze impiegate nel processo di scambio termico.

Le prospettive di uno sviluppo sostenibile dei sistemi a PCG sono pertanto legate ad una integrazione ottimale di competenze di progettazione geologica ed ingegneristica.

I **costi d'investimento** relativi all'installazione di sistemi a PCG possono essere suddivisi in costi di terreno e costi d'impianto. I costi di terreno sono quelli correlati all'esplorazione di superficie, alla perforazione, agli studi correlati (es. test di risposta termica, prove di pompaggio). I costi d'impianto sono invece quelli relativi alla progettazione, ai materiali impiegati, ai collegamenti idraulici e all'installazione. Il costo d'investimento per un sistema di PCG è normalmente il 20-40% più caro di un sistema convenzionale di climatizzazione. Tuttavia, a fronte di costi d'installazione maggiori, i costi di gestione di questi sistemi di climatizzazione rispetto a quelli tradizionali sono nettamente più bassi. Nel caso in cui un impianto a PCG sia utilizzato sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, il tempo di ritorno dell'investimento può variare da 3 a 5 anni; questo tempo si allunga fino a 10 anni se il sistema viene utilizzato unicamente in una delle due modalità. In Europa, il costo d'investimento specifico per un sistema a sonde verticali è stimato sui 3.000-6.000 Euro per un abitato di 100 m² tramite un pozzo di meno di 100 m di profondità. Altri effetti economici correlati all'uso di questi sistemi sono i bassi costi di manutenzione (non è necessaria una manutenzione regolare) e un'elevata durabilità, (oltre 50 anni per le sonde verticali e di diversi anni a seconda del contesto per i pozzi ad acqua di falda). La vita media delle pompe di calore geotermiche è di circa 40.000 ore di funzionamento, corrispondente a circa 20 anni.

SITUAZIONE IN ITALIA

Dopo la prima ricostruzione post-bellica, l'impiego della risorsa geotermica finalizzato alla generazione elettrica ha prodotto un notevole sviluppo quantitativo, scientifico, industriale e sociale, tanto da porre l'Italia in una netta posizione di leadership mondiale nell'ambito geotermoelettrico. Al contrario, si è verificato uno sviluppo molto più contenuto rispetto a molti altri paesi in Europa e nel mondo, per quanto riguarda gli usi diretti del fluido geotermico, soprattutto per scopi di riscaldamento di ambienti (Figura 47 e Figura 48), mentre invece fa eccezione l'impiego delle acque termali, noto e sviluppato già nell'antichità e ancora molto diffuso in diverse regioni italiane. Paradossalmente, il potenziale geotermico italiano entro profondità economicamente accessibili (3-4 km) è molto grande e, sebbene le risorse di alta temperatura adatta per la produzione elettrica sono molto concentrate, le risorse di moderata e bassa temperatura adatte per usi diretti si trovano quasi dappertutto nel Paese.

Figura 47: Usi non elettrici dell'energia geotermica in Europa nel 2000: potenza termica installata (MWt) (Fonte: L'und e Freetown)

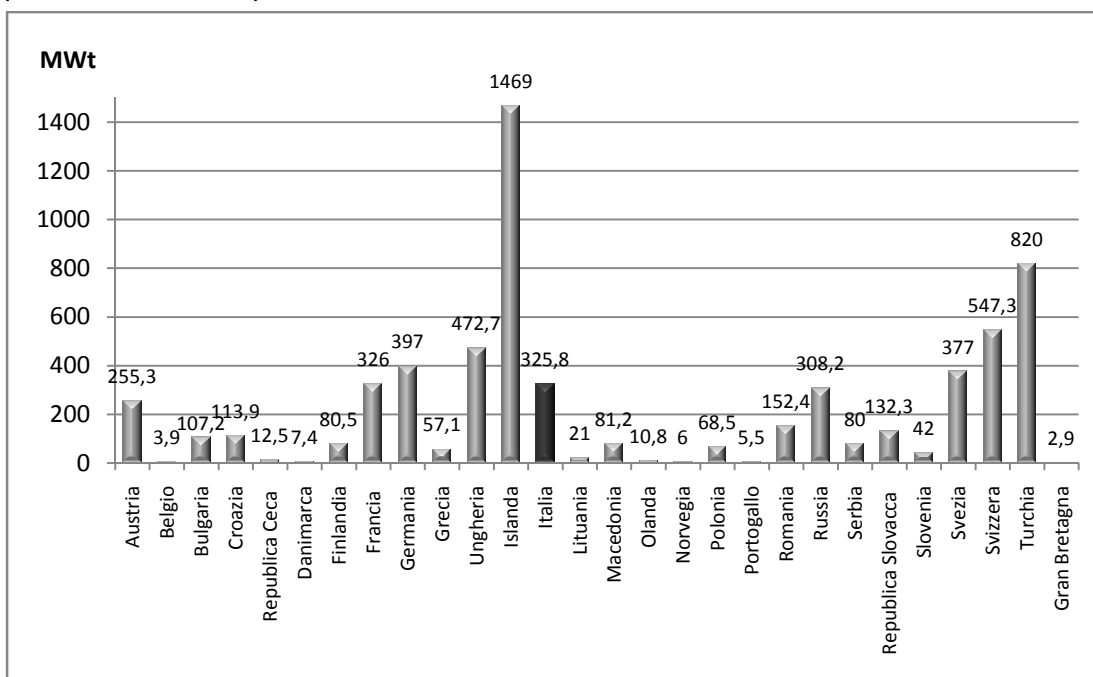
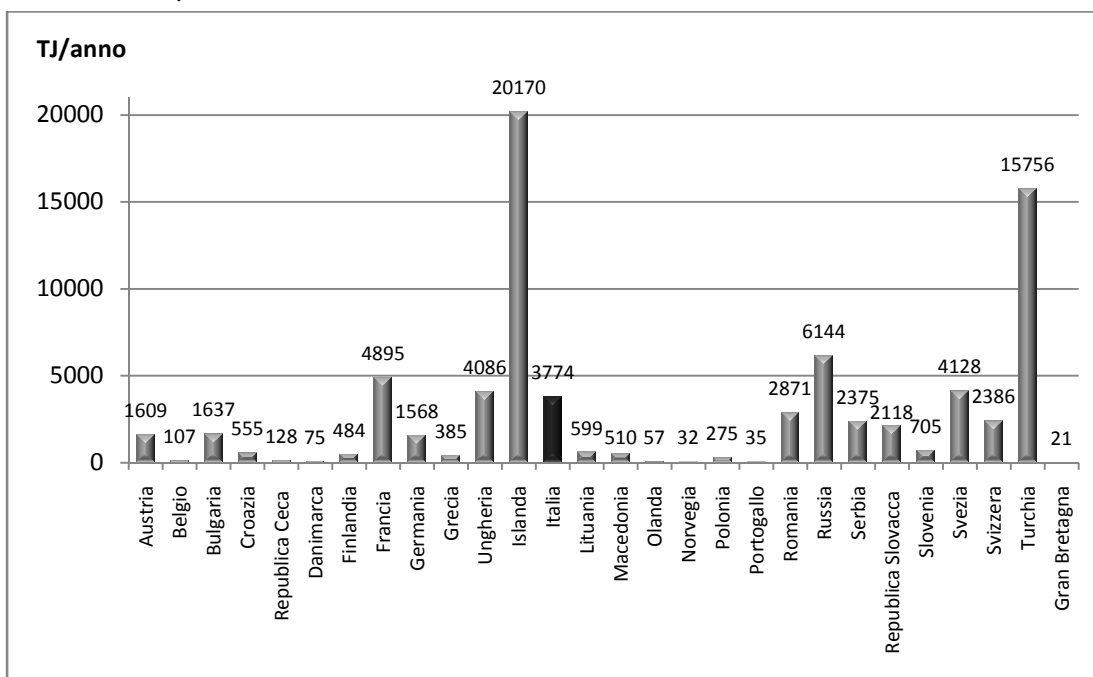
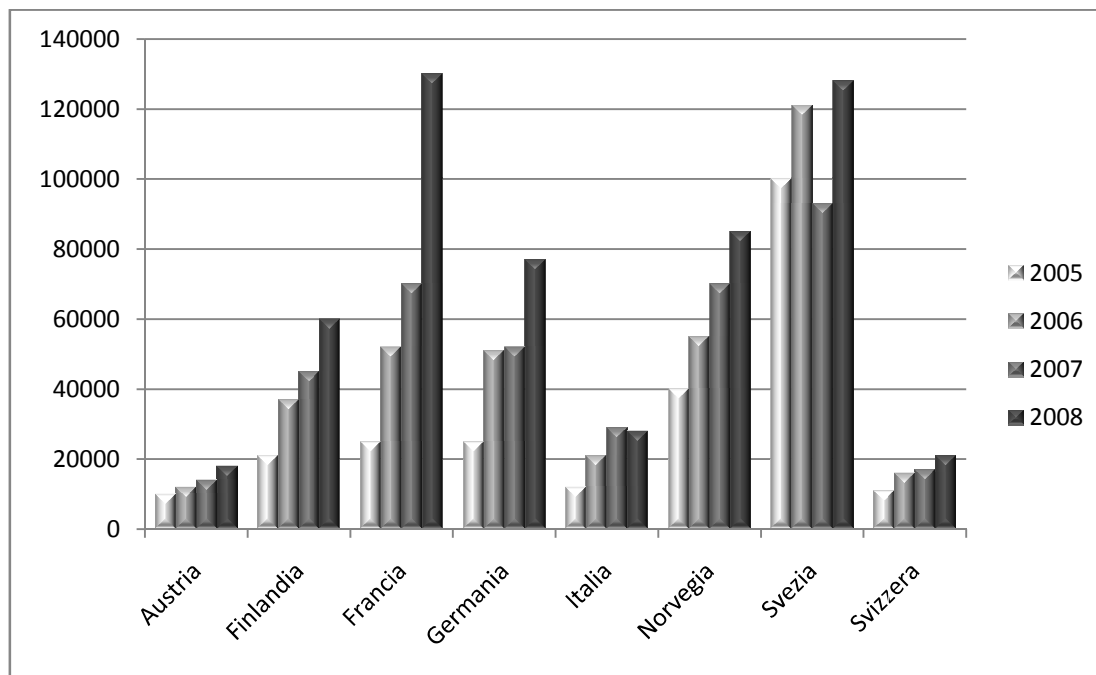


Figura 48: Usi non elettrici dell'energia geotermica in Europa nel 2000: energia utilizzata (TJ/anno) (Fonte: L'und e Freetown)



A fine 2006, per quanto riguarda l'impiego di fluidi geotermici per usi diretti non elettrici, si registrava una potenza termica installata totale, inclusi gli impianti a pompe di calore, di circa 650 MWt, per un utilizzo complessivo di energia termica di 8000 TJ/anno, e con un risparmio corrispondente di fonti fossili di circa 192000 TEP. Di questi, si stima che gli impianti geotermici a pompe di calore sviluppassero circa 150 MWt, con una energia prodotta di 600 TJ. Sebbene negli ultimi anni anche in Italia si sia verificato un incremento nel numero di installazioni di questo tipo, lo sviluppo nazionale mal riflette la situazione europea in cui la geotermia non elettrica ha suscitato molto interesse (Figura 49).

Figura 49: Volumi delle pompe di calore in Europa nel quadriennio 2005-2008 (Fonte: EHPA)



BIOMASSE

Si definisce biomassa qualsiasi sostanza di matrice organica, vegetale o animale, destinata a fini energetici o alla produzione di ammendante agricolo, e rappresenta una sofisticata forma di accumulo dell'energia solare. La brevità del periodo di ripristino fa sì che le biomasse rientrino tra le fonti energetiche rinnovabili, in quanto il tempo di sfruttamento della sostanza è paragonabile a quello di rigenerazione. Inoltre, fino a quando le biomasse bruciate sono rimpiazzate con nuove biomasse, l'immissione netta di anidride carbonica nell'atmosfera è nulla.

La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili ovvero trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi. Sono quindi biomasse, oltre alle essenze coltivate espressamente per scopi energetici, tutti i prodotti delle coltivazioni agricole e della forestazione, compresi i residui delle lavorazioni agricole e della silvicoltura, gli scarti dei prodotti agro-alimentari destinati all'alimentazione umana o alla zootecnia, i residui, non trattati chimicamente, dell'industria della lavorazione del legno e della carta, tutti i prodotti organici derivanti dall'attività biologica degli animali e dell'uomo, come quelli contenuti nei rifiuti urbani (la "frazione organica" dei Rifiuti). L'utilizzo delle biomasse presenta una grande variabilità in funzione dei tipi dei materiali disponibili e, nel tempo, sono state sviluppate molte tecnologie di conversione energetica, delle quali alcune possono considerarsi giunte ad un livello di sviluppo tale da consentirne l'utilizzazione su scala industriale, altre, invece, più recenti e molto complesse, necessitano di ulteriore sperimentazione al fine di aumentare i rendimenti e ridurre i costi di conversione energetica.

Per il settore edile esistono diversi tipi di **caldaie a biomassa** per il riscaldamento. Le principali sono le caldaie a fiamma inversa per la combustione di legna in ciocchi, le caldaie a cippato e le caldaie a pellets. La scelta nel tipo di combustibile da utilizzare, dipende dalle esigenze della struttura e dal tipo di impianto, se esistente o da realizzare ex novo. In generale gli impianti a cippato sono indicati per grosse strutture e per piccole e medie strutture con un'alta percentuale di utilizzo, mentre gli impianti a pellets sono indicati per piccole e medie strutture o per grosse strutture con una bassa percentuale di utilizzo. Rispetto agli impianti a cippato, le caldaie a pellet sono molto più pratiche nel montaggio e nella gestione e permettono l'adattamento anche su impianti esistenti (evitando in alcuni casi anche la sostituzione della caldaia esistente).

È importante definire l'autonomia di funzionamento che si intende raggiungere, che dipende dalla capienza del vano carico della legna (espressa in litri) e dalla potenza della caldaia (espressa in kW). Il rapporto tra queste due grandezze fornisce una stima del numero di ore di autonomia di funzionamento continuo alla massima potenza. La presenza di un accumulatore termico (serbatoio di accumulo) consente di aumentare l'autonomia soprattutto nei mesi freddi (l'energia prodotta dalla caldaia in un periodo limitato viene accumulata e ridistribuita all'impianto di riscaldamento nell'arco della giornata).

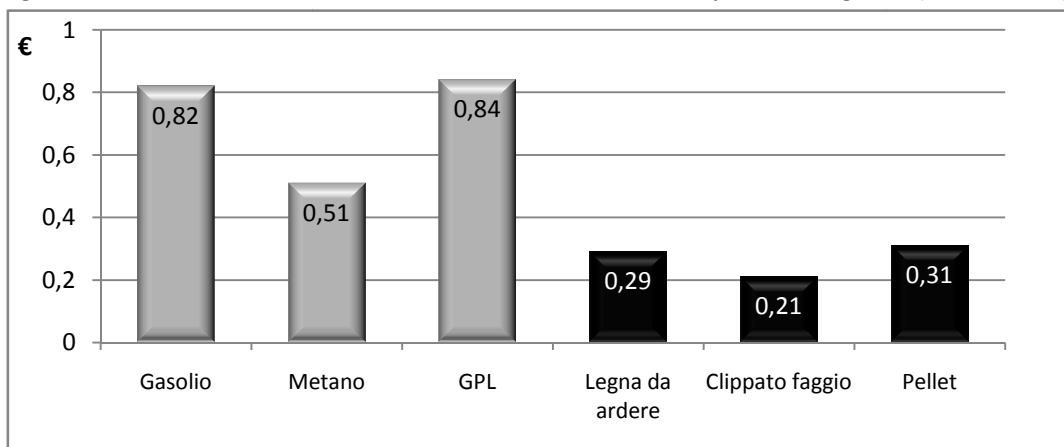
Ai fini di una **valutazione economica** occorre ricordare i costi e i poteri caloriferi dei diversi combustibili:

- Legna da ardere: il PCI oscilla tra 2000 e 4200 Kcal/Kg, il costo si aggira intorno agli 11 euro al quintale e la sua autonomia è di 6/7 ore;
- Cippato: il PCI varia tra 2000 e 3500 Kcal/Kg, il costo varia tra gli 1,5 e 6 euro al quintale;
- Pellet: il PCI è di 4000 - 4500 Kcal/Kg, il costo oscilla tra i 15 e i 20 euro al quintale con un autonomia di 15/20 giorni.

Il costo di un intero sistema alimentato a pellet, il più efficiente dato l'alto potere calorifero, per un edificio di 200 m² si aggira intorno ai 16.000 €. Considerando un fabbisogno energetico annuo di 45.000 kWh si ha un consumo di combustibile pari a 65 q/anno con un costo di circa 1200 €/anno. Se la caldaia alimentata a pellet va a sostituire una caldaia tradizionale a GPL si ha un risparmio di 3055 € all'anno. In termini assoluti il beneficio economico netto per ogni anno è di 1900 € e considerando l'investimento iniziale e la possibile detrazione IRPEF del 36% il tempo di ritorno economico è di 5/6 anni.

In Figura 50 si può vedere il confronto del costo della materia prima di questi combustibili rispetto ai combustibili classici.

Figura 50: Combustibili fossili e biomasse a confronto: costo di 1 litro equivalente di gasolio (Fonte: ITABIA)



Per quanto riguarda i **processi utilizzati** nella produzione delle biomasse, sono riconducibili a due categorie: processi termochimici e processi biochimici. Ad eccezione della combustione diretta tutte le altre tecnologie rappresentano pretrattamenti, mirati ad aumentare la resa termica, a sfruttare sino in fondo il materiale disponibile, a migliorarne la praticità di trasporto ed impiego e le caratteristiche di stoccaggio oppure a ridurre residui dopo l'utilizzazione.

I processi di conversione termochimica sono basati sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare la materia in energia e sono utilizzabili per i prodotti ed i residui cellulosici e legnosi. Le biomasse più adatte a subire processi di conversione termochimica tal quale sono:

- la legna e tutti i suoi derivati (segatura, trucioli, etc.),
- sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di potatura della vite e dei fruttiferi, etc.)
- scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, etc.).

I principali processi sono:

- combustione diretta;
- carbonizzazione;
- pirolisi;
- gassificazione;
- Steam Explosion (SE).

I processi di conversione biochimica sono dovuti al contributo di enzimi, funghi e micro-organismi, che si formano nella biomassa sotto particolari condizioni e vengono impiegati per quelle biomasse in cui il rapporto C/N sia inferiore a 30 e l'umidità alla raccolta superiore al 30%. Risultano idonei alla conversione biochimica:

- colture acquatiche
- alcuni sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, ortive, patata, ecc.)

- reflui zootecnici
- scarti di lavorazione (borlande, acqua di vegetazione, etc.)
- biomassa eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate

I principali processi sono:

- la digestione anaerobica;
- la digestione aerobica;
- la fermentazione alcolica;
- estrazione oli vegetali e produzione di biodiesel.

SITUAZIONE IN ITALIA

Secondo uno studio condotto dall'ENEA, attualmente le biomasse contribuiscono in Italia a meno del 2% del fabbisogno energetico primario. Tale contributo è largamente al di sotto del potenziale disponibile, ed è in gran parte dato da legna da ardere utilizzata in caminetti e stufe, spesso obsoleti e poco efficienti.

Per quanto riguarda il teleriscaldamento, un censimento condotto dall'associazione italiana per le biomasse (ITABIA) nel corso del 2008 ha evidenziato l'esistenza in Italia di circa 130 centrali di teleriscaldamento, a servizio di utenze diffuse sul territorio e gestite da una pluralità di operatori, (società di servizi comunali, società cooperative, società private e alcune ONLUS). Il censimento non ha preso in considerazione le caldaie a servizio di singoli soggetti, quali condomini privati o ville unifamiliari, che utilizzano biomasse, ma che sono privi di reti di distribuzione collettiva del calore.

La capacità delle centrali considerate raggiunge complessivamente circa 370 MWt; esse sono dotate di 172 caldaie, per una rete totale di circa 700 km e un numero di utenze allacciate superiori alle 14.000 unità. Il consumo complessivo di biomasse utilizzate, per i dati resi disponibili, si aggira su circa 300.000 t/anno, dato sottostimato in quanto di parecchie centrali non è stato possibile reperire dati a consuntivo della stagione invernale 2007-2008.

Le centrali censite sono diffuse soprattutto nelle regioni del Nord Italia, per ovvie ragioni climatiche. Risultano maggiormente concentrate in Valle d'Aosta e in Piemonte (13 centrali), in Lombardia (12 centrali), in Trentino Alto Adige (73 centrali) e in Friuli Venezia Giulia (15 centrali). Le restanti 15 centrali sono distribuite tra Veneto, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Marche, Campania e Basilicata. In particolare, ben 35 centrali di teleriscaldamento dell'Alto Adige aderiscono al Consorzio Biomassa Alto Adige, mentre altre 12 centrali sono operative sul territorio provinciale.

CONFRONTO ALTERNATIVE

Tabella 24: Energia termica: confronto alternative

	Costo	Prestazioni energetiche	Vantaggi / Svantaggi
Cogenerazione	Costo di installazione= 400-1000 €/kW	-15-35% di energia del combustibile sotto forma di energia elettrica, 50-75% come energia termica -fino al 40% di risparmio sul combustibile rispetto a fonti tradizionali	-Applicabile a contesti industriali o complessi residenziali (impianti da pochi kW fino a 10 MW) -Energia elettrica più energia termica
Solare termico	Costo collettore: 1.000-1.200 €/m ² Costo installazione: 1000-1500 € (impianto 4-6 m ²) Produzione energia: 700 kWh/m ² (1,5-2 €/kWhth)	Produzione complessiva annua = 550 ed i 750 kWh/m ² (η=40-45%). Risparmio rispetto a gas: 60-70 €/anno	-Forti incentivi statali -Economicamente svantaggioso senza incentivi -Emissione CO ₂ pari a zero -Adattabile a contesti industriali e residenziali
Geotermico	Costo di installazione= 3000-6000 € per un abitato di 100 m ² (per un sistema a sonde verticali tramite un pozzo di meno di 100 m di profondità.	COP (rapporto tra energia termica resa ed energia elettrica consumata) = 4-6.	-Necessità di poter perforare a grande profondità -Durata impianto elevata (fino a 40000 ore) -Bassa necessità di manutenzione -Bassa emissione di CO ₂ .
Biomasse	Costo di installazione= 16.000 € per un abitato di 200 m ² (caldaia a pellet) Costo carburante= 15-20 € al quintale (pellet)	Per un fabbisogno energetico annuo di 45.000 kWh si ha un risparmio di 3055 €/anno rispetto a GPL.	- Immissione netta di CO ₂ nulla -sostituibilità della precedente caldaia

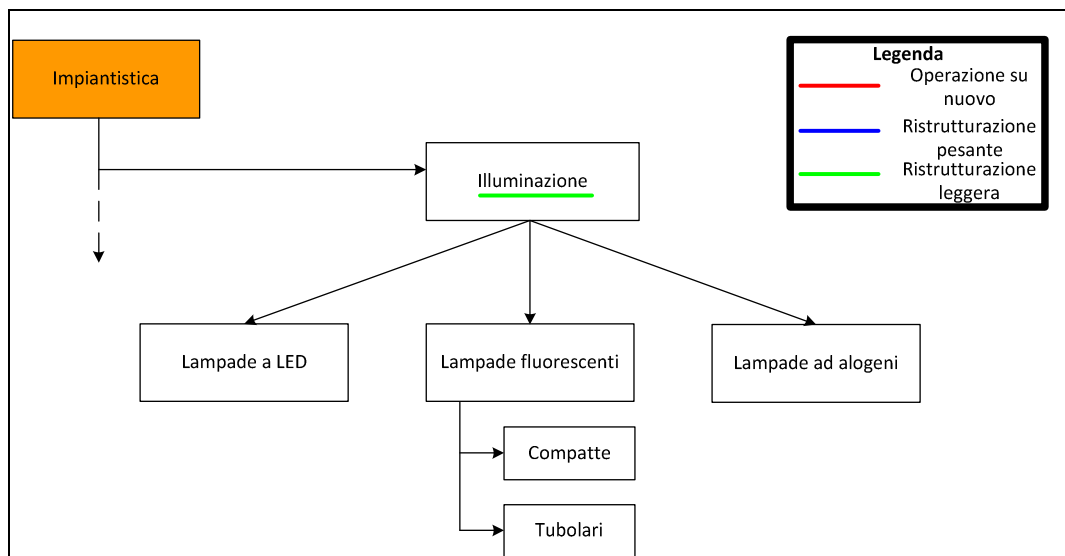
3.2. ILLUMINAZIONE

Ad oggi circa l'80% di tutta l'energia elettrica consumata nelle nostre case serve ad illuminare, in Italia, la quota annua di energia elettrica destinata a tale uso è, complessivamente, superiore ai 7 miliardi di kWh, corrispondenti a circa l'13.5 per cento del consumo totale di energia elettrica nel settore residenziale.

Ancora oggi le principali responsabili di questi consumi sono le tradizionali lampadine ad incandescenza, nonostante le recenti normative sul risparmio energetico emesse dall'Unione Europea le stia a poco a poco mettendo al bando.

Le alternative alle lampadine con il filamento in tungsteno, fortemente energivore, sono principalmente 3: i LED, le lampade ad alogeni e le lampade fluorescenti (Figura 51). Nei prossimi paragrafi verranno illustrate nei dettagli le loro caratteristiche schematizzate in Tabella 25.

Figura 51: Schema delle soluzioni disponibili per l'illuminazione



3.2.1. LED

I LED, Light Emitting Diodes, sono impiegati da anni nell'elettronica, nei semafori e nelle luci di posizione e stop delle automobili, nei display di informazione e nell'illuminazione decorativa di piazze, palazzi e monumenti, e iniziano ad essere sempre più presenti anche per uso domestico. Sono costituiti da materiali semiconduttori, come l'arseniuro di gallio, il fosforo di gallio, il carburo di silicio e il nitruro di gallio e indio, che quando sono attraversati da corrente elettrica emettono energia luminosa. L'esatta scelta dei semiconduttori determina la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita.

I LED consentono di risparmiare, a parità di luce emessa, fino all'80% di energia elettrica rispetto a una normale lampada a incandescenza, e hanno un tempo di vita che può arrivare fino a 100.000 ore, contro le 1.000 di una lampadina ad incandescenza e le 10.000 di una lampada a fluorescenza. La forza commerciale di questi dispositivi si basa

sulla loro potenzialità di ottenere elevata luminosità (quattro volte maggiore di quella delle lampade fluorescenti e filamento di tungsteno), basso prezzo, elevata efficienza ed affidabilità; inoltre essi non richiedono circuiti di alimentazione complessi, possiedono alta velocità di commutazione e la loro tecnologia di costruzione è compatibile con quella dei circuiti integrati al silicio. Il loro utilizzo nell'illuminazione domestica, presenta fondamentalmente un limite riguardante la quantità di luce emessa (flusso luminoso espresso in lumen), che nei modelli di ultima generazione per uso professionale si attesta intorno ai 120 lm, ma che nei modelli più economici raggiunge solo i 20 lm, contro i circa 550lm di una lampada ad incandescenza da 60 W.

Dal punto di vista applicativo i LED sono ad oggi molto utilizzati quando l'impianto di illuminazione richiede miniaturizzazione, colori saturi, effetti dinamici (variazione di colore RGB), lunga durata e robustezza e valorizzazione di forme e volumi.

Caratteristiche

- I LED consentono di risparmiare, a parità di luce emessa, fino all'80% di energia elettrica rispetto a una normale lampada a incandescenza.
- Hanno una durata di vita estremamente lunga, da 50.000 a oltre 100.000 ore e non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti.
- Hanno bassi costi di manutenzione, in quanto una lampada a LED continua a funzionare anche nel caso in cui uno o più elementi si danneggiano.
- I più comuni emettono luce rossa, arancio, verde e blu con colori saturi. Dalla loro combinazione è possibile creare le sfumature di colore volute. La luce bianca viene ottenuta rivestendo di giallo un LED blu. La luce è pulita perché priva di componenti IR e UV
- Ne esistono modelli che possono sostituire direttamente le lampade a incandescenza sugli impianti esistenti, e modelli che funzionano a bassissima tensione, da 12VDC a 48VDC.
- Sono molto appetibili da un punto di vista del design, in quanto hanno dimensioni drasticamente ridotte, si possono ottenere ottiche efficienti in plastica e permettono un forte effetto spot grazie alle sorgenti quasi puntiformi.
- Non riscaldano e permettono un'accensione a freddo fino a -40 °C.
- Si accendono immediatamente.
- L'assenza di mercurio e piombo ne consente lo smaltimento tra i rifiuti indifferenziati.
- Funzionano in sicurezza perché a bassissima tensione (normalmente tra i 3 e i 24 Vdc)
- Sono insensibili a umidità e vibrazioni

3.2.2. LAMPADE AD ALOGENI

Sono lampade ad incandescenza in cui viene introdotta una miscela di alogeni (essenzialmente bromo), che crea un processo di rigenerazione del filamento: quando il filamento raggiunge una determinata temperatura (circa 3000 gradi Kelvin), gli atomi di tungsteno che evaporano dal filamento, dopo essersi combinati chimicamente con gli alogeni, si ridepositano sul filamento per ricominciare un altro ciclo senza andare ad annerire il bulbo come accadeva con le normali lampadine ad incandescenza. I limiti riscontrati inizialmente, cioè l'emissione di raggi ultravioletti e l'eccessivo riscaldamento della lampada, sono stati oggi superati ponendo davanti alla lampada una lastra di vetro e con la costruzione di speciali lampade, alogene dicriche, dotate di uno schermo posteriore che riflette solamente la luce visibile lasciando disperdere i raggi infrarossi.

Nonostante il loro utilizzo riesca a ridurre di circa il 30% i consumi rispetto alle lampadine tradizionali, sono comunque considerate lampade ad incandescenza, e come tali ne verrà proibita la produzione a partire dal 2016.

Le lampade alogene hanno dimensioni molto ridotte e ciò costituisce in generale una caratteristica positiva ai fini soprattutto della riduzione dell'ingombro del complesso lampada più riflettore o proiettore e sono disponibili in una notevole varietà di forme e di potenze. Sono anche particolarmente adatte a essere impiegate in apparecchi che consentono di orientare con molta precisione il fascio luminoso nel punto desiderato, mentre invece se vengono utilizzate per l'illuminazione indiretta, è necessario impiegare potenze più elevate rispetto a quelle che si avrebbero con l'utilizzo di lampade a incandescenza o fluorescenza (200 o 300 W), per cui il consumo di energia è, conseguentemente, superiore.

In generale è possibile suddividere le lampade ad alogeni in due grandi famiglie, le lampade a bassissima tensione e le lampade a tensione di rete, a cui recentemente si è aggiunta una terza categoria, le lampade alogene IRC o a risparmio di energia, spesso considerata a se stante nonostante faccia in realtà parte delle lampade a bassissima tensione.

Le lampade a bassissima tensione (i *faretti*) da 6-12-24V, richiedono un trasformatore per il collegamento alla rete di 230V. Ne esistono di due tipi, le capsule senza riflettore adatte per apparecchi di illuminazione di dimensioni molto ridotte e per realizzare un'illuminazione di atmosfera tipo i soffitti "a cielo stellato", e le lampade con riflettore. Queste lampade hanno una vita che va dalle 4.000 alle 5.000 ore, quasi il doppio delle lampade alogene convenzionali.

Le lampade a tensione di rete possono essere installate direttamente senza l'impiego di trasformatori. Sono disponibili in varie potenze nei modelli con *attacco a vite tipo Edison*, che possono essere usate in sostituzione delle tradizionali lampade ad incandescenza; *lineari con doppio attacco*, che devono essere usate in apparecchi di illuminazione dotati di vetro frontale; e con *riflettore*.

Le lampade alogene IRC o a risparmio di energia sono lampade a bassa tensione, per cui hanno bisogno di un trasformatore per funzionare. La sigla IRC sta per Infrared coating che significa che hanno un riflettore che riporta parte del calore sul bulbo stesso, quindi richiedono meno energia per avere il bulbo alla temperatura ideale di funzionamento. Se confrontate con le alogene tradizionali consumano meno energia, disperdono meno calore, durano di più, hanno un flusso luminoso maggiore e costante nel tempo. Le alogene a risparmio energetico sostituiscono le incandescenti tradizionali dove serve luce localizzata, riaccensioni frequenti, utilizzo discontinuo, immediata disponibilità di luce.

Caratteristiche

- Le lampade alogene hanno una efficienza luminosa (circa 15-25 lumen/watt) che è quasi il doppio di quelle tradizionali.
- Durano il doppio di quelle tradizionali (la durata media è di circa 2.000 ore); quelle di ultima generazione (IRC) durano più di 4000 ore.
- Il decadimento del flusso luminoso in funzione delle ore di vita è praticamente trascurabile e non si ha annerimento del bulbo.
- Emettono luce "bianca" con una eccellente resa dei colori.
- È possibile regolare il flusso luminoso impiegando un semplice variatore.
- Quelle a bassa tensione hanno bisogno di un trasformatore per funzionare.
- Hanno dimensioni molto ridotte e sono disponibili in una notevole varietà di forme e di potenze.
- Sono consigliate dove serve illuminazione localizzata e decorativa, immediata disponibilità di luce, utilizzo discontinuo e accensioni e spegnimenti frequenti.
- Non contengono sostanze tossiche e pericolose per cui possono essere smaltite tra i rifiuti indifferenziati.

3.2.3. LAMPADE FLUORESCENTI

Le lampade fluorescenti fanno parte della famiglia delle lampade a scarica in gas. Sono costituite da un contenitore di vetro, con elettrodi sigillati all'estremità, all'interno del quale si trovano vapore di mercurio e un gas con particolari sostanze fluorescenti che trasformano le radiazioni ultraviolette invisibili, prodotte all'interno del tubo stesso quando si innesca la scarica nel vapore di mercurio, in radiazioni luminose visibili. Possiamo suddividere le lampade fluorescenti in:

- lampade fluorescenti tubolari;
- lampade fluorescenti tubolari ad alta frequenza;
- lampade fluorescenti compatte;
- lampade fluorescenti compatte integrate.

Queste lampade differiscono tra loro per tipo di reattore utilizzato, per prestazioni e per dimensioni.

TUBOLARI

Conosciute anche come “neon”, possono essere lineari o circolari. I diametri più adottati sono di 16mm, chiamate T5, e 26mm, chiamate T8. Le caratteristiche della luce emessa dalla lampada sono determinate dalla polvere fluorescente che riveste la parete interna del tubo. Le polveri fluorescenti più impiegate sono:

- le polveri standard. Le lampade rivestite con questo tipo di polveri sono le più economiche ma falsano i colori e li rendono sgradevoli. Queste lampade non sono adatte per l'illuminazione domestica, di uffici o di negozi, ma vengono impiegate nelle industrie.
- le polveri trifosforo, che sono le più impiegate, consentono di ottenere una tonalità di luce simile a quella delle lampade ad incandescenza e hanno un'elevata efficienza luminosa.
- le polveri pentafosforo che conferiscono alla lampada un indice di resa cromatica elevatissimo, uguale o superiore a 95, ma un'efficienza luminosa molto inferiore rispetto alle lampade rivestite con polveri del tipo trifosforo.

Dal punto di vista dell'efficienza, con un rendimento è di circa 90 lumen/watt, e dei consumi, le lampade fluorescenti tubolari sono molto vantaggiose: a parità di luce emessa consumano un quinto di una lampada ad incandescenza. La durata di vita media è di circa 10000 ore, molto superiore a quella delle lampade ad incandescenza.

Per l'alimentazione di queste lampade è necessario utilizzare un reattore per limitare il valore della corrente ed uno starter per facilitare l'innesco della scarica.

Sono ora disponibili sul mercato lampade tubolari fluorescenti espressamente realizzate per funzionare con alimentazione a mezzo di reattori elettronici ad alta frequenza, denominate appunto *lampade ad alta frequenza*. Esse sono caratterizzate da una durata di vita di circa 12000 ore, notevolmente superiore rispetto a quella delle lampade di tipo tradizionale. Anche la loro efficienza luminosa, circa 100 lumen/watt, è notevolmente superiore.

Il sistema costituito da lampade ad alta frequenza e reattori elettronici consente un risparmio globale di energia di circa il 25% rispetto a lampade e reattori convenzionali. Altri vantaggi sono:

- accensione istantanea senza starter
- assenza di sfarfallamento
- assenza di annerimento alle estremità

- possibilità di un'ottima regolazione del flusso luminoso (dal 10 per cento al 100 per cento) adottando reattori elettronici in una speciale versione (detta "dimming").

La regolazione del flusso può essere automatica attraverso fotocellule, o manuale attraverso un potenziometro. In particolare la regolazione automatica consente di mantenere nei locali un livello d'illuminamento prestabilito anche al variare della luce diurna e al progredire dell'invecchiamento delle lampade.

Caratteristiche

- Le lampade fluorescenti tubolari hanno un'elevata efficienza luminosa, da 50 a 120lm/W, che è da 4 a 10 volte superiore a quella delle lampade ad incandescenza.
- Hanno una lunga durata di vita, circa 10.000 ore, che è circa 10 volte maggiore delle lampade ad incandescenza. Ma attenzione, accensioni e spegnimenti molto frequenti, con intervalli inferiori ai 15 minuti, riducono sensibilmente il tempo di vita di queste lampade.
- Sono disponibili in diverse tonalità di luce, e la qualità della luce prodotta è molto buona, hanno una resa cromatica superiore a 80.
- Si accendono immediatamente o quasi immediatamente.
- Non possono essere collegate direttamente alla rete di alimentazione ma hanno bisogno di un reattore e in alcuni casi di uno starter. Se il reattore è del tipo elettronico, che è più efficiente di quello tradizionale, le lampade durano di più e hanno un'efficienza maggiore.
- Sono particolarmente indicate per illuminare ambienti interni ed esterni nei casi in cui vi è la necessità di un uso prolungato e senza accensioni e spegnimenti troppo frequenti.
- Il flusso luminoso è regolabile da 10 a 100% utilizzando un particolare reattore elettronico detto "dimming".
- Vanno smaltite consegnandole agli impianti comunali di raccolta differenziata o ad aziende autorizzate, in quanto contengono piccole quantità di mercurio.

COMPATTE

Conosciute come "lampade a risparmio di energia" hanno dimensioni e tonalità di luce simili a quelle delle lampade ad incandescenza, ma un'efficienza luminosa e da una durata di vita notevolmente superiori. Esistono nella versione con reattore integrato e non integrato all'interno della lampada. Il reattore può essere del tipo convenzionale o elettronico che è più efficiente.

Per quanto riguarda i principi di funzionamento sono comparabili alle lampade tubolari fluorescenti di cui costituiscono la miniaturizzazione. Le lampade fluorescenti

compatte hanno un'efficienza luminosa che varia da 40 a 60 lumen/watt a seconda del tipo e quindi consentono di ridurre fortemente i consumi d'energia elettrica (circa il 70 per cento) che si avrebbero impiegando comuni lampade ad incandescenza di equivalente flusso luminoso: ad esempio, una di queste lampade da 20 watt fornisce la stessa quantità di luce di una lampada ad incandescenza da 100 watt.

Inoltre le lampade fluorescenti compatte hanno una durata di 10.000 ore, 10 volte superiori a quella delle lampade ad incandescenza. Vogliamo comunque ricordare che per la durata delle lampade compatte è importante il numero di accensioni. Accensioni e spegnimenti molto frequenti, superiori alle 10 volte nelle 24 ore, possono in effetti ridurre sensibilmente la durata. L'accensione elettronica è molto adatta per gli impieghi che richiedono una accensione istantanea e ripetuta, riducendo anche il fastidioso inconveniente dei tempi d'attesa per l'accensione.

Queste lampade sono particolarmente indicate laddove vi è la necessità di un uso prolungato e senza accensioni troppo frequenti, sia per ambienti interni (cucina, o altri spazi di lavoro, negozi, centri commerciali, ecc.) sia per ambienti esterni (giardini, portoni d'ingresso, ecc.). Le lampade fluorescenti compatte costano di più rispetto alle lampade ad incandescenza ma permettono un sostanziale risparmio nei consumi. Tuttavia è probabile che, aumentando la diffusione di queste lampade, i prezzi possano scendere.

Caratteristiche

- Le lampade fluorescenti tubolari hanno un'elevata efficienza luminosa, da 40 a 60 lm/W, 4 volte superiore a quella delle lampade ad incandescenza.
- Hanno una lunga durata di vita, circa 10.000 ore, che è circa 10 volte maggiore delle lampade ad incandescenza. Sono disponibili in diverse tonalità di luce, e la qualità della luce prodotta è molto buona, hanno una resa cromatica superiore a 80.
- Si accendono immediatamente o quasi immediatamente.
- Non possono essere collegate direttamente alla rete di alimentazione ma hanno bisogno di un reattore e in alcuni casi di uno starter. Se il reattore è del tipo elettronico, che è più efficiente di quello tradizionale, le lampade durano di più e hanno un'efficienza maggiore.
- Vanno smaltite consegnandole agli impianti comunali di raccolta differenziata o ad aziende autorizzate, in quanto contengono piccole quantità di mercurio.

CONFRONTO ALTERNATIVE

Tabella 25: Illuminazione: confronto alternative

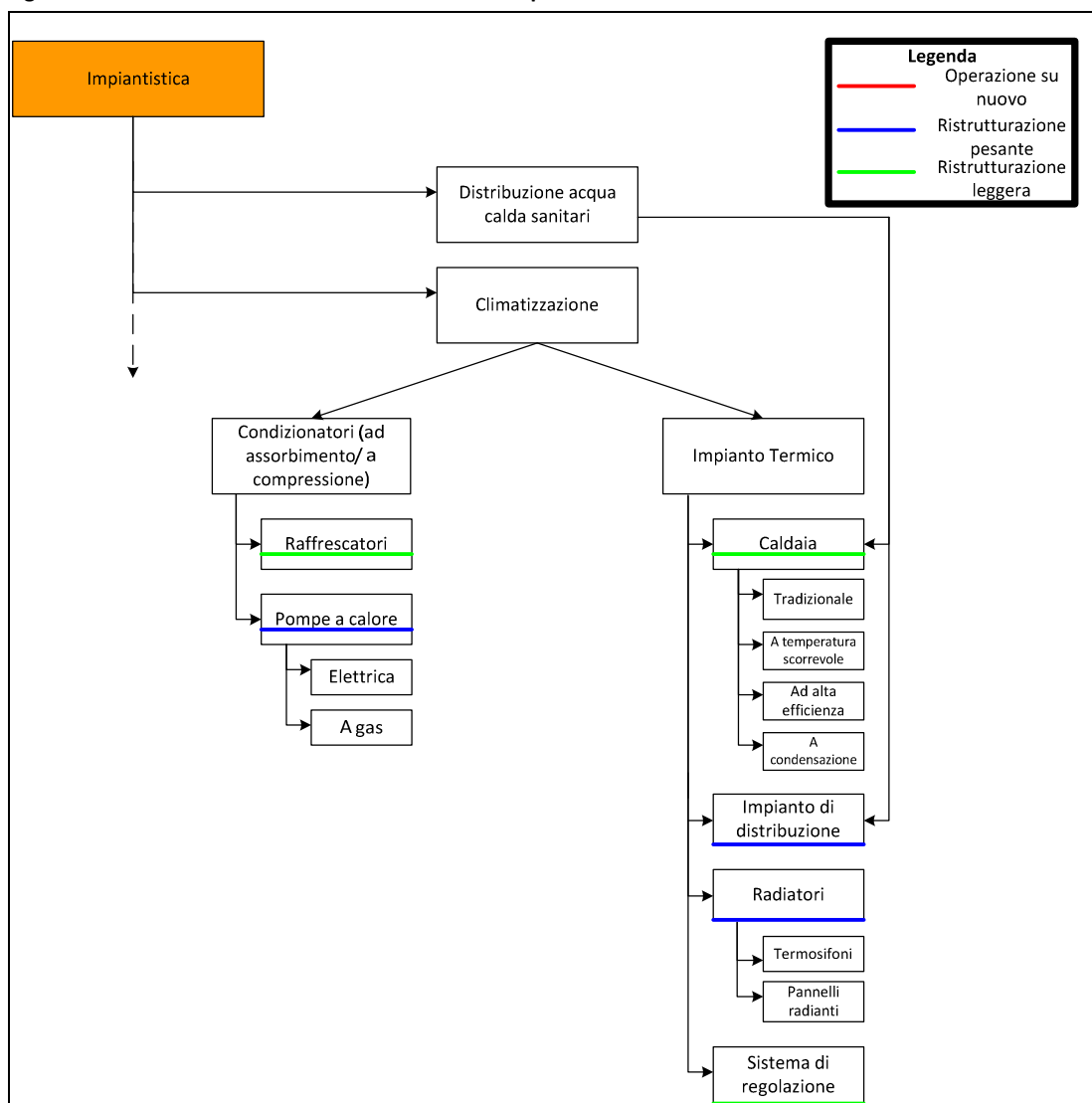
	LED	Lampade ad alogeni	Lampade Fluorescenti	
			Compatte	Tubolari
PRESTAZIONI				
Efficienza Luminosa [lm/W]	64-104	15-25	50 -75	50-120
Durata [h]	50000-100000	1500-2000(classiche) 2000-5000 (IRC)	6000-15000	10000-24000
Resa cromatica [Ra]	60-80	100	80-90	60-90
COSTI				
Acquisizione	Elevato: 30-80 €	Ridotto: 3-8 €	Medio: 10-20 €	Ridotto: 3-10 €
Installazione	Elevato (ancora poco utilizzati in edilizia, solo i modelli di ultima generazione sostituiscono direttamente le lampadine a incandescenza)	Ridotto (possono sostituire direttamente le vecchie lampadine a incandescenza, solo quelle a bassissima tensione necessitano un trasformatore)	Medio (non sono direttamente collegabili alla rete elettrica: necessitano di un reattore e di uno starter)	Medio (non sono direttamente collegabili alla rete elettrica: necessitano di un alimentatore)
Manutenzione	Ridotto (la lampada continua a funzionare anche in caso di danneggiamento di uno o più elementi)	Elevato (fragili, se danneggiate è necessario sostituirle)	Medio (se danneggiate è necessario sostituirle)	Medio (se danneggiate è necessario sostituirle)
Smaltimento	Ridotto (rifiuti indifferenziati)	Ridotto (rifiuti indifferenziati)	Elevato (centro raccolta specializzato)	Elevato (centro raccolta specializzato)
ALTRE CARATTERISTICHE				
Vantaggi	- Dimensioni ridotte -Non riscaldano. - Accensione immediata	- Piccole dimensioni - Ottima resa cromatica - Riaccensione immediata - Varietà di forme - Varietà di attacchi	- Diverse tonalità di colore - Bassi costi di esercizio - Basso sviluppo di calore	- Diverse tonalità di colore - Bassi costi di esercizio - Basso sviluppo di calore - Bassa luminanza
Svantaggi	-Costo -Resa cromatica scarsa	- Elevata emissione di calore - Fragili	- Elevato costo iniziale - Sensibilità alla temperatura	- Sensibilità alla temperatura - Controllo ottico limitato
Utilizzo	Illuminazione di ambienti interni ed esterni.	Illuminazione localizzata e decorativa.	Illuminazione di ambienti interni ed esterni.	Illuminazione di ambienti interni ed esterni.

3.3. CLIMATIZZAZIONE E DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA SANITARI

Il raffrescamento e il riscaldamento degli edifici rappresentano uno delle principali fonti di consumo dell'edificio, oltre che il secondo principale fattore di inquinamento delle città dopo il traffico.

Una corretta conoscenza e gestione degli elementi costitutivi dei sistemi di climatizzazione e di distribuzione dell'acqua calda è indispensabile per un'analisi completa dei fattori influenzanti l'efficienza energetica in edilizia. Nei prossimi capitoli si procederà quindi alla presentazione di questi elementi, seguendo lo schema logico raffigurato in Figura 52.

Figura 52: Schema climatizzazione e distribuzione acqua calda sanitari



3.3.1. CONDIZIONATORI

I condizionatori dell'aria si dividono in due grandi famiglie:

- pompe di calore
- raffrescatori

Le pompe di calore sono quegli apparecchi in grado sia di riscaldare che di raffrescare un ambiente, mentre i raffrescatori, come dice la parola stessa, sono apparecchi che raffrescano il locale dove vengono installati. Entrambi vengono comunemente chiamati "condizionatori". Le prestazioni energetiche delle pompe di calore sono nettamente superiori a quelle dei raffrescatori, ma anche il loro costo non è paragonabile, prevedendo forti spese per la realizzazione dell'impianto di comunicazione con la sorgente fredda (si vede per esempio il capitolo dedicato alla geotermia nell'ambito della produzione di energia termica).

I condizionatori si differenziano anche per il principio di funzionamento, ad assorbimento o a compressione. Attualmente i condizionatori ad assorbimento si trovano in commercio solo di media e grande taglia, adatti cioè a condizionare l'aria di locali di grandi dimensioni come ristoranti, fabbriche e centri commerciali, mentre i condizionatori a compressione sono più adatti per le installazioni residenziali.

Oltre alla funzione di raffrescamento ed eventuale riscaldamento, i condizionatori svolgono anche un'azione di deumidificazione dell'aria: quando l'aria passa attraverso lo scambiatore per raffreddarsi, l'umidità in essa contenuta si deposita sotto forma di condensa che cade nella vaschetta di scarico allontanata dal locale attraverso un tubo, mentre l'aria esce dallo scambiatore asciutta. Inoltre i moderni condizionatori sono accessoriati di filtri in grado di purificare l'aria da smog, polline e polvere.

RAFFRESCATORI

In commercio si trovano una vasta gamma di raffrescatori d'aria. Possono essere mobili o fissi, e per entrambi troviamo la versione monoblocco o split, ovvero con unità interna ed esterna separate. I raffrescatori fissi sono più efficienti, meno rumorosi e meno costosi di quelli mobili, ma la loro installazione deve essere effettuata da personale specializzato.

POMPE DI CALORE

Si è già parlato di pompe di calore nel capitolo riservato alla produzione di energia elettrica ed in particolare alla geotermia, a cui si rinvia per quanto riguarda i dati di diffusione nazionale.

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore presente in un fluido a temperatura più bassa ad un altro a temperatura più alta. Il vantaggio nell'uso della pompa di calore deriva dalla sua capacità di fornire più energia (calore) di quella impiegata

per il suo funzionamento in quanto estrae calore dall'ambiente esterno cioè utilizza energia rinnovabile contenuta nel mezzo esterno da cui si estrae calore, detto sorgente fredda. Nella pompa di calore il fluido frigorigeno assorbe calore dalla sorgente fredda tramite l'evaporatore.

Le principali sorgenti fredde sono:

- l'aria: esterna al locale da riscaldare, tipicamente l'aria dell'ambiente esterno;
- l'acqua: di falda, di fiume, di lago quando questa è presente in prossimità dei locali da riscaldare e a ridotta profondità, da serbatoi e riscaldata dalla radiazione solare;
- il terreno, nel quale vengono inserite a profondità variabile delle specifiche tubazioni relative all'evaporatore (tubazioni chiamate sonde geotermiche).

In commercio oggi sono disponibili diversi tipi di pompe di calore: quelle elettriche, cioè funzionanti per mezzo di un compressore che funziona elettricamente, e quelle ad assorbimento, funzionanti per mezzo di un bruciatore alimentato a gas metano o GPL. In Tabella 26 viene presentato un confronto tra le diverse tipologie di pompe secondo la sorgente fredda ed il tipo di alimentazione.

Pompa di calore elettrica

La pompa consuma energia elettrica per il compressore ed il suo circuito chiuso è rappresentato da un compressore, un condensatore, una valvola di espansione ed un evaporatore. Il ciclo della pompa è il seguente:

- 1) Condensazione: il fluido frigorigeno, proveniente dal compressore, passa dallo stato gassoso a quello liquido cedendo calore all'esterno.
- 2) Espansione: passando attraverso la valvola di espansione il fluido frigorigeno liquido si raffredda e si trasforma parzialmente in vapore.
- 3) Evaporazione: il fluido frigorigeno assorbe calore ed evapora completamente. Compressione: il fluido frigorigeno allo stato gassoso e a bassa pressione, proveniente dall'evaporatore, viene portato ad alta pressione; nella compressione si riscalda assorbendo una certa quantità di calore.

L'insieme di queste trasformazioni costituisce il ciclo della pompa di calore: fornendo energia con il compressore al fluido frigorigeno questo, nell'evaporatore, assorbe calore dal mezzo circostante e, tramite il condensatore, lo cede al mezzo da riscaldare.

L'efficienza di una pompa di calore elettrica è misurata dal coefficiente di prestazione "C.O.P." che è il rapporto tra energia fornita (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia elettrica consumata. Il C.O.P. è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 3. Questo vuol dire che per 1 kWh di energia elettrica consumata, fornirà 3 kWh di calore al mezzo da

riscaldare. Calcolando l'efficienza di una pompa di calore elettrica sul consumo di energia elettrica, si deve tenere conto dell'energia consumata nelle centrali elettriche per produrre elettricità. Stimando un'efficienza media delle centrali del 36%, il C.O.P._{ep} delle pompe di calore elettriche sarà: $C.O.P._{ep} = 3 \times 0,36 = 1,1$.

Quando la temperatura della sorgente fredda è inferiore a -5°C la pompa di calore spesso viene disattivata o compensata da una resistenza elettrica in quanto le sue prestazioni si riducono significativamente.

Pompa di calore ad assorbimento

La pompa consuma gas metano/GPL nel generatore ed il suo circuito chiuso è rappresentato da un generatore, un assorbitore, un condensatore, una serie di restrittori ed un evaporatore., fornendo energia con il bruciatore a metano/GPL il fluido frigorifero nell'evaporatore assorbe calore dal fluido esterno e, tramite il condensatore, lo cede al mezzo da riscaldare secondo il seguente ciclo:

- 1) Condensazione: il fluido frigorifero, proveniente dal generatore passa dallo stato gassoso a quello liquido, cedendo calore al fluido esterno (acqua o aria).
- 2) Espansione: passando attraverso dei restrittori, cioè restringimenti opportunamente calibrati, la pressione e la temperatura del fluido frigorifero liquido si abbassano.
- 3) Evaporazione: il fluido frigorifero assorbe calore dal fluido esterno (aria o acqua) ed evapora completamente ritornando gassoso.
- 4) Assorbitore: il fluido frigorifero viene assorbito dal fluido assorbente, rendendolo nuovamente liquido.
- 5) Generatore: la soluzione liquida dei fluidi frigorifero ed assorbente viene riscaldata nel generatore per mezzo di un bruciatore a gas, separando il fluido refrigerante, che evapora aumentando di temperatura e di pressione.

L'efficienza di una pompa di calore a gas è misurata dal valore di efficienza di utilizzazione del gas "G.U.E." (Gas Utilization Efficiency), che è il rapporto tra l'energia fornita (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia consumata dal bruciatore. Il G.U.E. è variabile in funzione del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 1,5. Questo vuol dire che per 1 kWh di gas consumato fornirà 1,5 kWh di calore al mezzo da riscaldare

La pompa di calore a gas può funzionare fino a temperature dell'aria di -20°C (20° sotto lo zero) fornendo un'efficienza ancora intorno a 1, paragonabile a quella di una caldaia a condensazione.

Tabella 26: Climatizzazione: confronto alternative pompe a calore

Sorgente fredda	Alimentazione	Vantaggi/Svantaggi
Acqua	Elettrica	L'acqua come sorgente fredda garantisce le prestazioni della pompa di calore senza risentire delle condizioni climatiche esterne; tuttavia richiede un costo addizionale dovuto al sistema di adduzione dell'acqua e al suo trattamento.
	A gas	
Aria	Elettrica	Nel caso si utilizzi l'aria esterna, è necessario, intorno a 0°C, un sistema di sbrinamento che comporta un ulteriore consumo di energia. Durante questa fase la pompa di calore utilizza il calore dal pozzo caldo per sbrinare la batteria e quindi il riscaldamento cessa per alcuni minuti.
	A gas	Nel caso si utilizzi l'aria esterna, è necessario, intorno a 0°C, un sistema di sbrinamento, che si inserisce automaticamente. La potenza termica erogata nel periodo di sbrinamento (che dura pochi minuti) diminuisce, ma non cessa completamente.
Terreno	Elettrica	È necessaria una estensione di terreno da 2 a 3 volte superiore alla superficie dei locali da riscaldare o, in caso di tubature verticali, occorre arrivare ad una profondità pari ad una decina di metri. Si tratta quindi di una soluzione costosa, sia per il terreno necessario che per la complessità dell'impianto.
	A gas	È necessaria una estensione di terreno da 1,5 a 2 volte superiore della superficie da riscaldare o, in caso di tubature verticali, occorre arrivare ad una profondità pari ad una decina di metri. Si tratta di una soluzione che necessita una maggiore complessità dell'impianto.

SITUAZIONE IN ITALIA

Gli istituti ufficiali di statistica della maggior parte dei Paesi europei, tra cui anche l'Italia (fanno eccezione Austria, Paesi Bassi e Repubblica Ceca), non pubblicano regolarmente il numero e la capacità delle pompe di calore.

Questo spiega perché una larga quota delle statistiche esistenti viene dalle associazioni industriali nazionali (SVEP per la Svezia, SULPU per la Finlandia, AFPAC per la Francia, BWP per la Germania, ESPEL per l'Estonia, ecc.) o da associazioni industriali europee (EHPA – European Heat Pump Association). Il mercato delle pompe geotermiche è completamente ignorato in alcuni Paesi in assenza di studi o monitoraggio. Inoltre, più spesso che non, è disponibile solo una stima del numero dei sistemi; l'equivalente capacità di questi sistemi è successivamente estrapolata dalla capacità media per sistema, definita sulla base di caratteristiche dei mercati e del tipo di pompe di calore vendute in questi mercati.

Inoltre il mercato delle GSHP (pompe di calore geotermiche) ad alta potenza per il riscaldamento delle abitazioni collettive o di edifici commerciali non è affatto monitorato, quindi nonostante il trend verso lo sviluppo di questo segmento, è impossibile misurare la sua crescita globale. Gli obblighi della nuova direttiva europea sulle energie rinnovabili costringeranno vari Stati membri a mettere in atto la raccolta dei dati e metodi contabili per conformarsi a questi nuovi criteri, in modo che in futuro le statistiche sulle pompe di calore saranno monitorate più da vicino e quindi molto più attendibili.

Inoltre, fino a poco tempo fa, solo il segmento GSHP è stato monitorato da un punto di vista statistico in quanto storicamente solo questo tipo di pompa di calore era considerato in grado di produrre energia rinnovabile. L'esclusione delle pompe di calore ad aria (ASHP) è stata giustificata anche per i loro più bassi e meno consistenti livelli di rendimento in inverno. Alla fine degli anni '90, molte ASHP faticavano a superare la soglia di convenienza in termini di energia primaria in cui un consumo di elettricità di 1 kWh era trasformato in una produzione di 2,58 kWh di energia termica ed il coefficiente di rendimento era quindi inferiore a 3 – il livello minimo di rendimento per considerarla energia rinnovabile. Negli anni recenti un numero di innovazioni tecnologiche, soprattutto il compressore, hanno significativamente migliorato i livelli di performance delle ASHP. Questi modelli di nuova generazione giustificano l'inclusione delle ASHP nell'ambito delle energie rinnovabili come definito nella nuova direttiva sul tema.

Per quanto riguarda gli altri impianti di climatizzazione, dopo una crescita durata un decennio, nel 2008 il mercato dei condizionatori si è trovato ha iniziato a registrare un forte calo, arrivando nel 2009 a registrare una contrazione di quasi il 25% su entrambi i suoi canali di distribuzione principali: eldom e i grossisti idrotermosanitari.

Secondo una ricerca svolta GfK Retail and Technology Italia, nel canale eldom si è registrato un trend negativo sia a volume (-6% rispetto al 2008) che a valore (-10%). L'unica nota positiva è rappresentata dal mercato del riscaldamento elettrico, che ha registrato nell'ultimo trimestre 2009 tendenze in media più positive sia in volume che in valore, grazie anche al perdurare delle basse temperature.

La flessione del valore del mercato è attribuita da GfK ad una decrescita sostanziale dei prezzi medi. I condizionatori fissi, che ad oggi coprono il 70% dei volumi totali, sono passati da un prezzo medio di 500 euro a 432 euro (-13%) in soli tre anni; i portatili, il cui volume di vendite è sceso del 30%, sono passati da un prezzo medio di 439 a 342 euro (-22%). La tecnologia dell'inverter, che rappresenta oggi il 30% delle vendite totali (il 50% a valore e un trend di +39% a volume), e l'importanza della classe di efficienza energetica A (+85%) non sono riuscite a contrastare il calo dei prezzi medi.

Nel canale grossisti idrotermosanitari le tendenze rilevate sono anche peggiori di quelle registrate nel canale eldom: -20% a volume e -15% in termini di valore i trend rilevati a chiusura dell'anno 2009. Anche il mercato del trattamento aria, di cui i deumidificatori e i combi rappresentano più del 60% del totale, si è chiuso in negativo rispetto al periodo di riferimento ottobre-dicembre dell'anno precedente.

3.3.2. IMPIANTO TERMICO

Ogni anno, in Italia, per riscaldare le nostre abitazioni bruciamo circa 14 miliardi di metri cubi di gas, 4,2 miliardi di chilogrammi di gasolio, oltre a 2,4 milioni di tonnellate di combustibili solidi, soprattutto legna e un po' di carbone. Così facendo si riversano nell'aria circa 380.000 tonnellate di sostanze inquinanti come ossidi di zolfo e di azoto, monossido di

carbonio ed il riscaldamento diventa, dopo il traffico, la maggiore causa dell'inquinamento delle nostre città.

Inoltre, in termini economici, l'Italia deve spendere globalmente oltre 12 milioni di Euro per l'acquisto all'estero dell'energia, ed ogni famiglia italiana spende, in media oltre 500 € all'anno per riscaldarsi.

Tutta la normativa che riguarda la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti di riscaldamento è stata modificata con l'obiettivo di contenere i consumi di energia, ridurre le emissioni inquinanti ed aumentare la sicurezza. La legge n. 10 del 1991 e i successivi decreti di attuazione, in particolare il D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 ed il recente D.P.R. 551 del 21 dicembre 1999 (pubblicato sulla GU n. 81 del 6 aprile 2000), hanno trasformato i più recenti criteri tecnici per l'uso razionale dell'energia in disposizioni alle quali tutti devono attenersi.

Nei prossimi paragrafi verranno descritti brevemente i diversi componenti che fanno parte dell'impianto termico e del sistema di distribuzione di acqua calda.

CALDAIA

La caldaia è il cuore dell'impianto termico, dove il combustibile viene bruciato per scaldare l'acqua o l'aria (fluido termovettore) che circolerà poi nell'impianto. È composta, in generale, da un bruciatore che miscela l'aria con il combustibile e alimenta una camera di combustione (il focolare), da una serie di tubi attraverso i quali i fumi caldi prodotti dalla combustione scaldano il fluido termovettore e da un involucro esterno di materiale isolante protetto da una lamiera (mantello isolante).

L'energia contenuta nel combustibile viene per la maggior parte trasferita al fluido termovettore, ed in piccola parte dispersa verso l'esterno dal corpo stesso della caldaia (attraverso il mantello isolante) e soprattutto dai fumi che fuoriescono, ancora caldi, dal camino. Più vicini sono i valori della potenza al focolare e della potenza utile, minori sono le perdite di calore e quindi migliore è il rendimento della caldaia. La legge prevede, per ciascun tipo di caldaia di nuova installazione, un valore minimo del rendimento utile sia per il funzionamento a regime che per il funzionamento al 30% della potenzialità massima.

Per produrre anche acqua calda per usi sanitari è necessaria una caldaia con potenza molto superiore a quella sufficiente al solo riscaldamento, perciò, per evitare sovradimensionamenti, nelle nuove installazioni non è più ammessa la produzione di acqua calda effettuata dalla stessa caldaia destinata al riscaldamento, con l'eccezione degli impianti individuali.

La diffusione del gas naturale in sostituzione del tradizionale gasolio come combustibile per il riscaldamento di edifici residenziali, ha rivoluzionato a partire dagli anni settanta le tecnologie costruttive delle caldaie favorendo i generatori di piccola taglia, adatti per singole unità abitative. L'eccessivo ricorso alle caldaie individuali iniziato i quel

periodo ha, purtroppo, vanificato gran parte delle migliorie tecnologiche per la riduzione dei consumi, sia perché questi impianti non sono controllabili per quanto riguarda il rispetto del periodo e degli orari di accensione stabiliti per legge, sia perché i loro rendimenti di produzione, pur essendo oggettivamente più che buoni, sono in genere inferiori ai rendimenti degli impianti più grandi di tipo centralizzato. Per ovviare parzialmente al problema, ad oggi sono disponibili in soluzioni tecniche varie ed affidabili i sistemi di contabilizzazione ed è obbligatoria per legge la loro installazione negli impianti di nuova realizzazione.

Le principali tipologie di generatori di calore, che hanno sostituito gli impianti tradizionali, sono:

- la caldaie a temperatura scorrevole
- la caldaie ad alto rendimento
- la caldaie a condensazione

Tabella 27: Impianto termico: evoluzione dei rendimenti medi stagionali di caldaie a gas di piccola potenza (Fonte: ENEA)

Tipologia	Decennio	η medio stagionale	Perdite di produzione
Caldaia tradizionale	'80	60-65%	- fiamma pilota (6-7%) - ricambio dell'aria (5-6%) - perdite al camino (14-15%) - perdite per ON-OFF, prelavaggio, funzionamento a carichi parziali (5-7%) - perdite al mantello (3-5%)
Caldaia a temperatura scorrevole	'90	65-73%	- fiamma pilota (6-7%) - ricambio dell'aria (5-6%) - perdite al camino (8-10%) - perdite per ON-OFF, prelavaggio, funzionamento a carichi parziali (5-7%) - perdite al mantello (3-5%)
Caldaie ad alta efficienza	2000-2005	73-85%	- perdite al camino (7-10%) - perdite per ON-OFF, prelavaggio, funzionamento a carichi parziali (7-13%) - perdite al mantello (2-4%)
Caldaie a condensazione	2005-2010	85-92%	- perdite al camino (7-10%) - perdite per ON-OFF, prelavaggio, funzionamento a carichi parziali (1-4%) - perdite al mantello (0-1%)

CALDAIE TRADIZIONALI

Le caldaie tradizionali sono caratterizzate dal fornire in mandata, fino alla valvola miscelatrice, fluido con una temperatura media praticamente costante al variare delle condizioni esterne e di carico termico: la regolazione della temperatura in mandata alle utenze è fatta mediante miscelazione dell'acqua calda proveniente dalla caldaia con l'acqua, più fredda, del ritorno dalle utenze. Insieme alla miscelazione o in alternativa ad essa, l'adeguamento al carico termico può essere fatto con ripetute accensioni e spegnimenti del bruciatore (regolazione ON/OFF). La temperatura in mandata prima della valvola miscelatrice è, in genere, piuttosto elevata (75-80 °C) e ciò provoca elevate

dispersioni termiche al mantello del generatore e a bruciatore spento, con conseguenti limitati rendimenti di produzione.

CALDAIE A TEMPERATURA SCORREVOLE

Una evoluzione della caldaia di tipo tradizionale rivolta al risparmio energetico è la caldaia a temperatura scorrevole, detta anche a bassa temperatura o con bruciatore modulante.





Il funzionamento è caratterizzato dall'adeguamento alle esigenze di carico termico della temperatura in mandata all'impianto, tenendo in considerazione le condizioni di temperatura esterna. Si ottimizza così il funzionamento dell'impianto adattandolo all'andamento della curva di carico termico richiesto dalle utenze nelle varie condizioni climatiche stagionali e giornaliere, ottenendo per contro un migliore rendimento di produzione (minori dispersioni termiche al mantello del generatore, a bruciatore spento e al camino) e quindi un minore consumo di combustibile. La massimizzazione del risparmio energetico si ha con impianti a bassa temperatura (impianti a pannelli radianti, ecc.), per cui è una soluzione che ben si adatta a impianti di nuova progettazione, pur consentendo buoni risultati di risparmio anche in caso di sostituzione, in impianti esistenti, della caldaia tradizionale con una a temperatura scorrevole.

CALDAIE AD ALTA EFFICIENZA

Le caldaie ad alta efficienza non rappresentano in realtà una categoria tecnologica a se stante, in quanto raggruppano tutti quegli impianti che soddisfano dei requisiti soglia.

L'allegato II al D.P.R. 15 novembre 1996 n. 660 attribuisce alle caldaie ad acqua calda di nuova produzione, alimentate con combustibili liquidi e gassosi, le marcature di rendimento energetico in conformità con quanto previsto dalla direttiva 92/42/CEE del 21 maggio 1992. La classificazione delle caldaie avviene in base alla scala a "stelle": un numero di stelle compreso tra uno e quattro, crescente in funzione del rendimento energetico come riassunto in Tabella 28. Sono da ritenersi caldaie ad alta efficienza le caldaie che rispettano i requisiti di rendimento che erano previsti per la marcatura 4 stelle. Sebbene la recente direttiva 2005/32/CE abbia di fatto abrogato parte della direttiva 92/42/CE relativo alla marcatura energetica in base alle stelle, in Italia manca il provvedimento di recepimento della direttiva, e pertanto è ancora comune riferirsi alla scala a "stelle" prevista dal D.P.R. 15 novembre 1996 n. 660.

Tabella 28: Caldaie ad alta efficienza: requisiti minimi

Marcatura della caldaia	Requisito di rendimento alla potenza nominale P_n e ad una temperatura media dell'acqua della caldaia di 70 °C	Requisito di rendimento a carico parziale di 0,3 P_n e ad una temperatura media dell'acqua della caldaia di 50 °C
	$\geq 84 + 2 \log P_n$	$\geq 80 + 3 \log P_n$
	$\geq 87 + 2 \log P_n$	$\geq 83 + 3 \log P_n$
	$\geq 90 + 2 \log P_n$	$\geq 86 + 3 \log P_n$
	$\geq 93 + 2 \log P_n$	$\geq 89 + 3 \log P_n$

Dal provvedimento sono esclusi:

- le caldaie ad acqua calda che possono essere alimentate anche con combustibili solidi;
- gli impianti di erogazione istantanea di acqua calda per usi igienici;
- le caldaie progettate per essere alimentate con combustibili diversi da quelli liquidi o gassosi, quali: gas residui industriali, biogas e residui di origine vegetale;
- le termocucine e gli apparecchi progettati per riscaldare principalmente il vano in cui sono installati e che forniscono anche, ma a titolo accessorio, acqua calda per il riscaldamento centrale e usi igienici;
- gli apparecchi di potenza utile inferiore a 6 kW progettati unicamente per alimentare un impianto di accumulazione di acqua calda per usi igienici circolante a gravità;
- caldaie prodotte in unico esemplare.

È importante sottolineare che nei casi di caldaie con doppia funzione (climatizzazione invernale e produzione di acqua calda per usi igienico sanitari), i requisiti di rendimento energetico si riferiscono unicamente alla funzione di riscaldamento ambientale.

CALDAIE A CONDENSAZIONE

Per caldaia a condensazione si intende un generatore di calore progettato per sfruttare, in condizioni di funzionamento a regime ed a qualsiasi condizione di carico, il principio della condensazione del vapore acqueo presente nei fumi, recuperando così il calore latente di vaporizzazione/condensazione a vantaggio del rendimento del generatore. Ciò si ottiene inserendo uno scambiatore di calore fumi-acqua in grado di far abbassare la temperatura dei fumi fino a valori di poco superiori alla temperatura dell'acqua di ritorno. La temperatura dei fumi rilasciati in atmosfera è così in genere compresa tra 40 e 65 °C, contro temperature di rilascio fumi maggiori di 150 °C per le caldaie convenzionali. Il fenomeno della condensazione del vapore presente nei fumi si ottiene allorché la temperatura dei fumi stessi si abbassa a valori inferiori alla temperatura di rugiada. Il recupero energetico derivante è costituito dal calore latente di condensazione del vapore d'acqua ceduto dai fumi al fluido termovettore ed è tanto più spinto quanto più bassa, al di sotto della temperatura di rugiada, è la temperatura dell'acqua nel circuito di ritorno.

Il maggiore costo di una caldaia a condensazione rispetto ad una convenzionale è sostanzialmente imputabile ai maggiori costi dei materiali e della progettazione necessari per resistere agli agenti corrosivi presenti nella condensa. È richiesta quindi una particolare cura nella progettazione e nella realizzazione delle parti terminali dello scambiatore e del condotto fumi di raccordo alla canna fumaria.

Esistono due tipologie costruttive di caldaie a condensazione:

- caldaie a lavaggio dei fumi: sono costruite in acciaio inossidabile ed i fumi sono a contatto con l'acqua; il recupero energetico è buono, ma la quantità di condensa ottenuta è elevata;
- caldaie a scambiatore: si inserisce uno scambiatore di calore acqua-fumi nel percorso fumi tra caldaia e camino, così da sottrarre il calore latente di condensazione ai fumi e cederlo all'acqua prima dell'ingresso in caldaia (preriscaldamento dell'acqua di ritorno); lo scambiatore deve essere costruito in materiale resistente alle condense acide.

IMPIANTO DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA

L'impianto di distribuzione dell'acqua è costituito essenzialmente dall'insieme delle tubazioni di mandata e di ritorno che collegano la caldaia ai termosifoni. Generalmente, negli impianti di riscaldamento di edifici civili, l'acqua calda (tra i 50 ed i 90°C) partendo dalla caldaia, percorre le tubazioni di mandata, riscalda i radiatori e quindi l'ambiente, e ritorna a temperatura più fredda alla caldaia stessa.

Per limitare le dispersioni, le tubazioni della rete di distribuzione debbono essere protette da un adeguato strato di materiale isolante, il cui spessore, fissato dalla normativa, dipende dal diametro della tubazione, dal tipo di isolante, e dalla parete che attraversa. A titolo di esempio la Tabella 29 indica lo spessore minimo di materiale isolante (in questo caso poliuretano espanso con conduttività termica utile di 0,034 W/m°C) che deve rivestire le tubazioni di un impianto nei tre casi previsti dalla normativa:

- tubazioni poste all'esterno o in vani non riscaldati o in murature esterne non isolate;
- tubazioni verticali poste in murature isolate;
- tubazioni poste in strutture tra ambienti riscaldati.

Tabella 29: Impianto termico: spessore minimo di materiale isolante nella rete distributiva

Dimensioni del tubo	Spessore dell'isolante		
	Murature esterne [mm]	Murature isolate [mm]	Strutture interne
Fino a 20	15	12,5	4,5
Da 20 a 39	23	11,5	7
Da 40 a 59	31	15,5	9,5
Da 60 a 79	39	19,5	12
Da 80 a 99	44	22	13,5
Maggiore di 100	48	24	14,5

Gli impianti di distribuzione dell'acqua si dividono in due grandi categorie:

- Impianti a distribuzione verticale (o a colonne montanti)
- Impianti a distribuzione orizzontale (o a zone)

IMPIANTI A DISTRIBUZIONE VERTICALE

Gli impianti a colonne montanti sono costituiti da un anello, formato da una tubazione di mandata e una di ritorno, che percorre la base dell'edificio. Dall'anello si dipartono delle colonne montanti che alimentano i vari radiatori posti sulla stessa verticale

ai vari piani dell'edificio. Fino a pochi anni fa tale tipologia era molto diffusa perché consentiva di realizzare economie in fase di costruzione; più difficilmente però permette di ottimizzare la gestione dell'impianto specialmente quando si hanno diverse utilizzazioni delle varie zone dell'edificio.

IMPIANTI A DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE

Gli impianti a zone sono realizzati in modo che ad ogni zona dell'edificio, ad ogni piano o ad ogni singolo appartamento è dedicata una parte della rete di distribuzione. Con questo tipo di impianto è possibile gestire in maniera diversificata le varie zone, non riscaldando, ad esempio, quelle che in un dato periodo, non sono occupate. Per questo tale tipologia impiantistica è consigliabile in tutti gli edifici nuovi o nelle ristrutturazioni, laddove esistono zone con diverse utilizzazioni come, ad esempio, nel caso di edifici destinati in parte ad uffici o negozi ed in parte a residenze.

RADIATORI

Sebbene i radiatori più diffusi sul territorio siano ancora i classici termosifoni, le nuove tipologie a pannelli radianti riscontrano sempre più successo, nonostante i costi di installazione restino superiori, soprattutto negli edifici di nuova costruzione. I sistemi di emissione tradizionali, infatti, concentrano la cessione di calore all'ambiente in pochi punti che spesso sono localizzati, a seguito di altre esigenze impiantistiche, sacrificando l'ottimale distribuzione spaziale ai fini del benessere.

Alcune soluzioni tecnologiche consentono di distribuire l'emissione di calore su una maggiore superficie radiante riducendo così gli effetti negativi dovuti alla concentrazione nell'emissione di potenza termica. Tali soluzioni impiantistiche prevedono l'installazione di:

- battiscopa radianti;
- tubi radianti a soffitto (adatti per ambienti industriali);
- pannelli radianti (sia per ambienti abitativi che industriali).

Per queste tipologie di corpi scaldanti occorre, in fase di progettazione, fare molta attenzione alle temperature di mandata del fluido termovettore ed alla differenza di temperatura tra fluido ed ambiente affinché non si instaurino eccessivi moti convettivi che vanificherebbero l'adozione di tali tecnologie.

I ridotti moti convettivi ottenuti con impianti a battiscopa radianti causano una riduzione dello scambio termico sia con le pareti disperdenti, con conseguente riduzione delle perdite e miglioramento della sensazione di benessere: tutto questo consente di mantenere una temperatura dell'ambiente più bassa, con un risparmio energetico valutabile in 10-15%. Altri pregi riguardano la riduzione degli effetti imputabili ai ponti termici, sia quelli lineari nelle pareti rivolte all'esterno, sia quelli d'angolo nelle pareti perimetrali, e la bassa invasività degli interventi sulle opere murarie, che rendono questa soluzione impiantistica particolarmente adatta per interventi di tipo conservativo in edifici

di pregio storico ed artistico. Una forte limitazione di questa soluzione impiantistica consiste nell'inutilizzabilità, ai fini del posizionamento di mobili ed arredi, delle pareti sedi di battiscopa radianti, proprio per questo questa soluzione impiantistica è adatta soprattutto a climi miti, con ridotti fabbisogni termici e conseguente ridotta dimensione, in lunghezza, del battiscopa radiante.

Gli impianti a tubi radianti a soffitto comprendono in realtà due differenti tecnologie: i pannelli radianti contenenti liquido (acqua) in temperatura, adatti ad ambienti lavorativi quali uffici e terziario, ed i tubi e nastri radianti contenenti gas (fumi di combustione) in temperatura: adatti ad ambienti lavorativi di tipo industriale. I primi sono costituiti da serpentine radianti installate nella controsoffittatura con la superficie radiante schermata alla vista e rivolta verso il basso. Tale soluzione ben si presta, oltre che al riscaldamento invernale, anche al raffreddamento estivo, ed è integrabile con un impianto di aria primaria, consentendo così una climatizzazione con controllo dei ricambi d'aria e dell'umidità. I secondi sono in genere costituiti da moduli assemblabili in opera e da sospendere al soffitto del capannone industriale mediante appositi tiranti. I limiti di questa soluzione sono dati dal posizionamento della fonte di calore che non favorisce il flusso convettivo naturale e crea una mancanza di confort abitativo a causa della vicinanza con il capo degli utenti.

Infine, i radiatori a pannelli radianti, la principale e più utilizzata delle tre categorie, si dividono in due gruppi principali, analizzate nei prossimi paragrafi:

- a pavimento;
- a parete.

RADIATORI A PANNELLI RADIANTI A PAVIMENTO

Il principio si basa sulla circolazione di acqua calda a bassa temperatura (in genere tra i 30° e i 40 °C) in un circuito chiuso, che si sviluppa coprendo una superficie radiante molto elevata. Le disposizioni possibili delle tubazioni sono tre:

- *a spirale (o chiocciola)*, dove i tubi di mandata viaggiano paralleli a quelli di ritorno,
- *a serpentina*, dove i tubi vengono posati a zig-zag
- *a griglia*, con tubi paralleli compresi tra due grossi collettori

Nel settore residenziale sono usati solo i primi due sistemi; mentre il terzo, ormai in disuso, è applicabile per riscaldare grosse aree (es. capannoni).

Vi sono diversi tipi di struttura di pavimenti radianti: la *norma UNI EN 1264* (parte 1e 4) ne distingue tre:

- *Tipo A*: Impianti con tubi annegati nello strato di supporto
- *Tipo B*: Impianti con tubi sotto lo strato di supporto
- *Tipo C*: impianti annegati in uno strato livellante, in cui lo strato aderisce ad un doppio strato di separazione.

Nella versione più semplice (tipo A), il sistema viene realizzato inserendo un isolante sopra la soletta portante del pavimento; il materiale più diffuso è il polietilene espanso in lastre, lisce o con sagomature particolari, ma sono presenti sul mercato anche la fibra di legno, il sughero e altri. Al di sopra dell'isolante vengono posate le tubazioni, che vengono annegate completamente nello strato di supporto (il "massetto"), generalmente costituito da calcestruzzo. Infine, si ricopre il massetto con il rivestimento finale: solitamente piastrelle, ma anche parquet, linoleum, moquette, ecc.

Questo sistema andrebbe realizzato contestualmente alla fase costruttiva dell'abitazione. Esistono comunque dei sistemi radianti a secco che contengono gli spazi di installazione e sono adatti alle ristrutturazioni.

Le tubazioni previste dalla norma sono di polietilene reticolato (PE-X), polibutilene (PB), polipropilene (PP), rame; l'uso dell'acciaio è stato abbandonato, sebbene i primissimi impianti fossero eseguiti con questo materiale. Il passo di posa è variabile, perfino all'interno dello stesso locale: il progettista può scegliere di infittire i passi laddove è necessaria una maggiore emissione termica, cioè vicino alle pareti esterne.

Le tubazioni in materiale plastico, in particolare quelle in PE-X, sono le più comuni: essendo flessibili e leggere, hanno una maggiore facilità di posa; esse devono essere dotate di uno strato barriera all'ossigeno, per proteggere l'impianto dalla corrosione. Seppure meno diffuse sul mercato, vengono installate anche tubazioni in rame. Il vantaggio di queste consiste nella loro altissima conduttività termica ($390 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), che permette una *efficienza* altrimenti non raggiungibile; il rame ha passi più ampi (in genere 20-25 cm), è impermeabile all'ossigeno e presenta una dilatazione termica più vicina a quella del massetto in cui è immerso

RADIATORI A PANNELLI RADIANTI A PARETE

Questi pannelli radianti vengono installati nelle pareti del locale rivolte verso l'esterno: con questo accorgimento si *limitano le dispersioni termiche*, dal momento che sotto le tubazioni vengono inseriti gli isolanti, e vengono annullate o ridotte le differenze di temperatura tra pareti calde e pareti fredde. La superficie occupata dalla parte radiante delle pareti dipende dalla temperatura di progetto (più alta rispetto ai sistemi a pavimento), ma in genere varia da $1/3$ a $1/2$ della superficie calpestabile. Le tubazioni non si estendono oltre i 2 metri d'altezza.

Un sistema di riscaldamento simile è quello a battiscopa. All'interno di uno speciale battiscopa circolano piccole tubazioni (spesso di rame con alettature in alluminio) in cui scorre acqua calda. L'aria che entra in contatto con il tubo si surriscalda, esce da una fessura superiore del battiscopa e sale lambendo la parete; quest'ultima a sua volta si scalda e irraggia calore verso l'interno della stanza.

La posa dei pannelli radianti a parete è più semplice rispetto a quelli a pavimento, anche se ne ricalca i principi fondamentali. Sopra la parete viene posato l'isolante su cui

vengono fissati i tubi; su questi vengono stesi strati di intonaco cementizio, che li ricoprono completamente. Una rete portaintonaco e la realizzazione della finitura superficiale completano l'opera.

Tabella 30: Impianto termico: confronto alternative radiatori

Tipologia		Caratteristiche
Termosifoni		<ul style="list-style-type: none"> - Costi di esercizio elevati (acqua nelle condutture a 60-80°C) - Gradiente termico poco omogeneo: non adatti a spazi di grandi dimensioni
Pannelli radianti	A pavimento	<ul style="list-style-type: none"> - Obbligo di funzionamento continuo sulle 24 ore - Costi di installazione e progettazione elevati - A parità di utilizzo, minori costi di esercizio rispetto ai radiatori classici: è un sistema a bassa temperatura, con l'acqua che circola a circa 28-40 °C all'interno delle tubazioni - Inerzia termica elevata, necessità di pavimentazioni in materiale conduttore - Gradiente termico più omogeneo all'interno delle stanze - Necessità di spessori del pavimento elevati (7-10 cm più del normale)
	A parete	<ul style="list-style-type: none"> - Obbligo di funzionamento continuo sulle 24 ore - Costi di installazione ridotti rispetto ad un sistema a pavimento - A parità di utilizzo, minori costi di esercizio rispetto ai radiatori classici: è un sistema a bassa temperatura, con l'acqua che circola a circa 28-40 °C all'interno delle tubazioni - Inerzia termica inferiore rispetto ad un sistema a pavimento (si scalda più in fretta) - Gradiente termico non omogeneo: non adatti a spazi di grandi dimensioni - Necessità di tenere le pareti libere da mobilio

3.4. VENTILAZIONE

Un sistema di ventilazione controllata permette di convogliare l'aria viziata, contenente sostanze inquinanti, vapore acqueo e cattivi odori, dagli ambienti interni all'esterno con l'ausilio di ventilatori. L'aria fresca viene immessa nei locali di soggiorno e nelle camere da letto attraverso diffusori incassati nei muri perimetrali o attraverso una rete di condotte e l'aria di ricambio viene distribuita uniformemente nell'abitazione per mezzo di apposite bocchette, collocate generalmente vicino alle porte interne.

È bene notare che una ventilazione controllata non equivale necessariamente ad un sistema supportato da ventilatori e bocchette, la cosiddetta ventilazione forzata, ma può anche essere costituito da un insieme di aperture strategiche definite in fase di progetto che favoriscono la ventilazione naturale. La ventilazione forzata è generalmente obbligatoria negli edifici di grandi dimensioni, dove è richiesta una portata minima di aria esterna, per salvaguardare la salute e il comfort degli occupanti, e dove un sistema meccanico di estrazione è consigliabile e necessario. Inoltre, gli infissi moderni hanno una tenuta molto elevata e questo riduce la possibilità di infiltrazioni naturali e richiede la presenza di impianti di ventilazione forzata per mantenere un adeguato standard di qualità dell'aria interna.

Gli impianti di ventilazione forzata possono essere progettati e realizzati secondo diverse configurazioni, le più comuni sono:

- **solo estrazione:** per mezzo di un ventilatore si estrae l'aria dal volume considerato. La depressione indotta localmente produce il moto di reintegro delle masse d'aria. L'estrazione può essere centralizzata, attraverso canalizzazioni oppure locale (cappe, servizi ecc.), effettuata nei locali cosiddetti "umidi", cucine bagni ecc.;
- **solo mandata:** l'aria trattata è introdotta nell'edificio dove si mescola con l'aria esistente. Questo processo provoca una pressurizzazione dell'edificio (cioè pressione superiore a quella atmosferica). L'aria è spostata attraverso aperture apposite o anche discontinuità dell'involucro. L'effetto più importante è l'inibizione dell'ingresso di aria di infiltrazione (con tutto il suo incontrollato contenuto) dall'esterno (es. sale operatorie, camere per lavorazioni particolari ecc.);
- **bilanciata a mescolamento:** l'estrazione e la mandata hanno due canalizzazioni separate. L'aria viene immessa e mescolata nelle zone dove soggiornano le persone ed estratta dalle zone contaminate. Tra le correnti di aria di estrazione e di mandata si può effettuare un recupero termico con uno scambiatore chiamato anche recuperatore. Sbilanci nelle correnti possono indurre pressurizzazioni o depressurizzazioni sempre dell'ordine di qualche Pascal. Questa forma di ventilazione è ormai diffusissima, ma

anche essa presenta vantaggi e svantaggi che riportiamo data la sua importanza;

- vantaggi:
 - possibilità di recupero di calore e preriscaldamento dell'aria di mandata;
 - possibilità effettiva di somministrazione dell'aria alle zone occupate e di estrazione dalle zone contaminate;
 - assenza di pressurizzazioni o depressurizzazioni consistenti impedisce aspirazioni di radon o altri gas dannosi dal sottosuolo;
 - possibilità di efficace filtrazione;
- svantaggi:
 - presenza di sistema raddoppiato, extracosti di investimento e conduzione;
 - necessità di manutenzione periodica;
 - corretta scelta e funzionamento dei ventilatori, necessità di installazione in involucri a tenuta, con criticità di corretto funzionamento;
- **bilanciata a dislocamento**: l'aria di mandata "sposta" piuttosto che mescolarsi con l'aria ambiente. L'aria trattata si immette a 2 o 3 °C al di sotto della temperatura ambiente ed a bassa velocità (tipicamente da 0,1 a 0,3 m/s). L'effetto desiderato è legato alle differenze di densità delle portate d'aria;
 - vantaggi:
 - sistema potenzialmente efficiente;
 - controllo del fumo, i volumi vicini al pavimento possono risultare liberi dal fumo;
 - svantaggi:
 - l'interposizione di ostacoli pregiudica l'effetto;
 - necessità di precisione nel controllo della temperatura e portata;
 - l'aria prima della somministrazione alle zone di stazionamento deve essere accuratamente depurata, per via del ridotto effetto di mescolamento;
 - la limitata possibilità di riscaldamento e raffreddamento, può portare a considerare anche l'introduzione di ulteriori sistemi di riscaldamento e raffrescamento (questo sistema è spesso usato in coppia con un sistema a radiatori o pannelli radianti).

Come si vede nello schema in Figura 53, tra le principali tipologie di sistemi di ventilazione forzata ci sono gli impianti di aspirazione forzata, gli impianti di ventilazione

decentrati e gli impianti di ventilazione monoblocco. Le loro caratteristiche, che verranno presentate nei prossimi paragrafi, sono schematizzate in Tabella 31.

Figura 53: Schema ventilazione

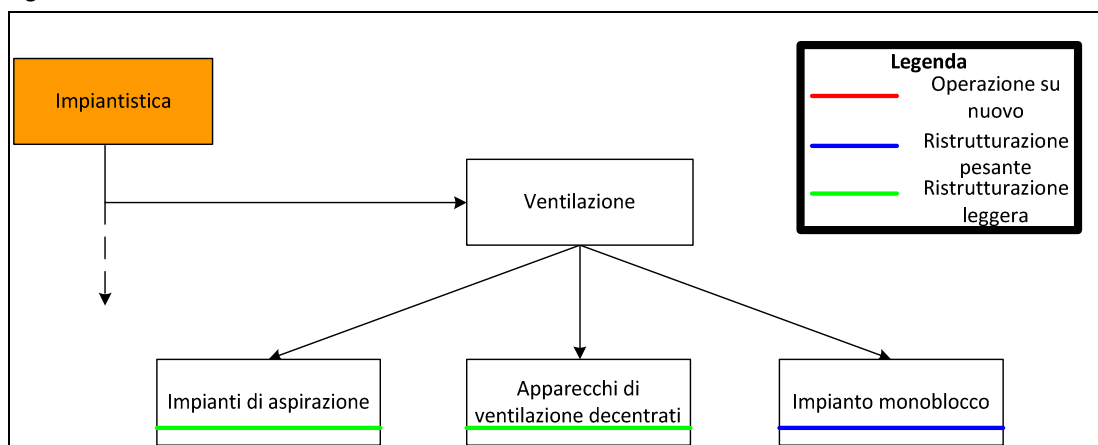


Tabella 31: Ventilazione: confronto alternative

Tipologia	Costo	Vantaggi/Svantaggi	Prestazioni
Impianto di aspirazione	Costi di installazione= 2500-3100€ Costi energia elettrica= 40€/anno (esercizio continuo)	Regola in modo preciso e costante la qualità dell'aria, eliminando umidità e odori	Il potenziale di risparmio energetico dipende in larga misura dalle abitudini dell'utente: rispetto a una ventilazione media della casa, installando un impianto di ventilazione a recupero energetico si può risparmiare dal 20 al 40 % di energia termica (a seconda del tasso di recupero dell'impianto). Se prima dell'installazione dell'impianto la casa veniva aerata poco o per niente, può darsi addirittura che con la ventilazione controllata i costi di riscaldamento aumentino.
Apparecchi di ventilazione decentrati	Costi di installazione= 6300€ (impianto standard di 6 apparecchi) Costi energia elettrica= 40€/anno (esercizio continuo)	Necessario forare le pareti esterne	
Impianto di ventilazione monoblocco	Costi di installazione= 8000-10000€ Costi energia elettrica= 60 €/anno (esercizio continuo)	Installazione decisa in fase di progettazione	

3.4.1. IMPIANTI DI ASPIRAZIONE FORZATA

Questo tipo di impianti permette di eliminare l'aria viziata, con il relativo contenuto di vapore e cattivi odori (ad es. della cucina o del bagno), convogliandola dall'interno all'esterno mediante ventilatori (un ventilatore centrale o più apparecchi decentrati). L'aria fresca viene immessa attraverso diffusori montati nelle pareti perimetrali, di solito in corrispondenza dei locali di soggiorno e delle camere da letto, da dove viene distribuita in tutta l'abitazione.

Questi impianti hanno il vantaggio di regolare in modo preciso e costante (sia di giorno che di notte) la qualità dell'aria, eliminando umidità e odori. Inoltre permettono di

risparmiare energia in quanto riducono il tasso di ricambio d'aria necessario (rispetto a un'abitazione ventilata manualmente).

I costi dell'energia elettrica per il funzionamento di questo impianto si aggirano sui 40 € l'anno. I costi complessivi per la sua installazione in una casa unifamiliare oscillano tra 2500 e 3100 €.

3.4.2. APPARECCHI DI VENTILAZIONE DECENTRATI

L'installazione di impianti centrali negli edifici esistenti è poco conveniente, poiché la posa delle condotte richiede molto lavoro. In simili casi è meglio scegliere un sistema ad elementi decentrati. A seconda del modello sarà necessario realizzare uno o due fori nella parete esterna (il più in alto possibile), nonché un canale di adduzione dell'aria per ciascun apparecchio.

L'apparecchio decentrato garantisce un completo ricambio dell'aria nell'ambiente in cui è installato. Il mercato offre anche modelli dotati di scambiatore di calore (in grado di recuperare il calore dell'aria in uscita). Per garantire il ricambio d'aria nei locali principali (soggiorno, cucina, camere da letto, stanza di lavoro) di una casa unifamiliare di media grandezza sono necessari da 5 a 8 apparecchi.

I costi dell'energia elettrica per il funzionamento di questi sistemi si aggirano sui 40 € l'anno nel caso di esercizio continuo. I costi complessivi per un sistema di ventilazione decentrato (6 apparecchi) ammontano a circa 6300 €.

3.4.3. IMPIANTO DI VENTILAZIONE MONOBLOCCO CON O SENZA RECUPERO DI CALORE

I due flussi di aria fresca e di aria viziata vengono condotti dall'esterno all'interno e viceversa attraverso canali distinti. Negli impianti a recupero di calore, l'energia (termica) presente nell'aria esausta viene parzialmente recuperata e trasferita all'aria fresca in entrata mediante un apposito scambiatore. Per ottenere un buon grado di recupero energetico, il rendimento dello scambiatore deve essere di almeno il 70%.

L'installazione di un impianto di ventilazione monoblocco dovrebbe essere decisa già in fase di progettazione, al fine di stabilire subito il corretto spessore del controsoffitto (qualora si scelga questa collocazione per la rete di canali).

I costi dell'energia elettrica per il funzionamento di un impianto monoblocco a recupero di calore variano da 30 € (in caso di esercizio continuo nei mesi invernali) a 60 € (in caso di esercizio continuo lungo l'intero arco dell'anno). I costi complessivi per un impianto di questo tipo destinato a una casa unifamiliare di media grandezza ammontano a circa 8000-10.000 €.

3.5. DOMOTICA

Il termine domotica, neologismo derivato dall'unione di domus (casa in latino) e informatica, vuole indicare l'insieme delle scienze e delle tecniche connesse con il controllo e la gestione delle informazioni, tramite i più comuni strumenti tecnologici, all'interno degli edifici. Al giorno d'oggi, grazie al progresso dell'elettronica, gli apparati domestici possono essere usati per ottenere maggior sicurezza e tranquillità, migliore qualità della vita, più efficienza e tempo libero, ed un considerevole risparmio sui consumi energetici in modo del tutto automatizzato.

L'automazione domestica, intesa come integrazione di prodotti e servizi per la gestione e il controllo della casa, si applica a una vasta gamma di prodotti e sistemi di ambito domestico, dalla climatizzazione ai sistemi di energia, al riscaldamento alla ventilazione... andando a toccare quindi tutti quegli elementi analizzati finora in questa tesi.

Per fare un esempio, nel quadro di gestione dell'energia, il sistema di gestione carichi degli elettrodomestici consente di utilizzare al meglio la potenza di contatore a disposizione e razionalizzare l'uso dell'energia decidendo le priorità di ogni apparecchio elettrico. Una centralina intelligente controlla la potenza utilizzata e, in caso di sovraccarico, disattiva solo gli apparecchi giudicati meno prioritari dall'utente fino al rientro nella massima potenza di impiego consentita. O ancora, differenziando la temperatura a seconda del tipo di stanza e del momento della giornata si può arrivare a un risparmio del 30% sui consumi tradizionali.

L'installazione di un sistema di automazione domestica avviene facilmente, senza interventi sulle strutture della casa e sfruttando, per la maggior parte dei collegamenti, l'impianto elettrico già presente, grazie alla tecnologia delle onde convogliate. L'utilizzo da parte degli utenti è molto semplificato e controllabile con un semplice PC: è infatti lo stesso sistema, con i suoi messaggi e con la sua voce, a guidare le azioni da compiere. Il costo di installazione varia molto a seconda delle componenti scelte e dalle dimensioni dell'edificio, e può variare da qualche migliaio a qualche decina di migliaia di Euro.

Indipendentemente dalla topologia del sistema, la domotica prevede una serie di componenti comunque da installare, ovvero:

- **unità centrale:** è il cuore del sistema, ha la funzione di elaborare i segnali provenienti in input dai sensori e dalle interfacce utente, e gestisce i dispositivi periferici in funzione delle strategie di controllo. Dal punto di vista fisico l'unità centrale può essere un personal computer dedicato o una centralina domotica dotata di un proprio sistema operativo;
- **interfaccia utente:** sono gli elementi che consentono l'interazione tra l'utente ed il sistema domotico, per questo motivo rivestono una fondamentale importanza nella gestione efficiente di tutto il sistema domotico, ed è necessario che siano semplici e di facile utilizzo;

- **attuatori**: sono i componenti di potenza in grado di inserire/disinserire un carico elettrico alimentato a tensione di rete. Nelle applicazioni domotiche è necessario prevedere l'alimentazione di rete e della linea bus. Dal punto di vista pratico l'attuatore è il componente che esegue la gestione di un apparecchio dell'abitazione, ad esempio la chiusura delle tapparelle in caso di eccesso di radiazione solare in ingresso;
- **sensori**: componenti che raccolgono i segnali dall'ambiente e sono in grado di impartire la funzione voluta ai dispositivi che realizzano l'interfaccia di potenza con i carichi (attuatori, regolatori, ecc). Ad esempio, un solarimetro rileva il livello di radiazione solare che, se ricade nell'algoritmo di controllo, determinerà l'abbassamento delle tapparelle.
- **gateway residenziale**: unità per la connessione con la rete di comunicazione esterna.

Al di là dei componenti, un altro elemento fondamentale di un sistema automatizzato è la topologia del sistema, che definisce il collegamento tra le varie unità secondo una serie di parametri legati alla complessità, alle gerarchie e alla tipologia di controllo del sistema. Le principali topologie sono:

- punto a punto;
- bus: unità periferiche in serie su una linea aperta;
- anello: unità periferiche in serie su una linea aperta ;
- stella: ogni unità periferica ha un collegamento individuale con l'unità centrale ;
- albero: sono disposte delle unità periferiche di livello intermedio che raccordano le più esterne con l'unità centrale.

Queste topologie fanno riferimento ad una logica di funzionamento per cui ogni punto del sistema è in grado di gestire, controllare e regolare l'ambiente (detto campo) in maniera autonoma, senza la necessità di un supervisore di gestione, ma facendo riferimento al proprio algoritmo di funzionamento.

SITUAZIONE IN ITALIA

Il mercato della domotica in Italia si compone essenzialmente di quattro segmenti. Il primo - che definiamo delle applicazioni avanzate - vede protagoniste abitazioni particolarmente estese, ville e, più in generale, residenze private di particolare pregio. Gli impianti in tal caso richiedono un progetto personalizzato, che coinvolge, oltre

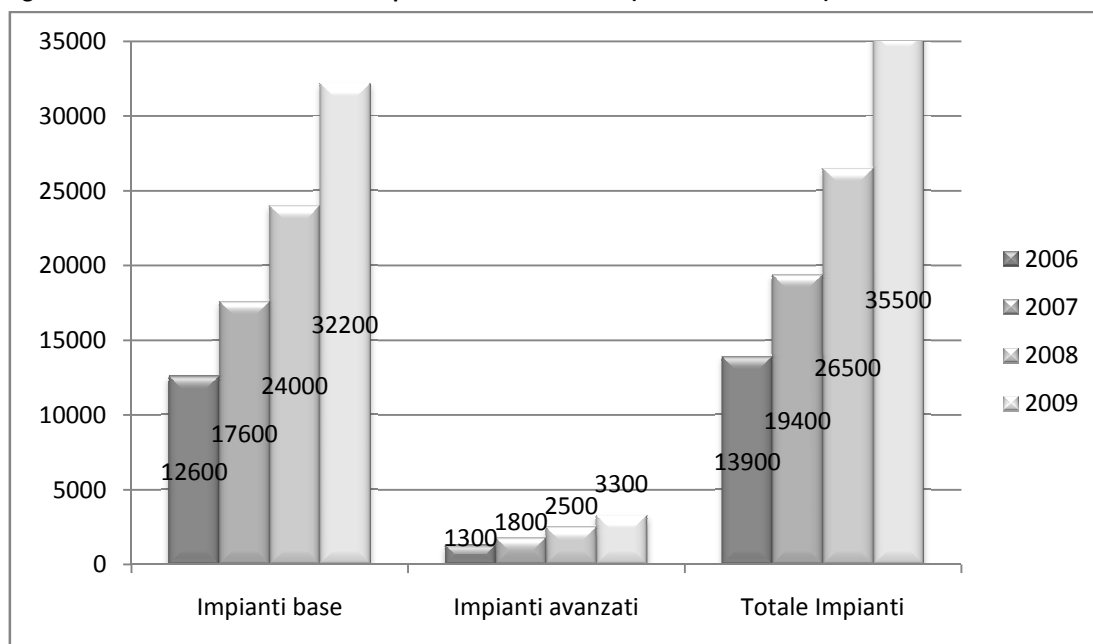
all'installatore, il progettista o l'architetto. La seconda fascia di mercato riguarda, invece, quegli impianti realizzati dall'installatore direttamente sull'utente finale, che ne fa esplicita richiesta per il proprio appartamento. Il terzo segmento è quello degli "impianti base" forniti a capitolato dalle imprese di costruzione e il quarto, infine, è quello delle applicazioni specifiche destinate ad anziani e disabili.

Le fasce più attrattive in questo momento sono quelle degli impianti avanzati e quella degli impianti di base: entrambe hanno visto quasi triplicare il loro numero di installazioni nel solo periodo dal 2006 al 2009.

In Italia il mercato della domotica è molto in ritardo rispetto al resto d'Europa ed è riuscito a beneficiare degli incentivi all'efficienza energetica solo in maniera secondaria, in quanto completamente trascurato dalla normativa, nonostante il forte impatto sui consumi energetici finali.

Nonostante questo il mercato italiano della domotica ha confermato i forti trend di crescita previsti negli anni passati, sia pur con una flessione nella crescita verificatasi negli ultimi due anni (Figura 54). Considerando il costo medio di un impianto base pari a 3.000 Euro ed il costo medio di un impianto avanzato pari a 15.000 Euro, si ottiene un valore medio degli impianti installati che passa da 57 milioni di euro nel 2006 a 147 milioni nel 2009.

Figura 54: Evoluzione del numero di impianti domotici in Italia (Fonte: Domotica.it)



I fattori che hanno influenzato questa crescita sono stati diversi, innanzitutto la diffusione della cultura della domotica sia dell'utente finale che degli operatori. Si nota anche una maggiore attenzione verso l'uso della domotica per ottenere impianti efficienti e per gestire le fonti di energia alternative, la spinta arriva anche da una maggiore sensibilità verso il risparmio sui costi dell'energia che la domotica contribuisce a ridurre in maniera notevole (30-35%) con la gestione intelligente dei consumi elettrici e della climatizzazione.

Nel settore delle nuove costruzioni la crescita della domotica sta diversificando l'offerta di abitazioni sul mercato: da un lato c'è una ricerca di risparmio sui costi di costruzione per offrire il prezzo più basso, dall'altro c'è una fascia di imprese di costruzione che mirano a fornire un valore aggiunto anche con l'inserimento di nuove tecnologie: in questi casi i sistemi integrati costituiscono un'importante aggiunta tra le voci di capitolato.

In conclusione, considerando tutti gli importanti progetti realizzativi in corso e il crescente interesse da parte degli utenti finali e degli operatori e tenendo conto dell'attuale situazione economica la previsione è di mantenere una crescita annua intorno al 35% e di raggiungere quindi circa 90.000 impianti e un fatturato di 370 milioni di euro nel 2012.

PARTE III:

LE IMPRESE



In questa sezione verranno presentati i principali dati statistici sulle imprese italiane interessate dall'efficienza energetica nell'edilizia. In seguito si cercherà di analizzare i diversi comparti, descrivendone la filiera e le principali caratteristiche. Nel corso della trattazione verranno presentati anche alcuni casi aziendali di imprese attive nel settore.

SOMMARIO

1. SITUAZIONE CONGIUNTURALE DELLE COSTRUZIONI NEL MONDO 154
2. PANORAMA STATISTICO 156
3. ANALISI DEI COMPARTI..... 165

1. SITUAZIONE CONGIUNTURALE DELLE COSTRUZIONI NEL MONDO

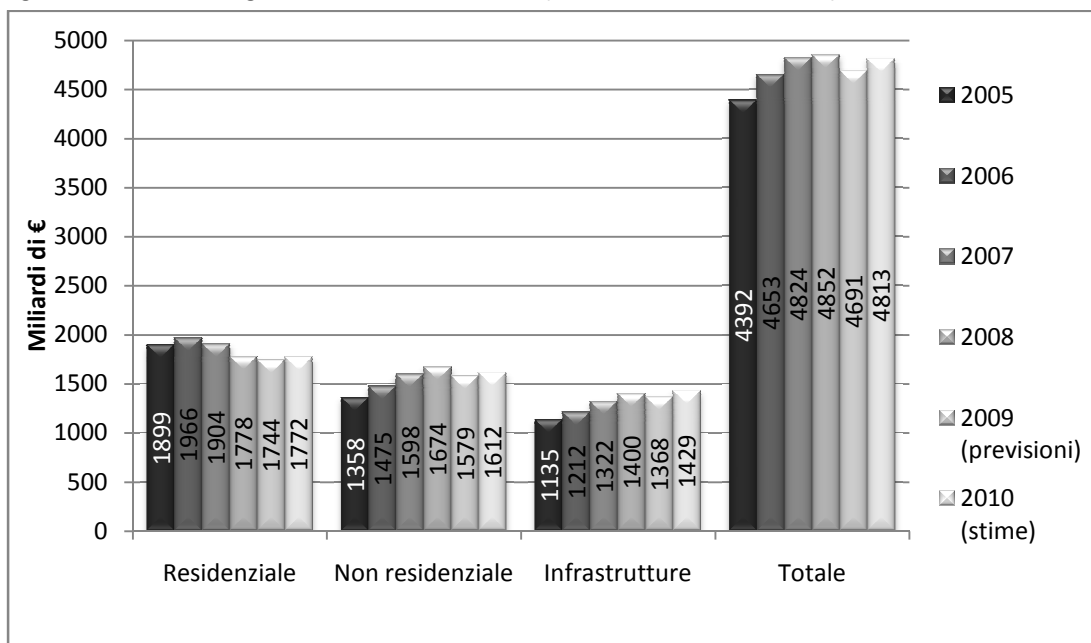
Nel 2008 l'economia mondiale è entrata in una delle maggiori recessioni della storia, la prima crisi finanziaria ed economica ad avere una estensione planetaria. Il settore delle costruzioni ha sofferto particolarmente in questo periodo, registrando forti perdite in tutti i comparti, nonostante gli stimoli statali relativi all'efficienza energetica.

Secondo le analisi del CRESME (Centro Ricerche Economiche, Sociali e di Mercato per l'Edilizia e il territorio), nel 2009, nonostante nel 2008 il mercato fosse crollato del 6,6%, il **settore residenziale** rappresentava il primo mercato globale, con 1.778 miliardi investiti, in flessione dell'1,9% rispetto all'anno passato (Figura 55).

Dopo otto anni di crescita, la flessione è arrivata anche per il **settore non residenziale**. Il 2009 si è chiuso con una contrazione degli investimenti nell'ordine del 5,7%.

Il **mercato del genio civile**, quantificabile in 1.368 miliardi di euro, è il segmento che è cresciuto di più nella prospettiva di medio periodo (+21% rispetto al 2005), mentre le risorse messe a disposizione per le **infrastrutture** nel 2009 hanno subito una contrazione del 2,3% rispetto al 2008, anno in cui, seppur in tono minore, il mercato aveva continuato ad espandersi (+6%, rispetto al +9% del 2007). Il settore sta comunque trainando la ripresa del mercato nel 2010 grazie all'aumento delle risorse impegnate per opere infrastrutturali all'estero, specialmente in Asia (+6,3%) e in America (+6,7% in Nord America e +5,5% in Sudamerica). In maniera generale, le previsioni indicano una ripresa del mercato mondiale, quantificabile in una crescita del 2,6%.

Figura 55: Evoluzione degli investimenti in costruzioni (Fonte: CRESME SIMCO 2010)



In termini dimensionali (Tabella 32), nel 2009 per la prima volta il mercato asiatico con 1.743 miliardi di investimenti (il 37% del totale) ha superato il mercato europeo, ridottosi a 1.591 miliardi di euro. In riferimento alla dimensione demografica, nel 2009,

però, il mercato europeo è ancora di gran lunga il più sviluppato, 2.156 euro a persona, rispetto agli appena 432 euro procapite dell'edilizia on Asia, un ammontare decisamente superiore anche rispetto al mercato Nordamericano (1.850 euro). Il gap tende a ridimensionarsi se si considerano i tassi di cambio a parità di potere d'acquisto.

Tabella 32: Investimenti in costruzioni nel 2009 per macro-area (Fonte: CRESME SIMCO 2010)

Mercato	Investimenti [miliardi di €]	Incidenza sul totale	Popolazione [milioni di individui]	Investimenti pro-capite [€ pro-capite]	% del PIL
Asia	1743	37,2%	4035	432	15,1%
Europa	1591	33,9%	738	2156	11,5%
Nord America	830	17,7%	449	1850	7,4%
Sud America	251	5,3%	395	636	12,9%
Africa	178	3,8%	981	181	16,7%
Oceania	98	2,1%	26	3738	12,6%
Mondo	4690	100%	6624	708	11,5%

Per quanto riguarda i valori delle **produzioni** legate all'edilizia, dal 2007 al 2009 si è registrato un calo del 30%:

- la produzione di acciaio, secondo Federacciai, nel 2009 è calata del -41,7%;
- secondo Comamoter, le vendite di macchine per il movimento terra sono calate del -22,4% nel 2008 e del -46,5% nel 2009;
- secondo l'Osservatorio Congiunturale di Federchimica la produzione di chimica per l'industria, che ha nelle costruzioni un settore di impiego sempre più importante, sarebbe scesa del 19% nel 2009;
- secondo Assopiastrelle il calo nel 2008 della produzione è stato dell'8,3% e i consumi interni in Italia sono scesi dell'11,4%, mentre nei primi 9 mesi del 2009 l'indice della produzione dell'Istat è sceso del 33,5%;
- secondo Aitec la produzione di cemento nel 2008 è diminuita del -9,5%, i consumi sono scesi del 9,8% e l'Istat ha registrato una flessione del 19,1% nei primi nove mesi del 2009
- il consumo dei prodotti in calcestruzzo, secondo lo studio realizzato da CRESME per la Consulta del Calcestruzzo, è sceso del 15% nel 2008 e di un altro 15% nelle previsioni del 2009;
- per Osservatorio Andil, la flessione nella produzione di laterizi nel 2008 è stata del 12,4% e nei primi nove mesi del 2009 è ancora scesa del 29,3%.

La crisi ha colpito in maniera maggiore le industrie, i distributori e le imprese di costruzioni di piccole dimensioni, mentre le grandi aziende crescono all'estero e nei nuovi mercati e l'ingegneria continua a crescere all'estero, mentre frena in Italia. I nuovi driver che sembrano guidare il mercato in questo periodo sono l'estero, l'innovazione tecnologica, il partenariato pubblico e privato, l'integrazione tra costruzione e servizi, l'edilizia sociale, la sostenibilità ambientale e un processo di innovazione che ridisegni il modello di offerta edilizia e tipologico insediativa.

2. PANORAMA STATISTICO

Secondo l'ultimo censimento ISTAT, relativo al 2008, nelle costruzioni sono attive in Italia 635 mila imprese, che danno occupazione a circa due milioni di addetti, di cui 1,2 milioni di dipendenti, per una dimensione media di 3,2 addetti (Figura 56). Già da questi primi dati si può osservare la consistente presenza di microimprese, 94,6% per cento del totale settoriale, comune a tutto il panorama italiano, ma particolarmente marcante in quest'ambito.

L'**occupazione** nel settore è abbastanza equi-distribuita, con una leggera preponderanza nelle regioni Nord-occidentali (29,2%) e nel Mezzogiorno (28,9 %). Le ore lavorate mediamente in un anno per dipendente sono leggermente superiori alla media: 1719 contro le 1679 lavorate nell'industria in senso stretto e le 1643 del settore dei servizi. Il monte ore annuo pro-capite, piuttosto simile tra i diversi segmenti dimensionali delle imprese di minore dimensione (con meno di 50 addetti), tende a ridursi con regolarità all'aumentare della dimensione delle imprese.

La **retribuzione lorda nazionale** media annua per dipendente è risultata pari a 23600 euro, raggiungendo i livelli minimi proprio nelle costruzioni con 21900 euro. Anche per quanto riguarda i livelli retributivi risulta forte la differenza tra le diverse dimensioni aziendali: i lavoratori dipendenti delle microimprese percepiscono una retribuzione annua pro-capite di 18500 euro, il 50,3% di quella percepita in media dai dipendenti delle imprese con 250 addetti e oltre (36800 euro). Anche il costo orario del lavoro per dipendente (19,8 euro nel 2008) presenta elevate differenze fra le classi dimensionali, aumentando in funzione della dimensione aziendale: nelle imprese con 1-9 addetti è pari a 14,1 euro, il 56,4 per cento di quello delle imprese con almeno 250 addetti (25 euro).

Figura 56: Occupazione e valore aggiunto per macrosettore di attività economica - Anno 2008 (Fonte: ISTAT)



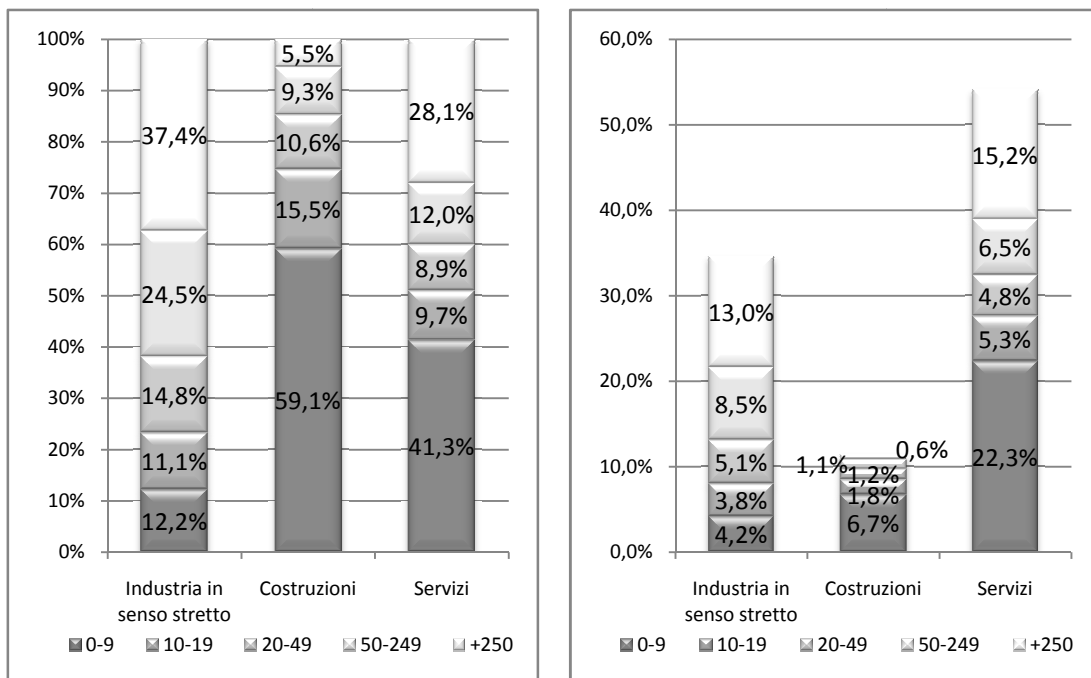
VALORE AGGIUNTO

Il **valore aggiunto** (Figura 57) totale del settore è di 81,2 miliardi di euro, ovvero 40400 mila euro per addetto, di cui circa il 59,1% creato dalle microimprese con meno di 10 addetti, che occupano il 63,3% dei lavoratori. Sempre a causa della massiccia presenza di microimprese che realizzano circa il 57,5% degli investimenti complessivi

del settore, gli investimenti per addetto raggiungono un livello piuttosto modesto, pari a 5800 mila euro. Il valore aggiunto per addetto mostra una netta tendenza a crescere all'aumentare della dimensione aziendale: dai 29100 euro delle microimprese si passa ai 38900 euro di quelle con 10-19 addetti, ai 45100 euro delle imprese con 20-49 addetti, ai 52600 euro delle medie imprese fino ai 63800 euro delle grandi imprese. A livello regionale, nel settore delle costruzioni il 35,3% del valore aggiunto è realizzato nelle regioni Nord-occidentali e il 22,6% nel Mezzogiorno.

A livello nazionale, nel 2008 la **redditività lorda** complessiva delle imprese dell'industria e dei servizi, misurata dal rapporto tra margine operativo lordo e valore aggiunto, è risultata pari al 27%. La redditività è più elevata nell'industria in senso stretto (31,9%) rispetto agli altri macro settori: 26,5% nelle costruzioni e 23,9% nei servizi. In generale, l'indicatore cresce con la dimensione delle imprese; i valori estremi si registrano nell'industria in senso stretto, rispettivamente 13,5% nelle microimprese e 40,9% nelle grandi imprese.

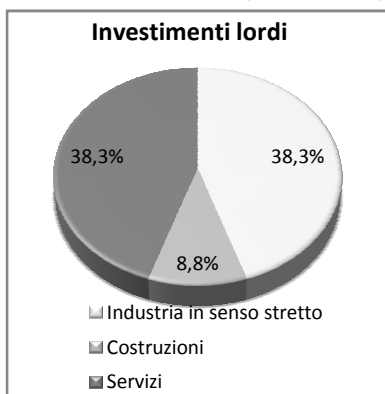
Figura 57: Valore aggiunto per classe di addetti in termini relativi (a) per macrosettore di attività e in termini assoluti (b) (Fonte: ISTAT)



INVESTIMENTI LORDI

Per quanto riguarda gli **investimenti lordi** (Figura 58), nel 2008 le imprese italiane hanno sostenuto una spesa per investimenti fissi lordi pari a circa 132 miliardi di euro, distribuita per il 52,9% nel settore dei servizi destinabili alla vendita, per il 38,3% nell'industria in senso stretto e per il restante 8,8% nelle costruzioni.

Figura 58: Investimenti fissi lordi per macrosettore di attività (Fonte: ISTAT)



Gli investimenti sono effettuati per il 35,1% dalle imprese con 250 addetti e oltre, il 29,5% da quelle fino a 9 addetti, il 16,4% dalle imprese con 50-249 addetti, il 10,5% dalle imprese con 20-49 addetti e l'8,5% da quelle con 10-19 addetti. Gli investimenti per addetto, 5800 euro in media per il settore, risentono della caratterizzazione dimensionale delle imprese nei diversi settori economici: si passa dai 3800 mila euro per addetto nelle microimprese ai 9,0 mila euro delle medie imprese fino ai 12,4 mila euro delle grandi.

SERIE STORICHE

Le **serie storiche** mostrano che il numero di imprese del settore negli anni prima della crisi risultava essere in crescita, sempre sotto la principale influenza delle microimprese, che ne guidavano l'espansione (Figura 59). In opposizione, il settore dell'impiantistica, per tutto il primo decennio del 2000 ha subito una contrazione, vedendo ridurre il numero di imprese per ogni classe di addetti (Figura 60), plausibilmente sotto l'effetto dell'entrata sul mercato nazionale di grandi multinazionali estere.

Figura 59: Costruzione - Numero di imprese per dimensione (Fonte: OECD)

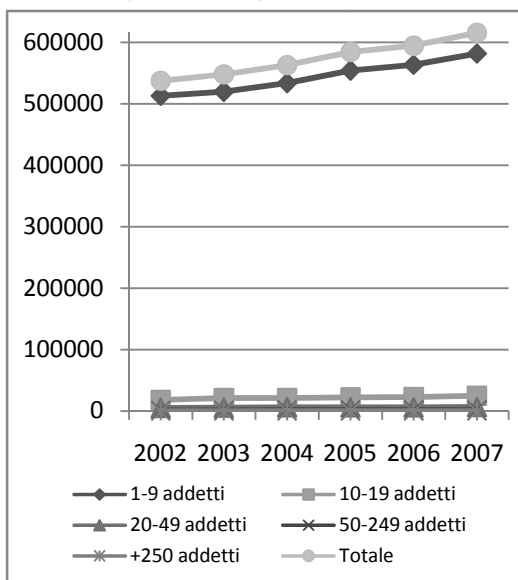
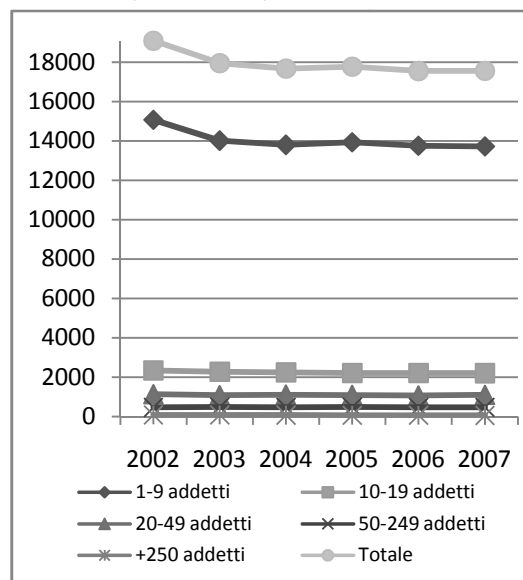


Figura 60: Impiantistica - Numero di imprese per dimensione (Fonte: OECD)



Entrando nel dettaglio delle principali sottocategorie statistiche, si può vedere che mentre nel settore delle costruzioni, l'aumento del numero delle imprese è l'andamento comune (Figura 61), per quanto riguarda l'impiantistica, le imprese che si occupano di controllo dei sistemi elettrici, inclusi quindi i produttori di domotica, e le aziende produttrici di generatori elettrici, come, tra le altre cose, anche pannelli fotovoltaici e simili, sono in leggera controtendenza (Figura 62).

Figura 61: : Costruzione - Numero di imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT)

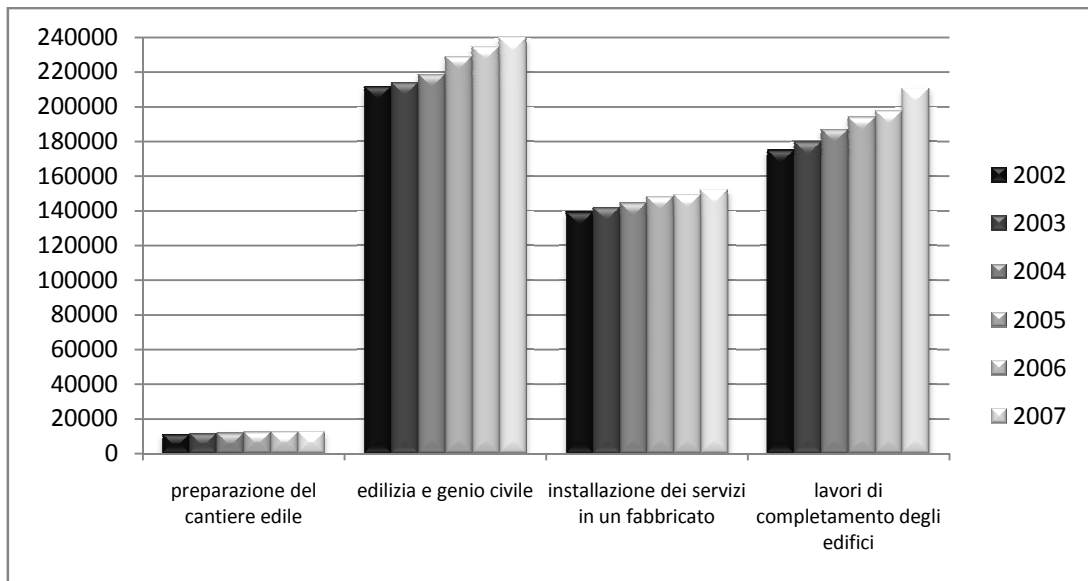
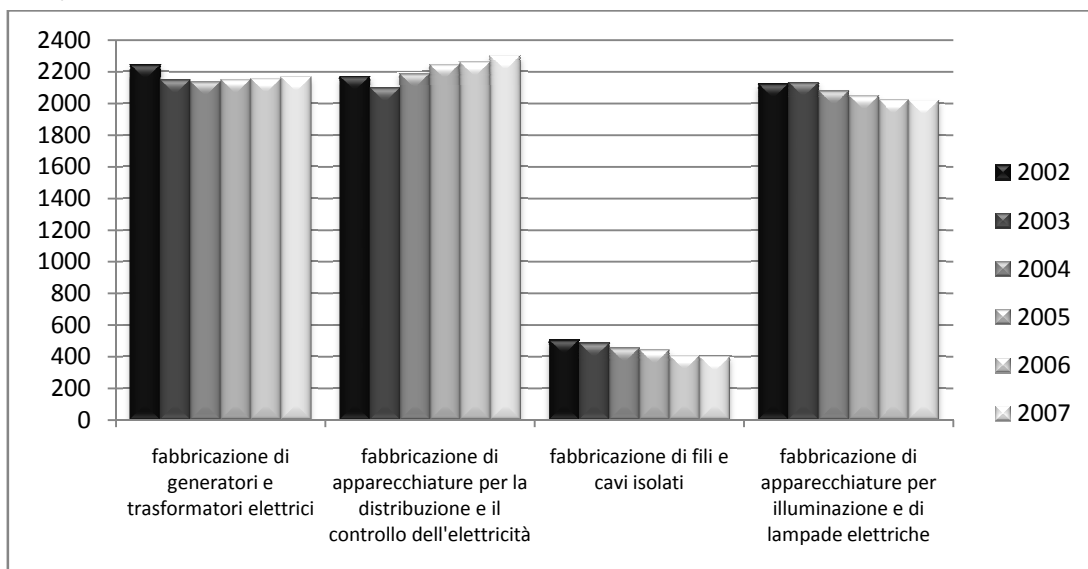


Figura 62: Impiantistica - Numero di imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT)



Per quanto riguarda il fatturato medio, sia per il macrosettore costruzione, sia per l'impiantistica, gli ultimi dati censiti, mostrano una crescita generale (Figura 63 e Figura 64). Come si vedrà più avanti, questo aumento è dato in gran parte dall'aumento di commissioni all'estero, che hanno controbilanciato il settore italiano in continua contrazione.

Figura 63: Costruzione - Fatturato totale delle imprese con meno di 100 addetti per categoria d'impresa (Fonte: ISTAT)

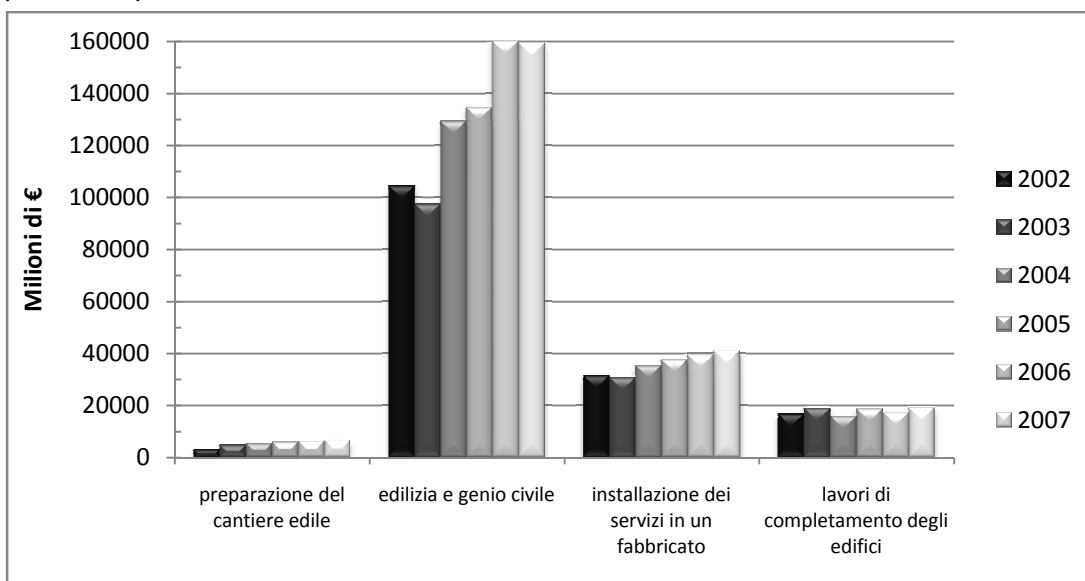
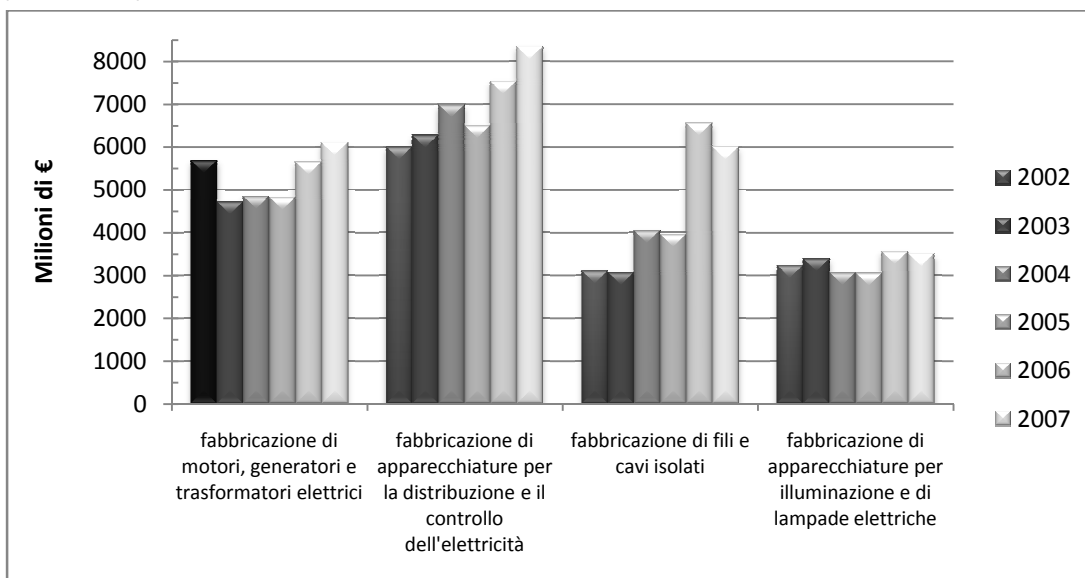


Figura 64: Impiantistica - Fatturato totale delle imprese con meno di 100 addetti per sottocategoria statistica (Fonte: ISTAT)



PRESENZA ALL'ESTERO

Per quanto riguarda la situazione all'internazionale, dal rapporto Ance 2010 sulla **presenza delle imprese di costruzione italiane nel mondo** nel 2009, emerge che il sistema delle costruzioni italiano sta affrontando la crisi investendo all'estero, vista la profonda debolezza del mercato italiano delle opere pubbliche.

Da ormai alcuni anni, infatti, le imprese di costruzione stanno aumentando la loro presenza all'estero, mostrando un'elevata dinamicità e coraggio nel penetrare nuovi mercati e nell'affrontare sfide impegnative dal punto di vista tecnico, organizzativo ed economico. Dall'analisi risulta evidente che le imprese italiane hanno visto aumentare negli ultimi sei anni il fatturato prodotto all'estero in maniera molto sensibile, a fronte di una

preoccupante riduzione dell'attività realizzata in Italia, superando, a fine 2009, la metà del fatturato globale (54%) (Figura 65 e Figura 66).

Figura 65: Evoluzione del fatturato estero sul fatturato globale dal 2004 al 2009 (Fonte: ANCE)

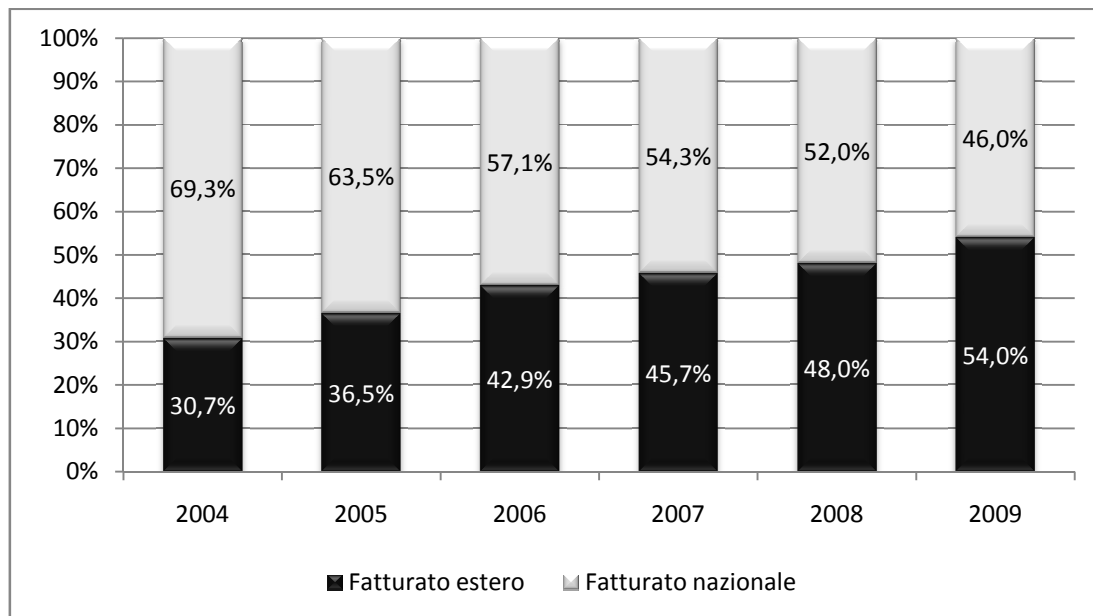
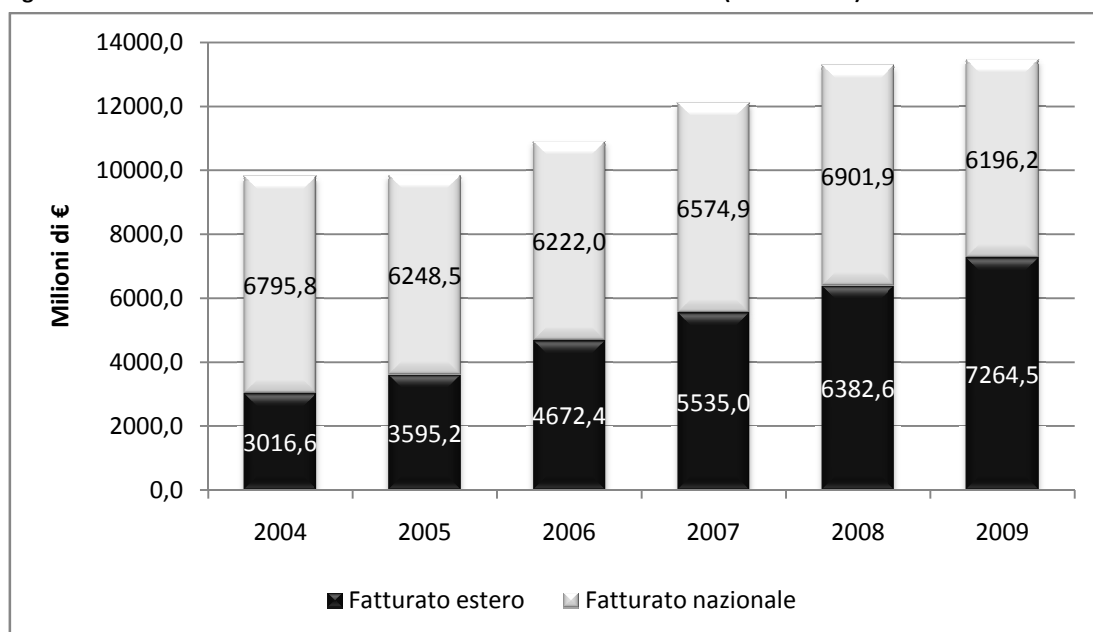


Figura 66: Evoluzione del fatturato nazionale ed estero dal 2004 al 2009 (Fonte: ANCE)



Analizzando i tassi di crescita del fatturato delle imprese, nel periodo 2004-2009 il fatturato globale è aumentato del 37,2%, una crescita importante, frutto, però, come si è detto, di due dinamiche contrastanti. Da un lato, il fatturato estero è aumentato del 140%, passando dai 3 miliardi di euro del 2004 agli oltre 7,2 di fine 2009, dall'altro, il fatturato nazionale è diminuito dell'8,8%, un risultato preoccupante perché questa riduzione ha riguardato quasi tutte le classi di impresa. In altri termini, tra il 2004 ed il 2009 le attività oltreconfine sono cresciute ad un ritmo pari al +19,2% annuo, mentre quelle svolte in Italia sono diminuite ogni anno mediamente dell'1,8%. I dati mostrano, in pratica, che è in atto un processo di sostituzione del fatturato nazionale con quello estero, un fenomeno iniziato

almeno dal 2004 e che aumenta di anno in anno. Dall'analisi dei dati relativi all'andamento delle imprese nel 2009 si possono ricavare alcuni risultati già accennati in precedenza: le imprese di costruzione italiane sono riuscite a crescere anche nel 2009, ma questa crescita è dovuta, anche in questo caso, esclusivamente alla componente estera (+13,8% rispetto al 2008) dal momento che il fatturato prodotto nel nostro Paese ha subito una riduzione del 10,2%.

E' importante, inoltre, sottolineare il ridimensionamento che le imprese di maggiori dimensioni hanno subito in Italia tra il 2004 ed il 2009, -24% per le imprese con un fatturato compreso tra i 250 ed i 500 milioni, -12,4% per quelle al di sopra dei 500 milioni, porta a pensare che l'aumento di fatturato all'estero non sia una dinamica di breve periodo legata al ciclo economico, ma che sia piuttosto un fenomeno strutturale dovuto ad una serie di scelte strategiche e di opportunità, accelerato probabilmente dalla crisi economica.

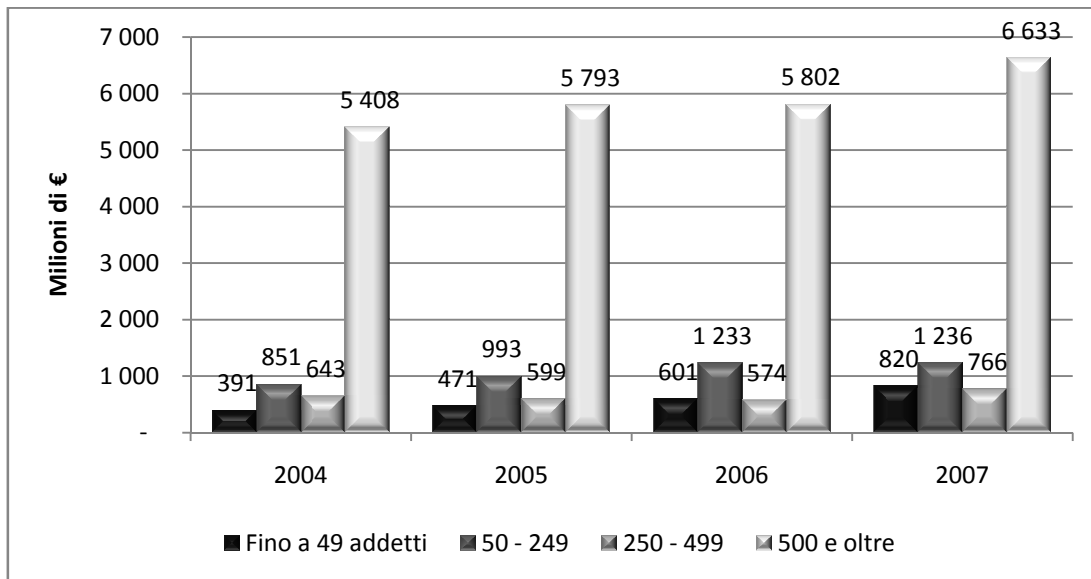
Dall'analisi del portafoglio lavori, risulta che le imprese italiane sono presenti in 86 Paesi, registrando un +6 rispetto allo scorso anno, con 576 commesse per un controvalore di 44 miliardi di euro. Nel 2009 le nuove acquisizioni sono state 170 per 11 miliardi di euro. Continua la diversificazione degli investimenti: alla fine dello scorso anno l'ammontare totale dei contratti di concessione delle imprese italiane è pari a 16,7 miliardi di euro. Considerando la localizzazione delle commesse, il Sud America continua ad essere il maggiore mercato di sbocco (25% del totale del portafoglio lavori), seguito dal Nord Africa (16%), dall'Unione Europea (14%) e dall'Europa Extra U.E. In crescita, rispetto allo scorso anno, il Centro America e l'Asia. Il Venezuela, l'Algeria e la Svizzera continuano a rappresentare i Paesi in cui le imprese hanno acquisito maggiormente negli anni scorsi, ma alcune novità si registrano nel campo delle nuove acquisizioni effettuate nel 2009: Panama, Svizzera e Kazakhstan rappresentano da soli circa 4,4 miliardi di euro, il 43% del totale dei nuovi contratti firmati lo scorso anno. La realizzazione di sistemi infrastrutturali (ferrovie, impianti idroelettrici, strade, ponti, metropolitane, gasdotti, reti e centrali elettriche, opere idrauliche, aeroporti) continua a rappresentare il core-business delle imprese italiane. Diminuisce, rispetto allo scorso anno, la quota di edilizia residenziale e non.

I dati registrati sembrano mostrare che le imprese italiane costituiscono un'anomalia, dal momento che andare all'estero rappresenta una necessità per ovviare alla diminuzione del giro d'affari nazionale, mentre i loro principali competitor possono generalmente contare su di un forte mercato interno che li spinge a cercare nuovi mercati.

RICERCA E SVILUPPO

La forte concentrazione della spesa per **Ricerca e Sviluppo *intra-muros*** è un dato ricorrente in tutti i macrosettori italiani: le grandi imprese con almeno 500 addetti hanno coperto, per tutto l'ultimo decennio, una quota superiore al 70% della spesa complessiva del settore, sebbene si stia registrando un lento aumento degli investimenti anche nelle piccole e medie imprese, anche grazie alla possibilità di godere di sgravi fiscali.

Figura 67: Investimenti in Ricerca e Sviluppo in Italia per classe di addetti dal 2004 al 2007 (Fonte: ISTAT)



Le forti variazioni osservabili da un anno all'altro nella spesa dei singoli settori sono frequentemente determinate dai cambiamenti che costantemente intervengono nella classificazione settoriale di alcune grandi imprese. Ciò nonostante si può comunque notare una situazione sostanzialmente in crescita, anche andando ad analizzare più nel dettaglio le voci statistiche interessate nell'edilizia, sia costruttiva che impiantistica (Figura 68 e Figura 69). È bene sottolineare che confrontando i dati dei due settori analizzati con la tendenza generale degli altri settori, non si nota nessuna anomalia statistica imputabile a dei maggiori investimenti in ricerca e sviluppo a seguito dell'uscita delle normative sull'efficienza energetica, segno, in parte, della disponibilità sul mercato di tecnologie in realtà già mature che rispondono ai requisiti richiesti.

Figura 68: Investimenti in R&S per le categorie Costruzioni e Impiantistica (Fonte: ISTAT)

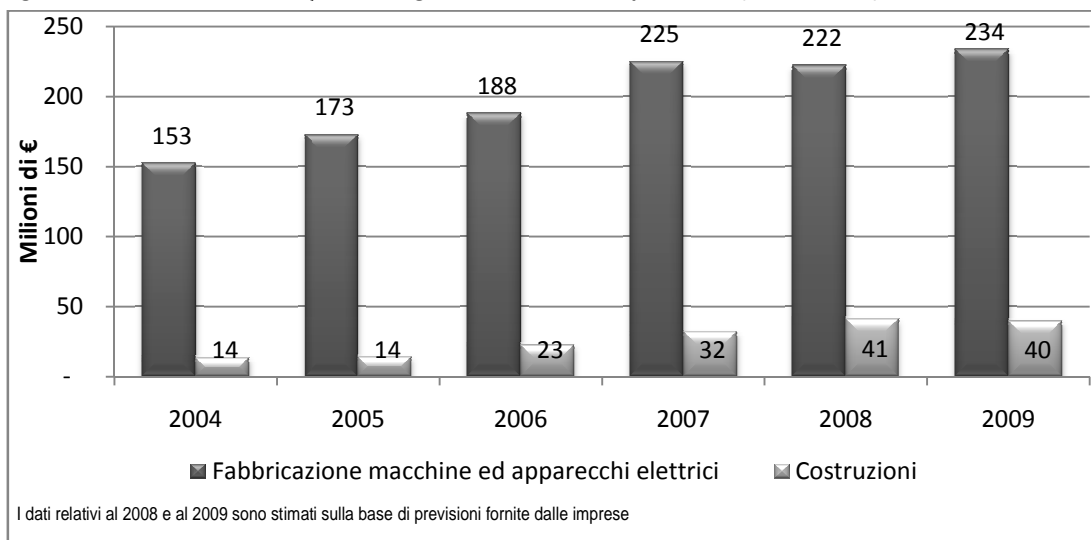
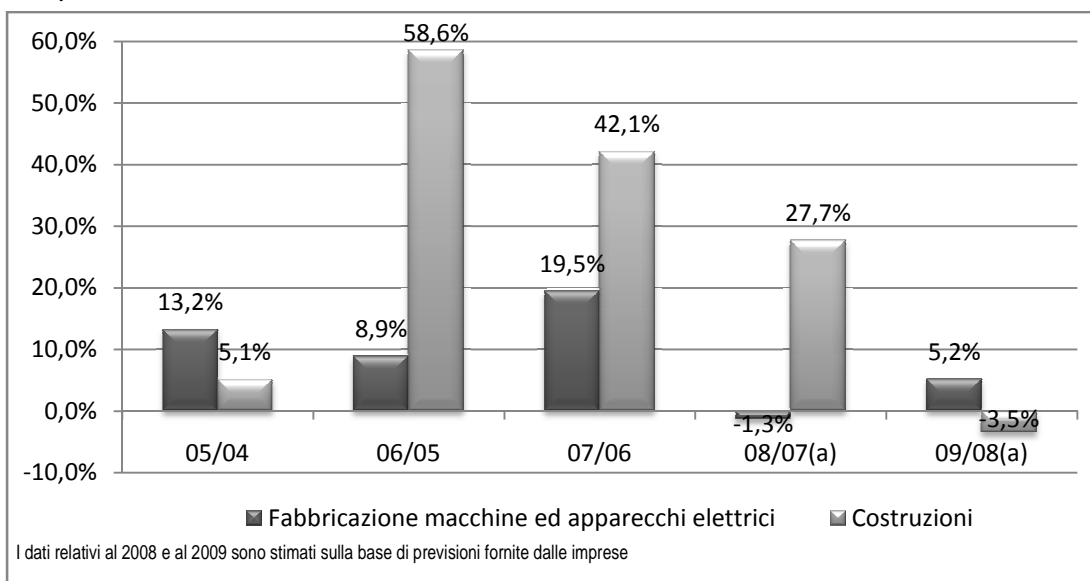


Figura 69: Variazioni annuali degli investimenti in R&S per le categorie Costruzioni e Impiantistica (Fonte: ISTAT)



3. ANALISI DEI COMPARTI

Nei prossimi paragrafi verranno analizzati i vari settori già presentati nella sezione “Tecnologie e mercati”, cercando di metterne in evidenza le principali caratteristiche per determinarne le variabili strategiche ed i differenziali competitivi di successo.

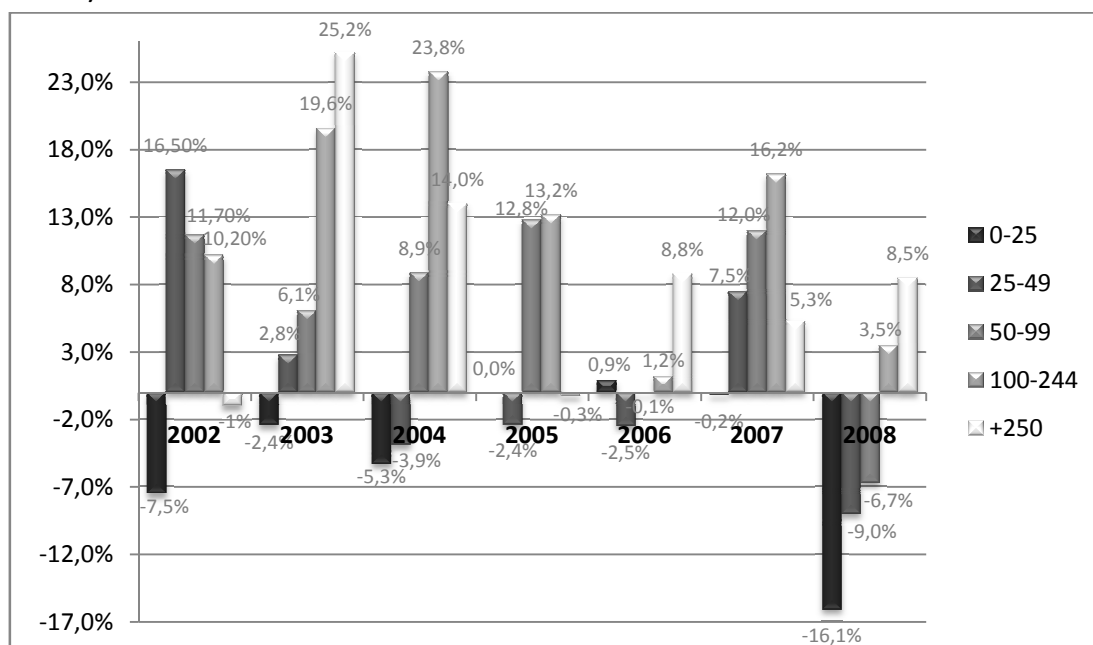
3.1. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Dagli ultimi dati registrati dal CRESME e pubblicati nel rapporto 2010, il mercato delle imprese di costruzioni nel 2008 mostrava una crescita complessiva di fatturato contenuta, trainata dalle grandi imprese, evidenziando il 2008 come anno dell’arrivo della crisi del mercato tradizionale (edilizia e piccole opere pubbliche) (Figura 70). La crescita delle grandi imprese di costruzioni è legata al sussistere di tre condizioni/capacità:

- hanno colto l’opportunità del mercato estero;
- possono contare su alcuni grandi lavori in Italia;
- hanno raccolto la sfida del partenariato pubblico e privato e del facility management (settori in forte crescita).

Al contrario, le piccole imprese, e soprattutto quelle con fatturati inferiori ai 25 milioni di euro, registrano significative riduzioni del fatturato, prova della crisi: il -16% del fatturato di questa classe nel 2008 va infatti messo in stretta relazione con il -15% delle compravendite di abitazioni e con il -20% delle concessioni edilizie ritirate. I bilanci però tengono, e ben poche sono le imprese che nel 2008 mostrano segni di grave difficoltà, anche se nel complesso il settore mostra una significativa contrazione rispetto agli anni precedenti.

Figura 70: Variazioni del fatturato nelle imprese di costruzioni per classe di fatturato (in milioni di €) (Fonte: CRESME)

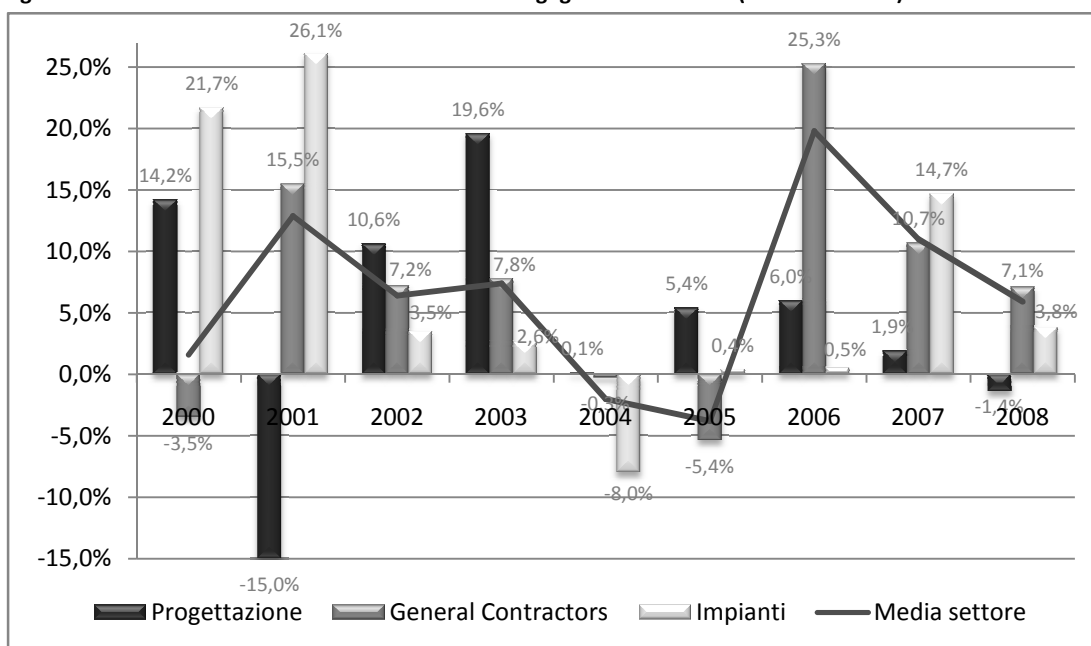


3.1.1. PROGETTAZIONE DEGLI SPAZI

Il settore delle società progettistiche di ingegneria è un settore molto variegato che vede attori molto diversi tra loro per dimensione e statuto giuridico. È un comparto che ha poco risentito della crisi soprattutto grazie alla crescita delle presenza estera delle società di ingegneria italiane per rispondere alla domanda, soprattutto nei paesi emergenti, di costruzioni, di impianti e di grandi opere, di infrastrutture.

La crescita delle società di ingegneria è continuata quindi nel 2008, anche se ridotta rispetto al 2006 e al 2007: nel 2006 la crescita era stata del 19,8%, nel 2007 dell'11% e il 2008 si chiude con un + 5,9% . Sempre grazie alla domanda estera, anche nelle stime del 2009 sembra si sia evitato il peggio, soprattutto grazie ad alcune aree di mercato come Medio Oriente, Brasile, Nord Africa e parti dell'Asia. Non è un caso che nell'analisi del comportamento dei tre settori che articolano l'ingegneria italiana, sono i general contractors i grandi protagonisti del mercato, mentre l'ingegneria pura segna il passo.

Figura 71: Andamento del fatturato delle società di ingegneria 2000-2008 (Fonte: CRESME)



3.1.2. SCELTA DEI MATERIALI

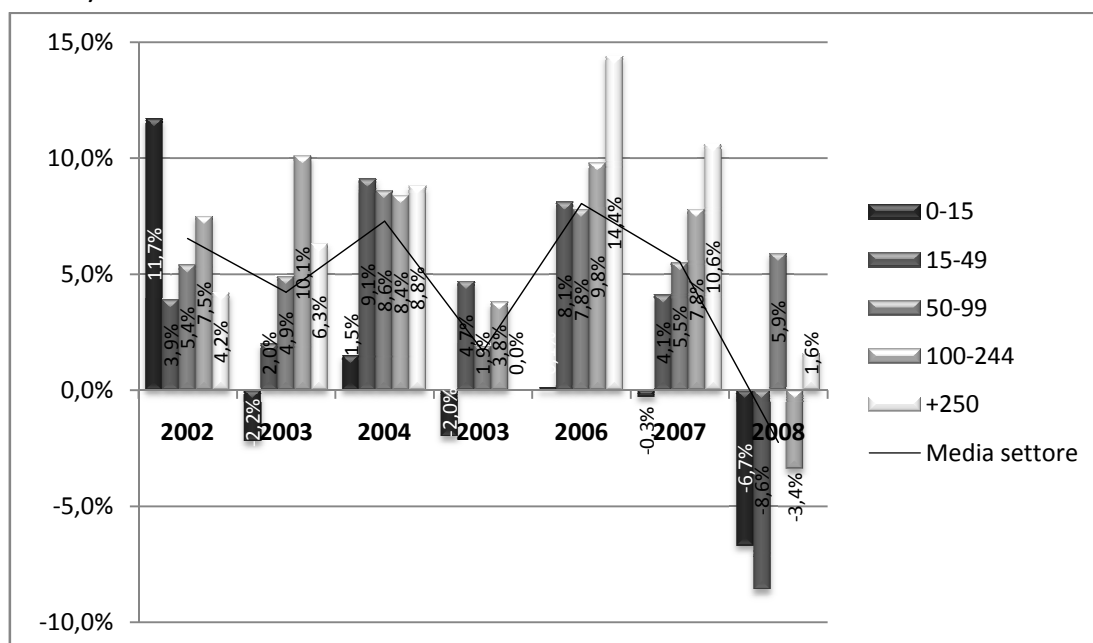
3.1.2.1. QUADRO GENERALE

I bilanci analizzati da CRESME, relativi alle industrie produttrici di materiali, impianti, macchine e componenti edili sono in totale 223 per un fatturato cumulato di 35,7 miliardi di euro nel 2008. Analizzando le dinamiche del bilancio dei produttori la crisi del mercato delle costruzioni emerge con chiarezza, non solo perché dopo anni di crescite importanti (+11,2% nel 2006, + 8,4% nel 2007) arriva nel 2008 la flessione del -1%, ma anche perché analizzando con attenzione i bilanci la crisi è ben più grave di quanto non sembri in apparenza.

Articolando l'andamento dei fatturati per classi dimensionali delle industrie emerge che gli unici bilanci che non flettono sono quelli delle industrie con oltre 250 milioni di euro di fatturato, anche se l'aumento del fatturato è alquanto contenuto (1,6%).

Le imprese medio grandi invece, che nel 2007 crescevano del 7,8 per cento subiscono quest'anno una diminuzione del fatturato del 3,4%; delle 60 aziende che appartengono a questa classe di fatturato che va dai 100 ai 250 milioni, ovvero quasi il 30% dell'intero campione, più della metà diminuisce il proprio fatturato, il 55%. Le medie imprese calano del 5,9%, mentre nel 2007 avevano avuto una crescita del 5,5%, e peggiora anche la situazione della classe delle medio piccole, quelle con fatturato tra i 25 e i 50 milioni, che perde in termini di fatturato il 9% rispetto al 2007: il 69% di questo gruppo infatti flette nel 2008 con variazioni negative che superano anche il 30%. Ma anche le industrie più piccole, quelle con un fatturato inferiore ai 15 milioni di euro, registrano una diminuzione importante, con un calo del 7,2% nel 2008. E per le imprese di questo gruppo la flessione era già iniziata nel 2007.

Figura 72: Variazioni annue del fatturato delle industrie produttrici di materiale per le costruzioni (Fonte: CRESME)



3.1.2.2. SERRAMENTI

Il mercato dei produttori di serramenti si divide principalmente in due grandi categorie molto diverse tra di loro: i produttori di infissi ed i produttori di vetrate.

INFISSI

Il mercato degli infissi è un mercato fortemente frammentato, maturo e con scarse prospettive di innovazione. I produttori si dividono in tre categorie principali a seconda del materiale scelto, legno, metallo o PVC, con quote di mercato che molto stabili fino ai primi anni 2000. L'entrata in vigore dei primi provvedimenti sulle tenute termiche ha

svantaggiato fortemente i produttori di infissi freddi in alluminio, che, a causa dell'aumento dei prezzi di lavorazione per rispettare i vincoli energetici, per sopravvivere sono stati costretti a spostarsi su un mercato di alta gamma, a specializzarsi nella costruzione di facciate o a convertirsi al PVC, il cui processo tecnologico non differisce molto dai prodotti metallici. A modificare lo status quo, accrescendo le quote di mercato del serramento di PVC contribuisce anche l'afflusso di finestre di produttori esteri dell'Est Europa, che vogliono entrare sul mercato con prezzi interessanti, spingendo a un contenimento generale dei prezzi del prodotto.

Attualmente, il mercato dei infissi è costituito da decine di migliaia di micro operatori (in totale 37 830) per un volume di circa 9 milioni di unità finestre vendute e un valore di quasi 5 miliardi di euro. Come si vede in Tabella 33, il numero degli operatori che producono infissi in legno (18 850) e in metallo (18 130) è sostanzialmente a pari merito mentre è molto più contenuto il numero dei produttori di finestre in PVC che si attesta a 850.

Tabella 33: Infissi - numero di operatori e quote di mercato a gennaio 2010 (Fonte: www.guidafinestre.it)

Materiale	Numero di imprese	% imprese su totale	Unità vendute [milioni]	Quota di mercato a volume	Fatturato complessivo [milioni di €]	Quota di mercato a valore
Legno	18850	49,8%	4200	47,5	1890	39,3%
PVC	850	2,3%	1200	23,6	540	11,2%
Metallo	18130	47,9%	3436	38,9%	2376	49,4%

Il settore è stato interessato da un intenso processo di crescita nel periodo 1999-2003. Il tasso di crescita medio è stato superiore a quello del settore cliente (le costruzioni) e a quello dell'intero comparto della metalmeccanica. La media dei tassi di crescita nel settore dei serramenti metallici, dal 1999 al 2004 (CAGR –Compound Annual Growth Rate) è stata dell'8%, la crescita totale in valore assoluto è stata di circa il 60%. Il risultato è di assoluto rilievo in quanto nel periodo preso in esame dalla ricerca l'economia italiana è stata interessata da una significativa stagnazione. Anche negli anni successivi, grazie all'introduzione dei benefici fiscali sull'efficienza energetica, le imprese di serramenti hanno ottenuto risultati superiori agli altri comparti, sebbene anch'esse toccate fortemente dalla crisi.

Negli ultimi anni, quindi, le imprese serramentistiche sono cresciute sia in termini di fatturato medio che di dipendenti. L'analisi comparata rileva una maggiore crescita dimensionale dei produttori di facciate continue rispetto alle aziende serramentistiche non specializzate. I differenti tassi di crescita sono in primo luogo legati alle caratteristiche dei lavori effettuati, l'importo medio di una commessa nel settore delle facciate continue è infatti sensibilmente più elevato rispetto a quello che avviene per le finestre.

Le imprese di maggiori dimensioni sono cresciute di più di quelle di piccole dimensioni, inoltre è aumentata la concentrazione dell'offerta: nel 1999 le prime 20 imprese realizzavano il 50% del valore della produzione, nel 2004 sono responsabili del 57% del valore della produzione di settore. Le imprese più grandi e dotate di maggiori risorse

finanziarie, organizzative ed umane hanno potuto approfittare maggiormente del processo di crescita.

Le imprese serramentistiche non specializzate tendono ad avere e a mantenere una dimensione operativa locale, prediligono la vendita diretta dei serramenti, e non sono dotate di una struttura commerciale indipendente. Poche aziende investono sistematicamente in comunicazione. Molte imprese conservano alcune caratteristiche tipiche del **modello di business** dell'azienda imprenditoriale, che si caratterizza per:

- una gestione estremamente accentrata nella figura dell'imprenditore;
- l'assenza o lo scarso sviluppo di sistemi di gestione manageriale per il controllo di gestione, lo sviluppo del personal e, il controllo finanziario;
- lo sviluppo della funzione di progettazione/sviluppo tecnico a cui sono dedicate gran parte delle risorse umane non impegnate nella produzione.

Come avviene per la maggior parte delle piccole e medie imprese italiane, la struttura finanziaria si caratterizza per il ricorso al debito finanziario a breve termine, inoltre gran parte dell'operatività dell'azienda è finanziata con il ricorso ai debiti verso i fornitori.

A livello di **filiere**, il rapporto di forza con i grandi fornitori di vetrate e di materie prime è a completo vantaggio di questi ultimi, rappresentati spesso da grandi produttori multinazionali. A valle, il rapporto con la distribuzione e gli installatori, settori anch'essi fortemente frammentati, sta diventando uno dei principali driver di successo, tanto che molte imprese ricercano sempre più rapporti di partnership per assicurarsi il contatto diretto con il cliente. La distribuzione sta infatti diventando il punto di riferimento per il consumatore privato, che diventa sempre più informato ed esigente, vedendo crescere il proprio peso di giorno in giorno.

Fondamentale in questo senso è anche la **formazione** rivolta ai rivenditori e ai posatori, non solo per indirizzare le scelte dei clienti, ma anche e soprattutto per garantire la qualità del prodotto, per la quale è fondamentale una corretta installazione, e i servizi post vendita di assistenza.

In un comparto largamente frammentato il settore delle piccole e medie industrie (ovvero 7980 aziende sopra i 10 addetti) del **serramento in legno** assiste all'emergere di un numero ristretto di imprese, 330, le più strutturate, che si ritagliano quasi il 30% del fatturato complessivo pari a 500 milioni di euro. Questo è giustificato anche dal fatto che, a livello di innovazione, il legno offre pochissime opportunità: per questa ragione in generale le aziende del settore si focalizzano sull'innovazione di processo e gli investimenti si concentrano prevalentemente nelle immobilizzazioni materiali, ovvero negli impianti e solo le imprese più strutturate sembrano riuscire a andare in questa direzione.

Negli ultimi anni, molte microimprese hanno iniziato ad costituire associazioni e partnership territoriali, principalmente per mettere in comune risorse per la R&S e per

avere un miglior rapporto di forza con la distribuzione, che hanno permesso a molte realtà di sopravvivere alla crisi.

Caso Aziendale 1: Navello – I vantaggi delle normative per gli infissi in legno

NAVELLO: I VANTAGGI DELLE NORMATIVE PER GLI INFISSI IN LEGNO

Navello è una storica azienda piemontese che si occupa della produzione di infissi in legno dal 1824. Oggigiorno l'impresa conta una quarantina di addetti, per un giro d'affari di 5 milioni di euro all'anno. L'impresa ha subito un calo del 10-15 % del fatturato nel 2008-2009, perdite che quest'anno dovrebbe recuperare grazie all'aumento degli ordini nel settore del recupero edilizio legato al sistema di incentivazione fiscale del 55%.

Tabella 34: Scheda impresa: Navello (Fonte: AIDA)

Scheda impresa	
Nome impresa	Navello S.P.A.
Sito internet	www.navello.it
Nazione headquarter	Italia
Regione sede italiana	Piemonte
Indirizzo sede italiana	Via Chiabotti Rea, 9 - 12060 MONCHIERO (CN)
Telefono	+39 0173 792010 - 6
Email	info@navello.it
Anno rilevamento dati	2007
Fatturato (migliaia)	4810
Dipendenti	38
Marginalità (EBITDA/vendite)	16,75
Descrizione impresa	La società ha per oggetto la fabbricazione di serramenti e mobili ed il commercio di lastre di vetro cristalli

Il **mercato** principale è costituito dai rivenditori, ai quale la società offre diversi corsi di formazione per poter garantire al cliente finale il prodotto più adatto alle sue esigenze.

Il **sistema normativo** ha beneficiato anche in altri modi Navello. Infatti, nonostante a prima vista l'impresa non sembri di grandi dimensioni, lo è rispetto alle dirette concorrenti, che registrano una media generale di 2 addetti. Le aziende più piccole e meno strutturate si sono trovate in difficoltà nel fornire ed aggiornare le documentazioni richieste, perdendo quindi quote di mercato; l'avvento della crisi ha perciò trovato già alcune aziende in difficoltà, obbligandole a chiudere e restringendo un mercato altrimenti estremamente frammentato. Altro fattore positivo connesso ai vincoli di efficienza energetica è stato la parziale uscita dal mercato dei prodotti in alluminio, che per rispondere ai criteri richiesti hanno dovuto subire nuovi trattamenti con conseguenti aumenti di prezzo che li hanno posti in una diversa fascia di mercato. I prodotti in legno, al contrario, rispondono naturalmente anche ai vincoli più stretti, e, inoltre, grazie alla previdenza del management, Navello aveva già iniziato nel 2000 a studiare prodotti montati con i nuovi vetri basso emissivi, soluzioni tornate molto utili con l'entrata in vigore della normativa.

Il settore dei **serramenti metallici** si è sviluppato a scapito della redditività. Alla base delle performance reddituali non in linea con la crescita vi sono le caratteristiche strutturali della domanda che determina una competizione basata prevalentemente sul prezzo tanto che spesso la competizione con i concorrenti si basa sul prezzo. Nell'ultima

ricerca UNCSALL (Unione Costruttori Serramenti in Alluminio, Acciaio e Leghe), solo il 34% delle imprese intervistate sostiene che la competizione si basa sulla capacità di differenziarsi dai concorrenti per l'aspetto estetico e le prestazioni dei prodotti offerti e per il livello di servizio al cliente. Le performance reddituali differiscono a seconda della specializzazione produttiva delle imprese, avvantaggiando molto, come già accennato le aziende specializzate in facciate continue. Questo risultato è legato al fatto che i facciatisti sono aziende maggiormente strutturate che impiegano un maggior capitale investito sia in termini di immobilizzazioni materiali e immateriali che in termini di crediti verso i clienti dalle aziende produttrici di facciate continue.

L'innovazione di prodotto e' delegata ai produttori di sistemi di profilati in alluminio, che detengono le conoscenze tecnologiche e le risorse finanziarie per condurre attività di ricerca e sviluppo. I produttori di grandi involucri, ovvero una parte delle aziende specializzate nelle facciate continue, sviluppano sistemi di profilati specifici per lacune importanti commesse. Anche in questo caso, in generale, le aziende del settore si focalizzano sull'innovazione di processo e gli investimenti si concentrano prevalentemente nelle immobilizzazioni materiali, tuttavia l'acquisto di nuovi macchinari non e' sufficiente da solo ad ottenere incrementi di produttività, che sono necessari se si vuole incrementare la redditività in un settore dove vi sono forti pressioni competitive sui prezzi. Per incrementare la produttività è necessario introdurre innovazioni organizzative ed investire nella qualità dei processi aziendali, come hanno fatto i produttori di facciate continue, raggiungendo performance sensibilmente superiori a quelle dei serramentisti non specializzati in termini di ricavi per addetto e turnover ratio.

Caso Aziendale 2: Secco Sistemi: Innovazione e qualità come chiavi del successo

SECCO SISTEMI: INNOVAZIONE E QUALITÀ CHIAVI DEL SUCCESSO

Secco Sistemi SPA è una società specializzata nell'ideazione di sistema costruttivi, legati in particolare ai serramenti ed alle facciate metalliche. Fondata nel 1995, ha ad oggi 50 addetti nel reparto produttivo, più una rete commerciale di un'altra ventina di persone. Oltre al mercato italiano, l'azienda si indirizza anche ai mercati esteri, che ospitano il 20% dei suoi clienti. In particolare si interessa a Spagna, dove ha una sede, e Germania, dove opera con una fitta rete di distributori.

Sfruttando principalmente per i suoi sistemi i serramenti in acciaio, ideali per la progettazione di grandi facciate in vetro, nonostante l'aumento dei prezzi del comparto, Secco Sistemi è riuscita a mantenere un livello di crescita costante anche in periodo di crisi arrivando dai 10 milioni di euro di fatturato del 2007 ai 14 del 2009. I prodotti finali sono del 40-50% più costosi di quelli ottenuti con altri materiali ed altre soluzioni progettuali, anche a parità di efficienza energetica, ma il costo in più è giustificato per il cliente dalle maggiori possibilità estetiche offerte e dai servizi di assistenza che l'azienda offre. Nonostante la crescita di ordini e ricavi, il management ha deciso di non ingrandire la struttura, preferendo affidare in outsourcing parte della produzione componentistica dei

sistemi, mantenendo all'interno principalmente le fasi di progettazione.

Il **mercato target** è un mercato di nicchia di alta gamma, che per prezzi e soluzioni ha poco a vedere con il mercato serramentistico tradizionale. Le imprese concorrenti dirette sono poche al mondo, quasi tutte supportate da grandi gruppi del settore dell'edilizia o dei serramenti in alluminio. I clienti principali sono architetti ed associazioni, ed il settore è sempre più rivolto al restauro ed al rinnovo di opere esistenti, fattore che, dato la situazione del patrimonio immobiliare italiano, lascia prevedere un mercato potenziale in crescita nei prossimi anni.

Per quanto riguarda la **ricerca e sviluppo**, Secco Sistemi è stata una pioniera delle tematiche dell'efficienza energetica: fin dal 2000 si interessa, in anticipo sulle normative, ai più innovativi sistemi di taglio termico oltre che alla possibilità di integrare pannelli solari alle strutture portanti. Proprio nel 2000 viene attivato all'interno dell'azienda il Progetto Solare Integralizzato (PIS) che permette già dall'anno seguente di proporre sul mercato nuove soluzioni di coperture con pannelli solare. La ricerca si sta concentrando in questi ultimi anni sull'integrazione di pannelli solari anche sulle facciate cieche, riuscendo, grazie all'investimento annuo sistematico del 10% di fatturato in R&S, a ideare ogni anno nuove soluzioni.

L'**impatto delle nuove normative** in materia di efficienza energetica è stato positivo per l'azienda, rendendo i clienti più coscienti dell'importanza di tecnologie che l'azienda aveva già sviluppato ed immesso sul mercato, costituendo un fattore di soddisfazione in più al momento dell'acquisto. Anche nel futuro, l'impresa si aspetta ritorni favorevoli legati all'applicazione, ancora scarsa in Italia, di direttive europee in materia non solo di efficienza, ma anche di sicurezza dell'edificio, che dovrebbero rendere ancora più richieste le soluzioni progettuali offerte per la messa a norma di edifici esistenti.

I **fattori di successo** di Secco Sistemi sono sicuramente legati all'innovazione tecnologica dei suoi progetti e alla qualità dei suoi servizi. L'impresa vuole offrire agli architetti e agli ingegneri progettisti, principali interlocutori per conto del cliente, un servizio completo dalla messa a disposizione di officine e serramentisti conosciuti e convenzionati, su cui l'azienda può effettuare il controllo dei prodotti, all'assistenza durante l'installazione.

Tabella 35: Scheda impresa: Secco Sistemi (Fonte: AIDA)

Scheda impresa	
Nome impresa	Secco Sistemi SPA
Sito internet	www.seccosistemi.it
Nazione headquarter	Italia
Regione sede italiana	Veneto
Indirizzo sede italiana	Via Terraglio 195 - 31022 Preganziol (TV)
Telefono	+39 0422 497700
Email	info@seccosistemi.it
Anno rilevamento dati	2007
Fatturato (migliaia)	13565
Dipendenti	50
Marginalità (EBITDA/vendite)	19,11
Descrizione impresa	La società si occupa della progettazione di sistemi per serramenti e complementi d'arredo.

Nonostante l'impatto della crisi, il **serramento in PVC** mostra di reggere bene l'urto con parecchi produttori che segnano punti positivi, anche a fronte di un'accresciuta concorrenza interna al settore, dall'interno e dall'estero, in particolare dall'Est europeo. Principale stimolo per il comparto è stata la detrazione del 55% tanto che, secondo i dati ENEA, la maggior parte dei serramenti per cui è stata richiesta il bonus fiscale è in PVC.

A livello di imprese, data la crescita rispetto a legno e PVC, ci si aspetta in futuro l'aumento del numero degli operatori, date in parte da grandi, medie e piccole di produttori di serramenti in alluminio che hanno affiancato il PVC alla produzione tradizionale. Quanto ai nuovi concorrenti proveniente dall'Est Europa, la polacca Oknoplast in primis che in Italia venderebbe per 13 milioni di euro, stanno esercitando una fortissima pressione sul mercato italiano contribuendo ad abbassare i prezzi.

Per quanto riguarda il prodotto, di fronte a un mercato in apparenza molto appiattito e tradizionalmente restio verso i materiali plastici, il miglioramento dell'estetica è generalmente riconosciuto come potente driver di spinta all'accettazione. Sembra essere, infatti, sempre più importante la ricerca di soluzioni personalizzate, magari create attorno a un prodotto industrializzato, che possano differenziare dai prodotti più classici in legno e metallo.

VETRATE

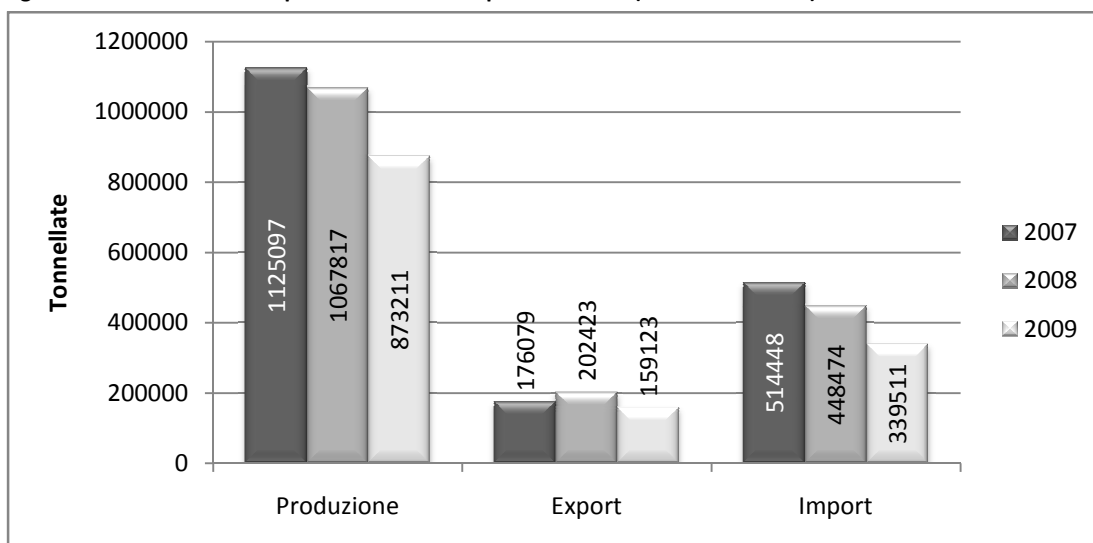
Il settore industriale del vetro piano, ovvero delle vetrature per l'edilizia, comprende la produzione del vetro tirato in lastre, non più fabbricato in Italia, delle lastre di vetro greggio e di float. Tale attività viene svolta da aziende associate distribuite in tutta Italia. Il quantitativo complessivamente prodotto nell'anno 2009, riferito all'intero settore del vetro piano e risultante dalla somma dei vari gruppi menzionati, è di 873.211 tonnellate, registrando rispetto al 2008 una flessione di produzione del 18,22%. Di queste 159.123 tonnellate sono esportate all'estero, contro un import di 339.511 tonnellate.

Dall'ultima indagine CRESME emerge che l'industria della trasformazione del vetro è fortemente radicata sul territorio, con un raggio di mercato a dimensione prevalentemente regionale se non provinciale. Come si vedrà più avanti nel dettaglio, complessivamente oltre il 64% delle aziende si muove in questo ambito. Tuttavia quasi un terzo delle aziende ha invece una dimensione nazionale e un 7% opera su mercati internazionali. La dimensione provinciale costituisce il riferimento per la grande maggioranza delle imprese con un fatturato inferiore ai 500 mila euro. Solo un 20% di questa fascia di impresa proietta i propri interessi di mercato su un livello nazionale. Le imprese un po' più grandi, fino a un milione di euro, hanno come riferimento il territorio regionale. Opera con questi orizzonti oltre l'83% delle aziende.

La **distribuzione territoriale** delle aziende premia il Nord. Qui si concentra oltre il 55% del totale, poco meno del 15% nelle regioni centrali e il 30% nel Mezzogiorno e nelle due isole maggiori. La struttura dimensionale per numero di addetti e per fatturato

evidenza come nel Centro – Sud si concentra un numero decisamente più elevato di piccolissime aziende, con meno di 5 addetti, che oscilla tra il 45% del Sud e il 50% del Centro, contro una media nazionale inferiore ad un terzo. In particolare nelle regioni centrali il 90% ha meno di 15 addetti e un fatturato inferiore ai 2 milioni e mezzo. Ma l'80% resta sotto il milione e il 50% non supera i 500.000 euro. La dimensione media al Nord è decisamente più elevata, quasi il 60% ha tra i 6 e i 15 addetti e poco meno del 20% supera i 30 dipendenti. Questa fascia di aziende registra fatturati superiori ai 5 milioni, che per oltre il 7% diventa oltre 15 milioni. Anche qui la maggioranza delle aziende (il 56%) ha un fatturato inferiore al milione di euro annuo. Una situazione comunque diversa da quella delle regioni del Sud dove il 62% non supera i 500.000€.

Figura 73: Andamento della produzione di vetro piano in Italia (Fonte: Assovetro)



Analizzando le dimensioni delle imprese per classe di addetti, in Italia, secondo i dati registrati dalla agenzia delle entrate, nel 2008 le imprese produttrici di vetrocamere per infissi erano 1042 di cui 102 considerate di grandi dimensioni, con una media di 22 addetti, 425 medie (6 addetti) e 522 piccole con in media 3 addetti.

Le imprese di grandi dimensioni sono prevalentemente registrate come società, di capitali nel 73% dei casi e di persone nel 23%, in grande maggioranza facenti parte di grandi gruppi internazionali dediti alla lavorazione di tutti i tipi di vetro, e non solo, che producono più della metà dei prodotti immessi sul mercato. In media contano 22 addetti di cui 20 dipendenti, ma spesso più entità fanno in realtà capo alla stessa holding. Si tratta di imprese che operano prevalentemente in conto proprio, ma un buon 37% dei ricavi deriva comunque dalla produzione per conto terzi.

La struttura dei ricavi è data al 40% dalla produzione di vetrocamere per infissi, al 20% dal vetro temperato ed al 16% dal vetro laminato-multistrato. La produzione è rivolta principalmente ad altre imprese manifatturiere su di un'area che si estende dalla provincia alle regioni limitrofe.

Caso Aziendale 3: Pilkington – La normativa come unico stimolo in un settore statico

PILKINGTON: NORMATIVA UNICO STIMOLO IN UN SETTORE STATICO

Pilkington Italia Spa è la filiale italiana del colosso britannico del vetro. Le sedi italiane di San Salvo, in Abruzzo, e di Porto Marghera in provincia di Venezia, si occupano della produzione di vetro piano per auto e per l'edilizia, occupando quasi 3000 dei 28000 dipendenti del gruppo. Con la crisi, il gruppo Pilkington ha perso in due anni più di 2 miliardi di euro, passando dai 6,9 del 2007 ai 4,7 del 2009, subendo pesantemente le difficoltà nelle industrie dell'automobile e delle costruzioni, sue principali clienti.

Il settore del vetro piano è molto concentrato e, oltre a Pilkington, sono individuabili pochi altri attori davvero competitivi, come la multinazionale francese Saint-Gobain, il gruppo belga AGC e, in Italia, Manfredonia Vetro. La **competizione** si svolge sui prezzi delle varie fasce di qualità del prodotto, lasciando poco spazio a potenziali nuovi entranti che dovrebbero sostenere forti spese iniziali per i macchinari. Anche aziende più piccole presenti sul mercato hanno poche possibilità di guadagnare nuove quote, considerando, tra le altre cose, una capacità produttiva dei leader di settore molto sotto-utilizzata e potenzialmente in grado di far abbassare ulteriormente i prezzi.

Anche l'**innovazione tecnologica** nel comparto è limitata e di scarso impatto sul mercato, tanto che, in realtà, le tecnologie considerate oggi come le più innovative sono in realtà presenti nei laboratori di ricerca e sviluppo, in versioni più o meno complesse, da più di trent'anni.

In un settore così maturo e statico, l'unico forte stimolo degli ultimi vent'anni è stato quello dato dalle nuove **regolamentazioni** in materia di efficienza energetica. Infatti, nonostante i prodotti fossero in realtà pronti da anni, è solo nel 2005, con l'introduzione delle prime normative vincolanti, che la domanda finale ha subito un cambiamento. Nel giro di un anno si è verificato un totale ricambio dei prodotti richiesti, annullando quasi completamente la produzione di vetri non efficienti in campo edile.

Tabella 36: Scheda impresa: Poliespanso (Fonte: AIDA)

Scheda impresa	
Nome impresa	Pilkington Italia SPA
Sito internet	www.pilkington.com
Nazione headquarter	Gran Bretagna
Regione sede italiana	Abruzzo
Indirizzo sede italiana	Zona Industriale San Salvo Chieti 66050
Telefono	+ 39 0 873 3481
Email	-
Anno rilevamento dati	2009
Fatturato (migliaia)	414262
Dipendenti	2364
Marginalità (EBITDA/vendite)	6,09
Descrizione impresa	Lavorazione/trasformazione del vetro piano

Il sostegno delle agevolazioni ha alimentato il settore fino all'inizio della crisi, quando, complice la congiuntura sfavorevole nel campo dell'auto, si sono registrati i peggiori risultati negli ultimi dieci anni.

Per quanto riguarda i rapporti con la filiera, si trovano spesso in posizione privilegiata, sia per dimensione che per volumi, soprattutto grazie all'influenza che spesso il gruppo di appartenenza ha a livello internazionale.

Il mercato di queste imprese si estende dalle regioni limitrofe all'ambito internazionale e nel 32% dei casi le imprese esportano i loro prodotti, ottenendone il 16% dei ricavi.

Le imprese considerate di medie dimensioni, invece, sono al 47% società di persone e al 36% aziende individuali, con una struttura mediamente composta da 6 addetti, di cui 4 dipendenti. Le imprese operano in misura simile sia in conto proprio che in conto terzi e la struttura dei ricavi è data al 60% dalla produzione di vetrocamere per infissi, al 15% dal vetro piano tagliato, al 15% dal vetro laminato-multistrato ed al 14% dal servizio di posa ed installazione. L'area di mercato si estende dalla provincia alle regioni limitrofe ed è rivolta principalmente all'industria serramentistica ed ad altre imprese manifatturiere.

Le microimprese sono invece quelle più numerose sono al 56% registrate come società di persone ed al 35% come aziende individuali. La struttura base è composta da una media di 3 addetti di cui 2 dipendenti e si tratta di imprese che operano prevalentemente in conto proprio. La struttura dei ricavi è data al 36% dalla produzione di vetrocamere per infissi, al 33% dal vetro piano tagliato, al 10% dal vetro laminato-multistrato ed al 17% dal servizio di posa ed installazione. La produzione è rivolta principalmente ad altre imprese manifatturiere su di un'area che si estende dalla provincia alle regioni limitrofe.

Le imprese di medio piccole dimensioni sono quelle che stanno pagando maggiormente l'attuale situazione negativa. La loro sopravvivenza è in gran parte legata a quella delle imprese cliente, quasi sempre anch'esse di piccole dimensioni e dai loro rapporti con la distribuzione. Inoltre, a differenza del settore degli infissi, nel campo delle vetrate l'innovazione tecnologica è uno dei driver fondamentali di successo, che avvantaggia i grandi gruppi internazionali possessori della maggioranza dei brevetti disponibili sul mercato.

A questo si aggiunge il fatto che, secondo una recente analisi del Centro Studi di Confindustria quasi il 25% delle piccole e medie segnala una restrizione abbastanza pesante del credito, mentre la carenza di prestiti ostacola l'attività al 10% delle imprese di piccole dimensioni.

STRUTTURE OPACHE

Il mercato dei materiali per strutture opache è estremamente difficile da monitorare, in primis per la grande varietà di prodotti, più o meno diversi, disponibili e, in secondo luogo a causa dell'estrema frammentazione e segmentazione del settore. Inoltre, per via della diversità dei materiali coinvolti e della varietà di utilizzo del prodotto finito, anche a livello statistico è molto difficile fare un panorama completo.

Una ricerca svolta nel 2010 da SDA Bocconi ha delineato in linee generali alcuni parametri chiave, fondamentali per avere almeno un'idea generale del settore.

In primo luogo, analizzando il **contesto competitivo** si trova una situazione poco omogenea: i prodotti classici, maturi e poco tecnologici, sensibili a economie di scala, sono oggetto di un'estrema concorrenza di prezzo che favorisce i grandi produttori, spesso filiali di grandi imprese multinazionali, mentre i prodotti tecnici vedono aumentare la complessità e l'articolazione delle gamme proposte, anche come conseguenza di sforzi innovativi dei produttori. In questo secondo segmento si trovano esempi anche di piccole imprese che hanno riscontrando un grande successo grazie ad un segmento di nicchia creatosi con l'ideazione di un prodotto innovativo.

In seguito sono state individuate le **strategie distributive** prevalenti, che si sono rilevate un elemento di primo interesse nell'analisi del settore. In termini generali, il canale indiretto risulta essere, ancora oggi, l'architettura prevalente. Il ricorso al canale diretto appare preferibile solo a fronte di pianificazione di acquisti di una notevole entità da parte del cliente, che consentono di beneficiare di economie di scala per il trasporto, o per forniture di prodotti particolari (es. su misura, ricercati, di nicchia) non facilmente reperibili presso i distributori. Nell'ambito del canale indiretto il distributore crea valore svolgendo attività di assortimento e frazionamento, trasporto e movimentazione, stoccaggio, importanti in particolare per i prodotti di base. Per i prodotti tecnici contribuisce a generare utilità soprattutto veicolando l'informazione relativa al prodotto e al cliente, operando una pre-selezione dell'offerta disponibile, permettendo il confronto tra diverse alternative di prodotto ed offrendo anche consulenza prima, durante e dopo l'acquisto. Per le finiture, oltre ai servizi informativi, eroga servizi accessori apprezzati soprattutto nel post-vendita (posa in opera).

In genere, il distributore garantisce anche una certa continuità di ordini e stabilità di vendite al produttore, oltre a fornire importanti servizi finanziari alla clientela, assumendosi il rischio del credito. In un tale scenario divengono estremamente cruciali le scelte dimensionali e assortimentali dei distributori, scelte spesso non facilmente modificabili nell'immediato, dando luogo a rigidità gestionali. Un'analisi condotta sui bilanci di un campione di distributori rivela che le marginalità variano secondo le merceologie considerate (essendo minori per i prodotti di base e maggiori per le finiture) e che alcune differenze si riscontrano anche in termini di incidenza dei costi di varia natura. I costi di trasporto e logistica sono la voce principale per tutti i comparti mentre i costi amministrativi sembrano incidere soprattutto per finiture ed attrezzature.

Anche per l'effetto combinato dei cambiamenti del contesto, sembra essersi intensificato recentemente il fenomeno della multi-canalità ovvero il ricorso, sia da parte dei produttori che dei costruttori, contemporaneamente al canale diretto e al canale indiretto, con un maggior coinvolgimento del produttore nella generazione di alcuni *service output*. Come risultato, stanno emergendo nuove configurazioni delle relazioni di canale:

specie per l'acquisto di consistenti quantitativi, in alcuni casi, il costruttore si rivolge direttamente al produttore che si è organizzato per garantire una sorta di *just-in-time*; in altri casi, il distributore agisce da *transfer-order*, ovvero conclude la vendita con il cliente e trasmette l'ordine al produttore, occupandosi eventualmente del trasporto del prodotto direttamente in cantiere, senza farlo transitare dal proprio magazzino/rivendita.

Bisogna inoltre tenere conto del fatto che, in questo periodo, sui distributori, proprio per i servizi finanziari tradizionalmente concessi, gravano poi le crescenti situazioni di insolvenza nel settore delle costruzioni.

Un'analisi un po' più approfondita si può effettuare per quanto riguarda l'andamento dei prodotti più tradizionali, come **cemento e calcestruzzo**, che dispongono di rilevamenti statistici periodici.

Nel 2008 si è stimato un consumo di calcestruzzo pari a 102 milioni e mezzo di m², di questi poco più di 87 milioni e mezzo sono stati utilizzati in opere per la cui realizzazione si è fatto ricorso a soluzioni in cemento armato, corrispondente a l' 83,3%. A contribuire alla produzione realizzata da quelli che possiamo chiamare gli attori intermedi della filiera del calcestruzzo hanno contribuito, sempre nel 2008, gli inerti con 186,6 milioni, di tonnellate pari al 62,5% dei circa 299 milioni prodotti nell'anno, il cemento con 39,7 milioni di tonnellate e gli additivi con 221.900 tonnellate. Il calo degli investimenti in costruzioni si è ripercosso in misura molto pesante sul consumo di calcestruzzo e di cemento armato registrando una contrazione del 15,2% rispetto al 2007. Una contrazione pressoché equivalente si stima ha caratterizzato il comparto nel 2009.

Il valore della produzione della filiera è stata stimata dal CRESME nel 2008 pari a 8 miliardi e 212 milioni. Rispetto ai diversi segmenti di mercato dell'edilizia residenziale, dell'edilizia non residenziale privata e pubblica e del genio civile la quota più rilevante del valore riguarda il genio civile con quasi 3 miliardi di euro pari al 35% del totale. L'edilizia residenziale, passata da quasi 3 miliardi e mezzo a 2 miliardi e 283 milioni di euro rappresenta il 27,8%. Il non residenziale privato assorbe il 30% per un valore di 2 miliardi e 470 milioni, mentre il valore degli impieghi di cemento armato nell'edilizia pubblica ammonta nel 2008 a 543 milioni.

Il calo generalizzato di attività ha colpito indistintamente piccole, medie e grandi imprese, seppure incidendo in misura diversa e determinando reazioni differenziate. La contrazione degli utili esige interventi di razionalizzazione che vogliono dire interventi sul piano organizzativo e gestionale, e al centro di questo nuovo orientamento vi è la qualità, che viene sempre più richiesta dalla domanda finale. Per il settore ciò significa principalmente affermazione di prodotti selezionati e garantiti, ovvero certificazione dei materiali e qualificazione dei processi.

Caso Aziendale 4: Poliespanso – In competizione con la cultura del cemento

POLIESPANSO: IN COMPETIZIONE CON LA CULTURA DEL CEMENTO

Poliespanso è una società nata nel 1985 e specializzata nella produzione di sistemi costruttivi in materiali plastici. L'impresa è nata nell'ottica di sviluppare un nuovo sistema costruttivo energeticamente più efficiente delle tradizionali soluzioni in laterizio e cemento armato e conta oggi 32 addetti. Si rivolge esclusivamente al mercato italiano, per un giro d'affari attorno ai 6 milioni di euro, in flessione rispetto ai 6,4 del 2008, ma comunque in crescita rispetto ai 5,7 milioni del periodo pre-crisi. Per il periodo 2010, Poliespanso conta di recuperare i fatturati persi l'anno scorso.

Il **prodotto principale** è un sistema di pannelli, più specificatamente un elemento cassero solaio, un elemento cassero muro ed un elemento strutturale divisorio per fare le tramezze e le tamponature, che interessa principalmente l'involucro degli edifici. Per la leggerezza dei materiali e le loro capacità isolanti, viene utilizzato in particolar modo in fase di costruzione, sebbene l'azienda operi molto anche nelle ristrutturazioni sfruttando i prodotti per il consolidamento statico. In termini di costi, rispetto ai prodotti tradizionali, le soluzioni proposte sono più care al momento dell'acquisto, ma permettono di risparmiare in fase di posa e manutenzione, oltre che ridurre di circa il 25% i consumi energetici del cliente finale. Come **servizi complementari** l'azienda si occupa anche di supporto alla progettazione per i tecnici e di supporto alla posa, formazione ed erogazione per le imprese edili. Da qualche anno ha differenziato la sua produzione entrando anche nel mercato degli oggetti di design in EPS, settore comunque secondario rispetto a quello delle costruzioni.

Tabella 37: Scheda impresa: Poliespanso (Fonte: AIDA)

Scheda impresa	
Nome impresa	POLIESPANSO srl
Sito internet	http://www.poliespanso.it
Nazione headquarter	Italia
Regione sede italiana	Lombardia
Indirizzo sede italiana	Zona Ind. Valdaro Via Vespucci 10, 46100 Mantova
Telefono	+39.0376.343011
Email	info@poliespanso.it
Anno rilevamento dati	2008
Fatturato (migliaia)	6649
Dipendenti	25
Marginalità (EBITDA/vendite)	6,36
Descrizione impresa	Lastre termoisolanti POLIDUR in polistirene estruso solaio PLASTBAU in polistirolo espanso Fabbricazione di articoli in materie plastiche

A **livello competitivo**, grazie al forte contenuto innovativo e alla qualità dei suoi prodotti, Poliespanso è leader nel suo segmento, nonostante i prezzi superiori a quelli dei suoi competitori diretti, ancora poche decine in Italia. Al giorno d'oggi l'azienda inizia a considerare i produttori di tecnologie tradizionali, come calcestruzzo e laterizi, come suoi veri competitori: infatti, nonostante i prezzi tra le diverse soluzioni siano ancora poco comparabili, considerando l'insieme delle lavorazioni necessarie ad ottenere dei buoni risultati energetici per l'involucro, i nuovi prodotti in EPS risultano persino vantaggiosi.

Il principale **ostacolo alla crescita** individuato dall'azienda è la cultura del settore delle costruzioni, fortemente statico, che è ancora legata ai materiali tradizionali, nonostante gli evidenti svantaggi che questi presentano in termini di efficienza energetica. Sebbene la normativa abbia effettivamente svolto un'importante opera di sensibilizzazione in quest'ottica, uno dei **fattori chiave di successo** in questo ambito è ancora la comunicazione sia verso il cliente finale che verso gli attori intermediari. In questo senso è molto importante anche il presidio del territorio, per poter garantire assistenza nell'utilizzo di un prodotto ancora poco conosciuto.

Per quanto riguarda la **Ricerca e Sviluppo**, l'azienda ha investito molto negli scorsi anni, trovandosi ora un patrimonio piuttosto consistente di brevetti per nuove soluzioni e tecnologie. Purtroppo, il recepimento piuttosto lento del mercato ha fatto sì che la maggior parte di queste risorse siano per il momento tenute in stand-by, nell'attesa di una svolta nella cultura del settore. Per questa ragione, negli ultimi anni, gli investimenti in R&S per le nuove tecnologie sono calati sensibilmente, a vantaggio di quelli per il miglioramento delle soluzioni esistenti.

Per il **futuro**, l'azienda auspica che l'interesse verso l'innovazione e l'efficienza continui ad essere sostenuta dallo Stato come è avvenuto negli ultimi tempi, riuscendo così a rilanciare il settore costruzioni.

3.2. IMPIANTISTICA

Il settore impiantistico, come già visto nella sezione precedente, è composto da comparti in realtà molto diversi tra loro e questo fa sì che i dati statistici provenienti da fonti diverse presentino spesso discordanze createsi nel processo di aggregazione.

In linea generale, secondo l'ultimo censimento Assistal (Associazioni nazionale costruttori impianti) il 70% circa delle società di impiantistica sono imprese individuali, ma in realtà la situazione è molto diversificata a seconda del prodotto, andando dalle grandi multinazionali che commerciano generatori di energia ai microproduttori di tubature idrauliche. Tuttavia il maggior tasso di crescita è riscontrato nelle società di capitali, segno che le imprese impiantistiche rispondono ad un mercato che richiede sempre più imprese strutturate con capacità finanziaria e organizzativa.

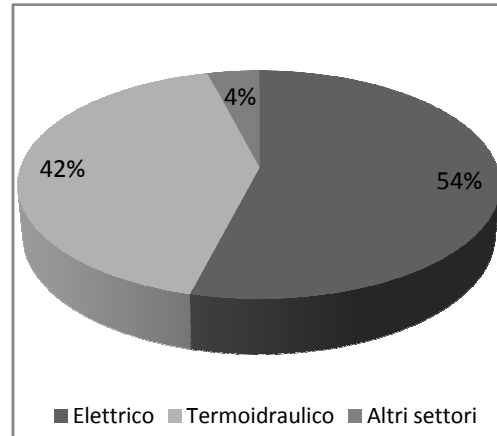
Attualmente più della metà delle imprese impiantistiche si trovano nel Nord Italia, nonostante questo, da un'analisi Assistal che ne ha monitorato l'andamento dal 2001 al 2006, le imprese impiantistiche del nord aumentano in misura inferiore rispetto a quelle del centro sud, trend tuttora in corso seppur frenato dalla crisi.

Il nostro paese è contraddistinto da una elevata presenza di imprese impiantistiche rispetto agli altri paesi europei. Rapportando il numero di imprese del settore alla popolazione residente viene confermata l'elevata densità di imprese, fino all'inizio del

2008, le aziende impiantiste sono cresciute ad un ritmo superiore rispetto alla popolazione residente. Come in molti altri comparti italiani, si è in presenza di una frammentazione elevata del mercato in quasi tutte i suoi segmenti.

Nei prossimi paragrafi si cercherà di dare un quadro generale dei due segmenti principali, l'impiantistica termoidraulica e l'impiantistica elettrica, per poi fare una breve panoramica anche sulla produzione di energia da fonte rinnovabile. Quest'ultimo segmento, seppure in realtà compreso nella trattazione generale, è un mercato relativamente nuovo e che sta fortemente influenzando l'economia mondiale, tanto che è il tema privilegiato della grande maggioranza degli studi di settore.

Figura 74: Composizione delle imprese del settore impiantistica



3.2.1. IMPIANTI TERMO-IDRAULICI

Il settore dell'impiantistica termica è un molto complesso e strutturato.

Dal punto di vista concettuale, la filiera del sistema impiantistico termoidraulico in Italia può essere suddivisa in quattro grandi macroaree:

- l'area dei prodotti;
- l'area del trading;
- l'area dei servizi;
- l'area dell'energia.

A sua volta l'area dei servizi può essere suddivisa in area dell'offerta e area della domanda di servizi, intendendo per offerta di servizi tutto ciò che riguarda l'installazione, la manutenzione, la gestione e l'assistenza riguardante i prodotti, mentre con domanda di servizi ci si riferisce all'utente finale, ovvero alla domanda che può essere segmentata in tre grandi gruppi di utenti finali:

- le famiglie, ovvero il mercato delle abitazioni residenziali, che possono comprendere sia abitazioni occupate (21 milioni) o abitazioni non occupate (5 milioni);
- le imprese, ovvero l'area della domanda relativa agli immobili di tipo industriale, artigianale, commerciale e del terziario, quantificabile in circa 4 milioni di referenti;
- i grandi committenti, ovvero gli Enti pubblici e i grandi soggetti appaltanti, che possono essere stimati in circa 50mila referenti.

L'area dei prodotti è l'area a monte della filiera e rappresenta il punto di partenza per analizzare, in senso classico, il sistema. È un sistema che ha subito un'importante ristrutturazione all'inizio di questo decennio, riducendo in maniera importante il numero di imprese presenti sul territorio. Ha come riferimento principale il sistema del trading, ma che presenta interessanti strategie di accorciamento della filiera, soprattutto per quanto riguarda il sistema dei servizi.

Questo comparto è in ogni caso, a livello di filiera, il sistema che presenta la più forte necessità di integrazione a tutti i livelli, in quanto tutti i canali relativi ai flussi di prodotto, di informazioni, di servizio, di prezzi, da lì partono e, in una dinamica incrementale, scendono a cascata sui sistemi a valle.

L'area del trading comprende a sua volta due settori: quello del sistema dell'intermediazione commerciale, rappresentato dal sistema di agenzie e di agenti operanti sul territorio nella specifica categoria dei materiali e sistemi per edilizia, e quello della distribuzione vera e propria dei prodotti, rappresentato dai due livelli dei grossisti e dei rivenditori al dettaglio. Può contare su circa 7000 agenzie, 10000 agenti, oltre 2000 grossisti e poco più di un migliaio di rivenditori termoidraulici al dettaglio. In Italia il sistema distributivo del settore degli impianti (caldaie, radiatori, ecc.) presenta in media un punto vendita ogni cinquemila famiglie.

L'area dell'offerta di servizi è tipicamente l'area di riferimento del sistema dell'installazione, della manutenzione e dell'assistenza tecnica, ed è rappresentata da un universo di oltre cinquantamila imprese di installazione, che operano sul territorio attraverso 52000 unità locali circa, per un totale di oltre 141000 addetti. È un'area che concettualmente si situa nella migliore posizione, rispetto al sistema dei servizi in generale, in quanto area più prossima alla domanda di servizi: è l'area in cui è presente il maggior numero di soggetti in grado di rivolgersi agli utenti finali proponendo non solo l'installazione ma anche i servizi accessori, dalle manutenzioni e riparazioni, ai controlli e alle assistenze. Altri soggetti che entrano in quest'area come nuovi soggetti in grado di proporsi come offerta di servizi per gli utenti finali, ma rappresentando al contempo anche un segmento molto importante della domanda, sono gli amministratori condominiali.

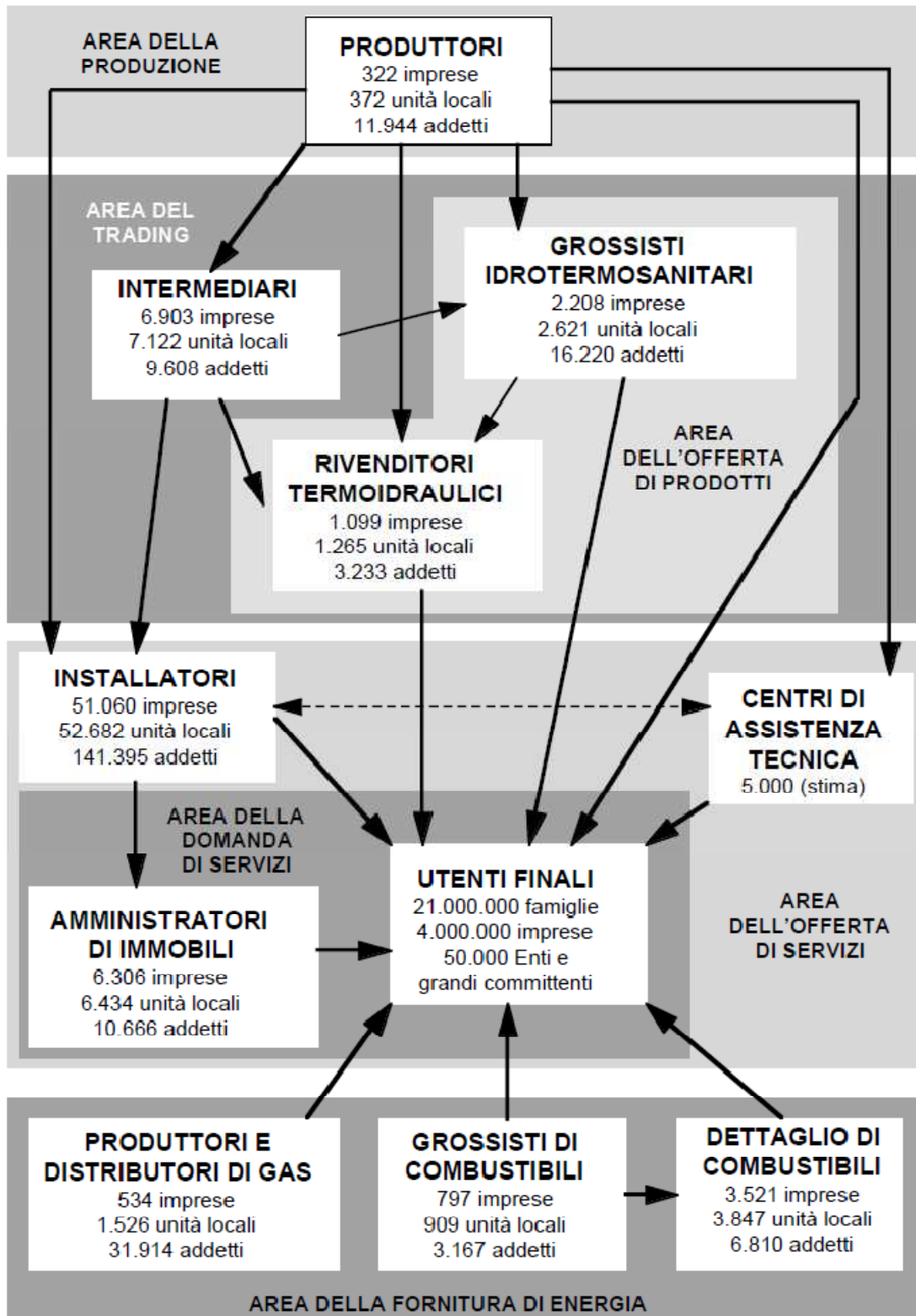
L'ultima area di riferimento della filiera è quella **energetica**: fornitori di energia, produttori e distributori, grossisti e dettaglio di combustibili, solidi, liquidi e gassosi. È l'area che ha subito più modifiche negli ultimi anni, soprattutto con l'entrata sul mercato delle nuove fonti energetiche, come le biomasse ed il solare termico, e dei loro rispettivi players. È costituita principalmente da attori di grandi dimensioni, che spesso tendono a ricoprire più ruoli contemporaneamente.

Osservando i dati relativi al numero di operatori e alla struttura del sistema delle imprese, emerge la forte strutturazione del sistema, la cui organizzazione complessiva rivela i diversi rapporti di relazione tra attori dell'offerta, attori della domanda e segmenti di mercato di riferimento (Figura 75). Inoltre, osservando la dinamica strutturale di tutto il

settore a partire dal dato medio di addetti per unità locale produttiva, si evidenzia un sistema organizzato attraverso una doppia struttura piramidale, inversamente proporzionale tra numero di imprese e addetti medi per impresa dei diversi comparti produttivi, a partire da quello industriale fino a quelli relativi ai servizi, in cui al crescere della vicinanza con l'utente finale si assiste ad una frammentazione del mercato. Più nel dettaglio:

- le **categorie produttive** del comparto dei materiali risultano nel complesso molto strutturate, rispetto alla media italiana, con una categoria, quella dei sanitari in ceramica, che presenta una media di addetti per unità locale superiore a 50, ed altre 12 con oltre 20 addetti per unità locale;
- nel comparto del **commercio all'ingrosso** le categorie che presentano una maggiore strutturazione sono quelle del vetro piano, del materiale elettrico e dell'idrotermosanitario, dove nella media le unità locali hanno oltre 6 addetti;
- nel comparto delle **rivendite al dettaglio**, le imprese più strutturate hanno circa 2,6 addetti per unità locale, ma per lo più il dato medio è relativo a due addetti per unità locale, ovvero per punto vendita; questo dato, se messo in relazione con l'elevato numero di imprese e unità locali, è rappresentativo della estrema polverizzazione del sistema;
- nel comparto delle **imprese di costruzione**, di installazione e posa in opera si distinguono quattro gruppi di categorie:
 - il primo è relativo ai grandi lavori e presenta oltre 7 addetti per unità locale;
 - il secondo si riferisce ai lavori speciali e presenta 4,5 addetti per unità locale;
 - il terzo riguarda la maggior parte delle categorie e presenta da 2 a 4 addetti per unità locale;
 - il quarto riguarda le categorie storicamente meno strutturate, e presenta meno di due addetti per unità locale.
 - attività immobiliari, progettazione e servizi tecnici presentano 1,5 addetti per unità locale.

Figura 75: Rapporti tra gli attori nella filiera dell'impiantistica termica (Fonte: CRESME 2000)



3.2.2. IMPIANTI ELETTRICI

Il mercato elettrico rappresenta uno dei più importanti comparti economici del nostro, vi operano infatti 80.000 soggetti imprenditoriali con oltre 430.000 addetti. L'analisi della filiera, strutturalmente comparabile con quella del comparto termoidraulico, vista nel paragrafo precedente, mette in evidenza la presenza di oltre 5.500 industrie produttrici operanti in tutti i settori: dalla fabbricazione di apparecchi per la distribuzione e il controllo elettrico ai quella di fili e cavi, a quella di illuminazione e lampade elettriche, agli apparecchi di misura elettrici e elettronici che occupano poco meno di 83.000 addetti; un'area della distribuzione del materiale elettrico, che vede operare ca. 3.500 imprese di distribuzione, di cui circa 2.800 distributori specializzati, e circa 4.300 rivenditori per un totale 25.000 addetti; e infine un mondo della installazione elettrica fatto di oltre 48.000 imprese con oltre 174.000 addetti.

A rilanciare il comparto negli ultimi anni, riparandolo parzialmente dalla crisi in corso, sono state le innovazioni tecnologiche e normative in materia di efficienza energetica.

Nel campo dell'illuminazione, per esempio, la progressiva messa al bando delle lampadine a incandescenza ha rivitalizzato un settore altrimenti maturo e statico. In Europa, il settore è fortemente concentrato, ma resistono ancora, anche e soprattutto in Italia, delle PMI in grado di sopravvivere alla competizione grazie a mercati di nicchia come quello del design architettuale. Con la recente ripresa del settore, sono apparsi nuovi player asiatici, fortemente competitivi sui prezzi, principale driver del settore, tanto che l'unione europea ha imposto dei dazi sull'importazione sui prodotti cinesi.

Un altro mercato in piena espansione, che sta sostenendo il settore degli impianti elettrici è quello della domotica. L'attrattiva di questo settore relativamente nuovo, soprattutto in Italia, è data principalmente dalla facilità di ingresso sul mercato per le aziende che già operano in comparti simili dell'elettrotecnica, sia per la comunanza dei mercati target e dei canali distributivi, sia per la similitudine tecnologica dei componenti.

Le principali aziende elettriche operanti nel settore residenziale hanno, per esempio, lanciato sul mercato proposte di soluzioni domotiche di base assieme alle forniture di materiale elettrico tradizionale. Anche le aziende produttrici di sistemi di sicurezza hanno iniziato ad accrescere di funzioni domotiche le loro centrali. Visti i notevoli trend di crescita del mercato, inoltre, molte nuove aziende di componenti si sono affacciate sul mercato con soluzioni orientate soprattutto ad attrarre gli utenti con interfacce accattivanti (touchscreen a colori con capacità video).

Le poche aziende specialistiche del settore, che per il momento dominano il mercato europeo, stanno inoltre sperimentando nuove soluzioni che potrebbero aprire la strada anche a nuovi player legati all'informatica, creando reti di "system integrator"

capaci di fornire soluzioni domotiche con alti livelli di integrazione e comunicazione avanzate anche su internet.

Caso Aziendale 5: BTicino – I vantaggi in seno ad un grande gruppo

BTICINO: I VANTAGGI IN SENO AD UN GRANDE GRUPPO

BTicino è il leader italiano della produzione di componenti elettrici per il settore residenziale. Fondata nel 1938, viene acquisita dal gruppo francese LeGrand nel 1989. In seguito ad una ristrutturazione interna, diventa il principale centro di produzione di sistemi di domotica e di componenti elettronici, settori nei quali si occupa anche di gran parte della ricerca. Ad oggi BTicino conta in Italia circa 3000 dei 33000 dipendenti del settore, più una forza vendita di 300 agenti distribuiti sul territorio.

Tabella 38: Scheda impresa: BTicino (Fonte: www.BTicino.it)

Scheda impresa	
Nome impresa	BTicino SPA (Gruppo LeGrand)
Sito internet	www.bticino.it
Nazione headquarter	Francia
Regione sede italiana	Lombardia
Indirizzo sede italiana	v. Messina 38 20154 MILANO
Telefono	+ 39 02 34801
Email	-
Anno rilevamento dati	2006
Fatturato (migliaia)	(3737000 € Gruppo LeGrand)
Dipendenti	Ca 3000 (33000 Gruppo LeGrand)
Marginalità (EBITDA/vendite)	-
Descrizione impresa	Produzione e distribuzione di apparecchiature elettriche in bassa tensione.

Opera su diversi **mercati**, sia a livello di Paesi (oltre 60 gli Stati in cui vengono venduti i suoi prodotti) che di settore, rivolgendosi sia al mondo residenziale che a quelli industriale e del terziario. In Italia è leader del residenziale, in cui, grazie a prodotti superiori a livello innovativo e qualificativo, guida il mercato, imponendo il posizionamento dei prezzi dei concorrenti, composti in prevalenza da piccole industrie manifatturiere italiane. Più accesa la competizione nei settori del terziario e dell'industria, dove i principali concorrenti sono anch'essi legati a grandi multinazionali estere, e riescono a proporre prodotti qualitativamente simili a BTicino.

Punto focale della strategia di BTicino, l'**innovazione tecnologica** dei prodotti. Grazie al sostegno del gruppo, che investe in ricerca e sviluppo ogni anno il 5% di un fatturato che si attesta attorno ai 4 miliardi di euro, l'azienda sta ora concentrandosi su nuove soluzioni in ambito di efficienza energetica, contando su un futuro sviluppo delle normative e della mentalità verso una più ampia definizione del settore, che coinvolga in maniera più esplicita il comparto del controllo automatizzato degli impianti. Negli ultimi anni si sta prestando particolare attenzione al Lighting Management, la gestione automatizzata dell'illuminazione, soprattutto per il settore terziario, in attesa che la pubblica amministrazione italiana segua l'esempio di quella di altri paesi europei prestando più attenzione ai costi di esercizio rispetto a quelli di installazione dell'impianto. Nell'ottica dell'azienda, questi nuovi prodotti rappresentano l'unico vero fattore di crescita nei mercati europei.

A **livello normativo**, il gruppo LeGrand ha beneficiato molto degli incentivi al fotovoltaico, per il quale gli stabilimenti italiani producono alcuni componenti relativi alla protezione ed alla trasformazione dell'energia. Questo settore ha, in gran parte, trainato il gruppo nel 2010, anno di riassetto del mercato, dopo che tra il 2008 ed il 2009 si erano visti calare i volumi di vendita di quasi un terzo del totale. I prodotti legati all'efficienza energetica infatti, oltre che rappresentare un mercato in forte crescita, forniscono anche margini superiori e, in questa fase in cui la domanda supera spesso l'offerta, condizioni di pagamento migliori per i fornitori di componenti come BTicino, fattore non trascurabile in questo periodo. La speranza dell'azienda è che i governi continuino l'opera di sensibilizzazione verso le nuove tecnologie più efficienti, in particolare, almeno nelle pubbliche amministrazioni, valorizzando di più la variabile inerente al tempo di PayBack rispetto a quella del costo iniziale di acquisizione degli impianti.

3.2.3. PRODUZIONE DELL'ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE

Il comparto di produzione dell'energia è uno di quelli che negli ultimi anni ha suscitato più interesse in assoluto. In particolare, l'andamento positivo delle attività imprenditoriali legate alla rinnovabili è testimoniato anche dall'Irex - Italian renewable index - l'indice di Borsa elaborato da Althesys per monitorare l'andamento delle aziende italiane del settore, che testimonia una crescita dell'intero comparto.

Date le caratteristiche del settore altamente tecnologiche e che necessitano quasi sempre grandi quantità di capitale iniziale, attira soprattutto imprese di grandi dimensioni, spesso che già operano in aree di business simili, oppure imprese più piccole, ma proprietarie di standard tecnologici o brevetti innovativi abbastanza interessanti da richiamare investitori esterni.

In Italia, tradizionalmente paese di piccole e medie imprese, nonostante la nascita di molte piccole aziende specializzate grazie anche alla spinta delle agevolazioni fiscali, non si è creata nessuna organizzazione in grado di competere con i competitori europei, supportati invece da grandi gruppi nazionali. Persino un gruppo come ENI, seppur portando avanti molti progetti interessanti ed investendo molto nella R&S di nuove tecnologie per l'edilizia, ha intrapreso la strada della partnership con aziende straniere già nel settore per penetrare il mercato. Nonostante questo, nel panorama italiano si possono anche trovare esempi di eccellenza, soprattutto dal punto di vista tecnologico.

Inoltre la crisi sembra aver favorito, in quasi tutti i comparti, i leader di mercato che, grazie alle difficoltà dei competitori più piccoli e agli stimoli al settore dei vari governi, sono riusciti ad aumentare le loro quote di mercato utilizzando una capacità produttiva molto elevata che ha permesso, o sta permettendo, di ridurre drasticamente i prezzi. I vari settori, a partire dal fotovoltaico, la tecnologia più matura, sembrano iniziare a concentrarsi sfruttando le economie di scala, ed anche nel panorama italiano si può prevedere nei

prossimi anni una riduzione dei produttori ed un sempre minor poter contrattuale dei piccoli distributori e degli installatori, le realtà più presenti sul territorio nazionale.

3.2.3.1. ENERGIA ELETTRICA

FOTOVOLTAICO

Il settore fotovoltaico è quello più maturo tra quelli legati alla produzione di energia e spesso viene preso a modello per prevedere lo sviluppo delle altre tecnologie.

Fino al 2008, le condizioni di sviluppo di questa industria, sia in Europa che in tutto il Mondo, erano ideali tanto che l'offerta non riusciva a coprire la domanda. Questa situazione ha portato a un afflusso di molti nuovi player e investimenti in nuovi impianti di produzione per offrire nuove tecnologie (principalmente film sottili), o in stabilimenti chiavi in mano. Da parte loro, gli attori già presenti hanno sviluppato strategie aggressive di espansione per accrescere la loro capacità produttiva, assicurandosi allo stesso tempo di coprire il fabbisogno futuro di offerta nella catena del valore. Con l'avvento della crisi, avvenuta in un periodo in cui, inoltre, si è cominciato ad avere problemi di scarsità di silicio, la materia prima principale, i leader del mercato, come Q-Cells e Suntech, hanno optato per un rallentamento dei loro programmi di espansione, e cercato un consolidamento per non perdere quote di mercato.

La crisi ha colpito ancora di più i piccoli industriali, specialmente i nuovi entranti nel mercato, la maggior parte dei quali è ancora troppo piccola per ridurre i propri costi di produzione, in un contesto dove le economie di scala sono sempre più determinanti con il prezzo dei moduli è in continuo calo. Alcune di queste aziende con tecnologie promettenti o con risorse importanti, che si troveranno in difficoltà, verranno probabilmente a poco a poco acquistate, ma è anche altamente probabile che molti di questi piccoli operatori saranno costretti a uscire dal mercato.

Nonostante la crisi, è bene notare che il mercato è cresciuto del 15% anche nel 2009, soprattutto grazie all'aumento delle installazioni in Germania che hanno quasi raddoppiato la produzione di energia elettrica fotovoltaica, ed anche nel 2010, grazie al "nuovo" mercato italiano, sono previsti risultati positivi.

Ad oggi, la Germania è di gran lunga il principale produttore europeo di celle fotovoltaiche: secondo la rivista Photon International, la produzione di moduli fotovoltaici ha raggiunto 1.207 MWp nel 2008 (684 MWp nel 2007) mentre il dato per le celle (di ogni tipo) è di 1.512 MWp (795 MWp nel 2007). Il Paese ha oltre 130 produttori (di celle, moduli e altri componenti) e oltre 10.000 aziende (inclusi installatori e venditori) direttamente coinvolti nel settore fotovoltaico per un totale di nuovi investimenti di 2.150 milioni di € nel 2008. La spesa in R&S è arrivata a 190 milioni di € nel 2008 (175,8 milioni di € nel 2007) e dovrebbe salire a 224 milioni di € nel 2010.

Tabella 39: Impiantistica- I primi 10 produttori di celle fotovoltaiche nel 2009 (Fonte: EurObserv'ER)

Impresa	Paese d'origine	Produzione [MWp]		Capacità produttiva annuale [MWp]	
		2007	2008	2008	2009
Q-Cells	Germania	389	574	760	800
First Solar	USA	260	502,6	735	>1000
Suntech Power	Cina	327	497,5	1000	1000
Sharp	Giappone	363	473	710	710
JA Solar	Cina	132,4	300	500-600	600
Kyocera	Giappone	207	290	300	650
Yingli Green Energy	Cina	150	281,1	400	600
Motech	Taiwan	196	272	580	580
SunPower	USA, Filippine	100	236,9	414	414
Sanyo	Giappone	165	215	340	500

A livello mondiale, invece, come mostra la Tabella 39 relativa al 2009, la maggior parte dei principali produttori di celle hanno sede in Estremo Oriente (Giappone, Cina e Taiwan). Tuttavia l'industria europea beneficia della notevole crescita del suo mercato grazie alla presenza di Q-Cells, il produttore di celle leader mondiale, e di molti attori di dimensioni notevoli, come i gruppi tedeschi Solarworld AG e Bosch (quest'ultimo con l'azienda Ersol Solar Energy AG) e lo spagnolo Isofotòn, che però ha recentemente subito molto a causa della contrazione del mercato nazionale.

Il mercato italiano, di fronte a questi colossi, risponde concentrandosi sulla rete distributiva, tanto che la quasi totalità delle imprese associate al Gifi (Gruppo Imprese Fotovoltaiche Italiane) e la grande maggioranza delle altre operative sul mercato appartengono alla categoria dei fornitori di moduli, mentre in quella dei produttori rientrano a pieno titolo solo due aziende: Eni-Tecnologie, che in realtà vanta una produzione a scopo di ricerca e quindi non condizionata dalla domanda di mercato e Helios Technology, azienda del **Gruppo Kerself** ed unico vero player di mercato, con una capacità di 90 MWp dislocata in India, Svezia e Sud Africa.

Infine, per concludere la trattazione di questa tecnologia, è bene accennare qualche informazione sulla materia prima principale: il silicio. Questo materiale concorre in modo importante ai costi finali del kWh fotovoltaico: pur essendo un elemento molto diffuso, necessita di un grado di purezza difficile da ottenere a basso costo a causa dell'energia necessaria alla produzione del silicio di grado elettronico. Basti pensare che per produrre 1 kg di silicio cristallino occorrono circa 600 kWh di energia elettrica corrispondenti a circa 19 kWh di energia per ogni fetta di silicio. A livello teorico non è necessario usare silicio di grado elettronico per produrre celle solari, ma basterebbe silicio con grado di purezza e costo energetico inferiore, detto di grado solare. Tuttavia, tale tipo di silicio, non viene realmente impiegato e prodotto semplicemente perché l'industria del fotovoltaico attualmente trova sul mercato gli scarti del silicio elettronico a costi inferiori a quelli dovuti eventualmente per produrre silicio di grado solare. Tali scarti vengono venduti sul mercato ad un costo che corrisponde a circa 1/5 del costo pieno per poi essere rifiuti dall'industria del fotovoltaico.

Negli anni futuri ci si aspetta però dei cambiamenti in questo senso, in quanto la domanda mondiale di pannelli solari fotovoltaici ha ormai superato la capacità produttiva basata sugli scarti, aumentandone considerevolmente il prezzo, e quindi molti produttori stanno investendo in soluzioni alternative che hanno lo scopo indiretto di uscire da questa situazione di stallo.

EOLICO

Allo stato attuale l'industria globale dell'eolico, i cui principali attori sono elencati in Tabella 40, non sembra abbia sofferto delle restrizioni creditizie indotte dalla crisi economica e l'industria sta attirando inoltre un crescente supporto politico, attraverso impegni nazionali per ridurre i gas serra e attraverso prospettive di creazione di posti di lavoro. Gli investitori e le banche stanno guardando all'energia eolica come rifugio contro l'inflazione perché i sistemi di incentivazione sono stati definiti in molti Paesi mitigando i rischi finanziari associati, mentre, al contrario, i pacchetti di prestito e la redditività del progetto sono valutati più duramente, con conseguente abbandono delle iniziative meno redditizie o a più alto rischio. Nella sua evoluzione, con riferimento agli ultimi quattro o cinque anni, il mercato dell'eolico è gradualmente passato in mano ai maggiori investitori come imprese di servizi pubblici, compagnie petrolifere e principali produttori indipendenti.

Tabella 40: Impiantistica- I primi 10 produttori di impianti eolici nel 2009 (Fonte: EurObserv'ER)

Impresa	Paese d'origine	Quota di mercato	Fatturato 2008 [Milioni di €]	Produzione 2008 [MW]	Produzione 2009 [MW] (Stima)
Vestas	Danimarca	19,2%	6035	6160	6131
GE Wind	Stati Uniti	16,4%	n.d.	5239	n.d.
Gamesa	Spagna	11,5%	3651	3684	3300-3600
Enercon	Germania	8,8%	2800	2806	3100-3300
Suzion	India	7,2%	2133	2311	1900-2100
Siemens Wind Power	Germania	6,1%	2092	1947	2500
Sinovel	Cina	4,4%	n.d.	1403	3300
Acciona	Spagna	4,0%	1784	1290	n.d.
Goldwind	Cina	3,5%	n.d.	1132	n.d.
Nordex	Germania	3,4%	1136	1075	n.d.

La stretta creditizia ha consolidato in particolare la presenza delle grandi compagnie energetiche europee (RWE, Dong Energy, Vattenfall, Statkraft, Iberdrola, Enel, EDF, EDP e E.ON) a spese dei produttori indipendenti che hanno dovuto cedere parte delle proprie attività.

Tra i principali produttori internazionali, uno dei più presenti in Italia è sicuramente GAMESA, che, dopo aver tratto pieno vantaggio dalla crescita del proprio mercato interno nel 2009, si è anche molto ben posizionata nel mercato italiano, che considera come uno dei suoi mercati strategici. Nel 2009 la compagnia ha firmato due nuovi contratti con la compagnia italiana Enpower3, per la fornitura e installazione di 49 turbine G8x-2 MW per i parchi eolici di Cattolica e Lercara 1.

L'industria eolica italiana è molto avanzata, soprattutto per quanto riguarda i processi di gestione, manutenzione e sviluppo degli impianti. Gli imprenditori del settore hanno investito e continuano a farlo, come dimostrano i 18 mila posti di lavoro creati in questi ultimi anni. Vi è poi una fitta rete di fornitori di componentistica che alimenta un indotto molto qualificato e tecnologicamente all'avanguardia che si è affermato sui mercati internazionali. Il tutto grazie alle tante piccole e medie aziende che hanno saputo riconvertirsi e adattarsi alle necessità di grandi aziende costruttrici di tecnologia.

3.2.3.2. ENERGIA TERMICA

SOLARE TERMICO

Il solare termico, sebbene strettamente legato tecnologicamente al fotovoltaico, è un mercato relativamente più recente, e con possibilità di sviluppo maggiori. I produttori di celle e pannelli sono in realtà gli stessi già visti nel solare elettrico che, sfruttando le similitudini tecniche sono riusciti ad entrare nella nuova area di business, ma il comparto ha interessato anche altri player, specializzati piuttosto nella fornitura di impianti di riscaldamento (Tabella 41). Il processo di acquisizione della tecnologia è avvenuta, per questi attori, attraverso l'acquisizione di piccole imprese specializzate.

Tabella 41: Aziende rappresentative del solare termico in Unione Europea nel 2008 (Fonte: EurObserv'ER)

Impresa	Paese d'origine	Attività	Fatturato 2008 (solare o rinnovabili)	Capacità produttiva di collettori 2009
Bosch Thermotechnik	Germania	Fornitore di impianti di riscaldamento di cui una quota solare termico	443 M€	800000 m ²
Viessmann	Germania	Fornitore di impianti di riscaldamento di cui una quota solare termico	391 M€	800000 m ²
Vaillant	Germania	Fornitore di impianti di riscaldamento di cui una quota solare termico	391 M€	250000 m ²
Solvis	Germania	Fornitore di impianti di riscaldamento solari termici	72 M€	500000 m ²
Wagner&Co Solartechnik	Germania	Fornitore di impianti di riscaldamento solari termici	n.d.	460000 m ²
GREENoneTEC	Austria	Collettori piani sottovuoto	117 M€	1600000 m ²
Clipsol	Francia	Fornitore di impianti di riscaldamento solari termici	14 M€	100000 m ²
Isofotòn	Spagna	Fornitore di impianti di riscaldamento solari termici	n.d.	100000 m ²

L'aumento del mercato dell'Unione Europea nel 2008 ha generato una quantità considerevole di posti di lavoro e ricchezza. Questa crescita è in parte dovuta al fatto che la maggior parte dei componenti integrati nei sistemi venduti in Europa sono prodotti sul suolo europeo e anche al fatto che la vendita, l'installazione e la manutenzione degli impianti richiedono molta forza lavoro.

Nel 2009 i produttori europei si sono invece trovati in una situazione molto meno favorevole, avendo conteso sulla forte, sostenuta crescita del mercato europeo, chiaramente segnata da una reale volontà politica di sviluppare il settore. Di conseguenza essi hanno investito molto per la costruzione di nuovi impianti e linee di produzione proprio quando il mercato ha dimostrato di essere molto più vulnerabile alla situazione economica rispetto alle aspettative e soprattutto alle variazioni dei prezzi dell'energia e della materia prima (principalmente rame). Se in questa situazione si prendesse come esempio il mercato fotovoltaico, si potrebbe prevedere per il futuro una guerra dei prezzi che indebolirebbe un certo numero di produttori.

Sul fronte europeo, è sempre la Germania a guidare il mercato, seguita da Spagna, Austria, Francia e Italia. Analogamente a quanto visto per il fotovoltaico, nel nostro paese è in crescita soprattutto il numero di installatori e distributori, mentre i produttori, quasi totalmente di piccole o medie dimensioni, sono fortemente svantaggiati dalla necessità di grossi investimenti in R&S e da una limitata capacità produttiva. Le aziende italiane del settore coprono il 74% del mercato nazionale per quello che riguarda la distribuzione e l'installazione, ma questa percentuale scende al 38% se si considera la filiera di produzione delle tecnologie.

Un limite allo sviluppo del settore in Italia, evidenziato fortemente dall'associazione nazionale del solare termico (ASSOLTERM), è la mancanza di regolamentazione, soprattutto a livello di certificazione di produttori ed installatori. Inoltre, data la preponderanza di piccole e medie imprese non aventi le risorse necessarie ad attuare un programma di R&S comparabile con i concorrenti europei, un altro fattore determinante può essere la capacità di partnership tecnologica tra le diverse aziende nazionali.

GEOTERMICO

Per quanto riguarda la produzione del principale componente degli impianti geotermici, le **pompe di calore geotermiche** (GSHP), in Europa i produttori sono poche decine ed in piena crescita. Essi si trovano essenzialmente nei paesi dei principali mercati, che sono Svezia, Germania, Francia e Austria. Ogni compagnia ha il proprio mix di tecnologie e gamme di potenza, che vanno dalle applicazioni domestiche (la maggior parte del mercato) alle applicazioni collettive, terziarie e industriali le cui potenze degli impianti possono arrivare a centinaia di kWth.

L'andamento principale che emerge è che l'industria delle pompe di calore geotermiche sta crescendo di pari passo con l'industria delle apparecchiature aerotermiche, questo perché un numero crescente di produttori, che erano esclusivamente specialisti dell'energia geotermica, stanno ora cercando di estendere i loro ambiti di produzione per trarre beneficio dalla crescita in tutti i segmenti del mercato.

Tuttavia un altro trend è che i produttori specializzati in pompe di calore si stanno muovendo verso la produzione di pannelli solari termici per offrire ai loro clienti soluzioni

complete per il riscaldamento, per esempio abbinando una pompa di calore per il riscaldamento con un sistema solare termico per produrre acqua calda domestica, dal momento che la Pompa di calore può fornire una quantità aggiuntiva durante periodi a bassa insolazione.

L'attività nel mercato europeo è parzialmente dominata dai principali generalisti del riscaldamento (Viessmann, Bosch Thermotechnik, Nibe Heating, De Dietrich, Vaillant, ecc.) che possiedono la maggior parte delle tecnologie per le pompe di calore nel loro catalogo. Per diversi anni questi gruppi hanno applicato le proprie strategie di sviluppo per le energie rinnovabili, di conseguenza i gruppi hanno sviluppato le proprie produzioni di pompe di calore o acquistato alcune delle firme consolidate che vendono questi sistemi utilizzando il nome originale del marchio se ben conosciuto.

L'altra principale categoria è composta da gruppi o compagnie indipendenti specializzati nel produrre sistemi di pompe di calore (geotermici o aerotermici) e commercializzare i loro sistemi sotto il proprio marchio (Alpha-InnoTec, Waterkotte, Ochsner e altri). I produttori svedesi in particolare hanno una forte presenza in Europa, tenendo presente le dimensioni del loro mercato nazionale.

Il mercato geotermico a bassa entalpia è ancora ai primi stadi di penetrazione nel nostro paese, che sta invece puntando molto sui grandi impianti ad uso diretto. Anche a causa della mancanza di dati statistici sul settore, è difficile per il momento prevederne lo sviluppo, ma in un contesto in cui, come si è visto, la produzione del principale componente è fortemente concentrata nel Nord Europa, anche la geotermia in Italia sembra destinata a concentrarsi principalmente nelle fasi di distribuzione e installazione.

In una situazione simile, sarebbe auspicabile riuscire, almeno in questo settore, a creare delle strutture imprenditoriali concentrate e strutturate almeno a livello distributivo e progettuale.

BIOMASSE E COGENERAZIONE

I settori delle biomasse e dei sistemi cogenerativi si stanno sempre più avvicinando per migliorare le prestazioni energetiche degli impianti installati mantenendo un'ottica eco-sostenibile.

A differenza delle tecnologie viste finora, entrambi i comparti vedono le imprese italiane, anche di piccole e medie dimensioni, come principali attori lungo tutta la filiera, beneficiando dell'importanza della presenza sul territorio, soprattutto per quando riguarda l'approvvigionamento di materie prime, e la maturità della tecnologia dei componenti impiantistici, che non prevede particolari innovazioni nel futuro.

Unici ambiti in cui si vede una maggiore presenza di grandi attori esteri e nazionali, con maggiori disponibilità di capitali, sono le fasi che più necessitano di investimenti in

ricerca e sviluppo come i processi chimici di trattamento delle biomasse o le nuove tecnologie legate agli impianti trigenerativi.

L'offerta italiana delle materie prime è spesso insufficiente a coprire la domanda, rendendo le aziende a monte il fattore critico della filiera. A valle si trovano invece le aziende che producono e rivendono l'energia, dove la marginalità è più alta, e che si possono suddividere in due grandi categorie: le società di proprietà e/o di gestione di centrali di teleriscaldamento dedicate alla prevalente produzione e distribuzione di energia termica per usi domestici e le società di proprietà e/o di gestione di centrali termoelettriche dedicate principalmente alla produzione e alla cessione al GSE dell'energia elettrica prodotta. La prima categoria è rappresentata principalmente dalla Fiper, Federazione Italiana Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili, che raggruppa 20 Società, oltre al Consorzio Biomassa Alto Adige al quale aderiscono 38 Società pubbliche e private. La seconda categoria è invece rappresentata da una più articolata e per certi versi disomogenea pluralità di Società private, che hanno ritenuto di avviare le loro iniziative soprattutto grazie ai contributi economici in conto esercizio, a suo tempo concessi dal CIP 6 e ora previsti ed erogati a fronte dei Certificati Verdi.

CONCLUSIONI



L'attuale crisi economica può essere un'opportunità storica per cambiare radicalmente l'economia e farla entrare con tutte le sue potenzialità in un mercato, come quello dell'efficienza energetica dell'edificio, che contribuirà a creare numerosi posti di lavoro e uno sviluppo di cui beneficeranno tutti.

Questo vale in generale per tutta Europa, ma ancor più per l'Italia, che, con un patrimonio immobiliare vetusto ed una necessità impellente di ridurre le proprie emissioni di CO₂ per rispettare gli impegni presi con il protocollo di Kyoto, può trovare nella riqualificazione energetica degli edifici un'importante fonte di risparmio economico. Inoltre non bisogna dimenticare come l'espansione di questo mercato potrebbe rilanciare un settore delle costruzioni in profonda crisi e assicurare una minore dipendenza energetica dall'estero.

Infine un altro effetto importante, a volte trascurato, di una maggiore cultura indirizzata all'efficienza energetica degli edifici è l'impatto economico per gli utenti. La casa costituisce infatti la principale forma di ricchezza delle famiglie italiane (4.540 miliardi di euro, secondo Banca d'Italia) che non ha eguali, in termini di capital gain, di rapporto con il reddito e di basso livello di indebitamento, rispetto a tutti gli altri Paesi economicamente

sviluppati: il miglioramento delle condizioni energetiche di un immobile si traducono anche in un aumento del valore dello stesso, generando ricchezza per il suo proprietario.

Attualmente, a livello di **normativa**, in mancanza di un piano energetico nazionale stabile e definito, i passi verso una maggiore efficienza energetica sono stati guidati dagli incentivi all'investimento privato in fonti energetiche rinnovabili, in impianti più efficienti e in interventi di riqualificazione edilizia. Alla luce degli scarsi risultati ottenuti dal "Piano Casa 2", non abbastanza stringente riguardo i vincoli energetici, gli incentivi fiscali per gli interventi edilizi volti al miglioramento dell'efficienza energetica (55%) e di riqualificazione degli edifici (36%) sembrano l'unica via efficace finora intrapresa in Italia per ridurre il consumo e le emissioni degli edifici esistenti. In questo ambito, però, non bisogna dimenticare la necessità di migliorare il sistema di certificazione nazionale, che ancora stenta a diventare quell'oggettivo parametro di riferimento per le famiglie italiane a causa della mancanza di vincoli chiari per quanto riguarda i certificatori.

Agli incentivi, si affianca il "conto energia" sul fronte della produzione da fonti rinnovabili che sembra aver rimesso in moto il sistema italiano, anche se il divario rispetto agli altri Stati europei rimane ancora ampio. I risultati ottenuti finora su questo versante sembrano mettere l'Italia in linea con il raggiungimento degli obiettivi comunitari in termini di rinnovabili fissati per il 2020.

In ambito **tecnologico**, l'efficienza energetica, in tutte le sue forme, ha riscontrato negli ultimi venti anni uno sviluppo notevole. Anche prima dell'introduzione delle prime normative in materia, sono molte le aziende che hanno previsto la potenzialità di questo nuovo settore, permettendo ai mercati di trovare soluzioni già disponibili nel momento in cui l'interesse dei clienti si è risvegliato.

Nonostante questo, non tutte queste tecnologie sono ancora veramente competitive con quelle tradizionali. In particolare nell'ambito della produzione di energia da fonti rinnovabili, molti prodotti necessitano, per sopravvivere sul mercato, di finanziamenti statali che permettano loro di non perdere l'occasione di sfruttare l'ondata di interesse generale per maturare abbastanza da ridurre i costi.

In altri comparti invece, come quello dei materiali costruttivi, il problema è la scarsa permeabilità del settore alle innovazioni: nuove soluzioni esistono e rappresentano anche economicamente delle alternative valide, ma le tradizioni di uno dei comparti più statici in assoluto ne impediscono una diffusione davvero capillare. In questo campo dovrebbero essere gli attori del mercato a porsi come portavoce del cambiamento, attuando delle campagne di comunicazione verso i clienti finali, ma anche verso gli intermediari, più efficaci di quelle svolte finora.

Per quanto riguarda **il mercato**, ed in particolare **l'innovazione**, nonostante la presenza di alcune eccellenze, nel nostro Paese si registra ad oggi uno scarso impiego di risorse finanziarie in attività innovative, accompagnato da un impatto assai contenuto di

queste attività sulla capacità di competizione delle nostre imprese. In un contesto in cui l'industria italiana è costituita in prevalenza da microimprese con meno di 10 addetti, sono spesso le grandi multinazionali estere che definiscono il mercato dell'efficienza energetica, acquisendo, dove necessario, le innovazioni nostrane per poi svilupparle e riproporle in ambito europeo e mondiale. Inoltre la situazione statica e in crisi del panorama italiano spinge le imprese più strutturate a spostarsi sul mercato internazionale, alla ricerca di opportunità che sembrano congelate a livello nazionale. Nonostante questo, l'economia verde si afferma anche come motore di iniziative imprenditoriali, come si può ad esempio vedere notando che i 149.506 artigiani delle costruzioni e dell'installazione di impianti per la casa sostenibile sono aumentati di 1.782 unità (+1,2%) negli ultimi due anni.

Investire sull'efficienza energetica sembra quindi essere una scelta vantaggiosa per tutti gli attori e sotto tutti i punti di vista; viene da chiedersi allora perché non ci siano più interventi in questa direzione. **Il problema sono gli investimenti iniziali necessari.** Sia per il governo che per le aziende.

Dal punto di vista del governo, le misure di efficienza energetica sono convenienti per la collettività, ma gli strumenti di accelerazione degli interventi costano molto. Se è vero che tutti gli studi del settore insistono sul fatto che sul lungo periodo il miglioramento dell'efficienza degli edifici ripaga in termini di consumi, e per lo stato questo significherebbe anche smettere di pagare i costi del mancato raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto, nel breve, in una situazione di crisi globale, gli esborsi fiscali legati alle agevolazioni non sono trascurabili. Per questa ragione sarebbe necessario effettuare degli studi più approfonditi che permettano di capire quali incentivi valga la pena continuare a promuovere e quali invece si potrebbero abbandonare senza ricadute troppo negative sul mercato, definendo in maniera più esplicita le priorità e le convinzioni nelle politiche di governo in materia energetica.

Per quanto riguarda le aziende, i vantaggi generati da questo mercato relativamente nuovo rischiano di essere sfruttati solo dal mercato estero se non interviene un cambio di mentalità nell'intero settore delle costruzioni italiano. Per esempio, la ricerca e sviluppo nella produzione, per il momento spesso secondaria nelle imprese nazionali, dovrebbe acquisire un'importanza superiore sui bilanci aziendali, magari attraverso l'istituzione, come già si fa in alcuni casi, di associazioni ad hoc tra microimprese. Questo potrebbe essere il primo passo verso una maggiore consapevolezza dell'importanza dell'innovazione in un settore, quello delle costruzioni italiane, estremamente statico e che sta ora fortemente pagando questo immobilismo.

In sintesi, con un maggiore sforzo in questo momento di crisi, ma anche di opportunità, verso l'efficienza energetica in edilizia, l'Italia potrebbe ricavare benefici che dureranno per almeno un decennio.

BIBLIOGRAFIA

I documenti elencati di seguito sono risorse libere, reperibili ai siti di riferimento delle associazioni che ne hanno curato la pubblicazione.

- **ANCE- Associazione Nazionale Costruttori Edili**

ANCE, 2010, Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni, a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi

ANCE, 2010, Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni- Nota di sintesi, a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi

ANCE, 2010, rapporto 2010 sulla presenza delle imprese di costruzione italiane nel mondo, a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi

ANCE, 2009, Il Piano Casa: norme e procedure

ANCE, 2009, Piano Casa 2- Confronto Regionale, a cura della Direzione Legislazione Mercato Privato

ANCE, 2008, Guida alle agevolazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie

- **ANIE- Associazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed elettroniche**

ANIE, ANIMA (Federazione delle Associazioni Nazionali dell'Industria Meccanica varia e Affine), Confindustria, 2007, Libro Bianco dell'energia elettrica

ANIE, 2004, Opportunità di sviluppo per le piccole e medie aziende

- **ASSISTAL- Associazione nazionale costruttori di impianti**

ASSISTAL, 2007, Il mercato impiantistico dal 2001 al 2006, a cura di F. De Gaspari

ASSISTAL, 2001, Indagine sulle tendenze evolutive dell'installazione di impianti, a cura di L. Prosperetti e E. Paolucci

- **CRESME- Centro di Ricerca Economica, Sociale e di Mercato per l'Edilizia ed il territorio**

CRESME, 2010, Annuario 2010

CRESME, 2009, Annuario 2009

CRESME, 2009, Rapporto SAIENERGIA 09-L'efficienza energetica in edilizia fra benessere, risparmio e ambiente

CRESME, 2000, Libro bianco sui servizi- Sviluppo dello scenario dei servizi nel settore degli impianti termici, a cura di F. Della Puppa

- **ENEA- Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente**

ENEA, 2010, Detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente- Analisi degli investimenti e dell'Energia risparmiata, a cura di S. Rosciarelli

ENEA, 2010, Progetto Qualicert- Qualificazione e certificazione degli installatori di impianti di energia da fonti rinnovabili: stato dell'arte in Italia, a cura di A. Amato e altri

ENEA, 2009, RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE 2007-2008 -L'Analisi

ENEA, 2009, RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE 2008 –Analisi e scenari,

ENEA, 2009, Dossier “Dall'ecobuilding al distretto energetico: la proposta ENEA per un modello di sviluppo fondato su eco edifici e generazione distribuita”

ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico, 2009, Le detrazioni fiscali di 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2008

ENEA, 2008, Energia efficiente per l'edificio Normativa e tecnologie, a cura di Francesco Paolo Vivoli e Michele Zinzi

ENEA, 2008, Dossier “Riduzione delle emissioni e sviluppo delle rinnovabili: quale ruolo per Stato e Regioni?”, a cura di Natale Massimo Caminiti e Carlo Manna

ENEA, 2008, I condizionatori dell'aria: raffrescatori e pompe di calore

ENEA, 2008, Risparmio energetico con l'illuminazione

ENEA, 2008, Risparmio Energetico con gli Impianti di Riscaldamento

ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico, 2008, Le detrazioni fiscali di 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2007, a cura di G. Valentini

ENEA, 2006, Dossier “ENEA per il risparmio energetico”, a cura di Maura Annunziato e altri

- **EurObserv'ER**

EurObserv'ER, 2010, Il barometro dell'energia eolica, versione italiana a cura di ENEA

EurObserv'ER, 2009, Il barometro dei biocarburanti, versione italiana a cura di ENEA

EurObserv'ER, 2009, Il barometro dei biomasse solide, versione italiana a cura di ENEA

EurObserv'ER, 2009, Il barometro dell'energia fotovoltaica, versione italiana a cura di ENEA

EurObserv'ER, 2009, Il barometro delle pompe di calore, versione italiana a cura di ENEA

EurObserv'ER, 2009, Il barometro del solare termico, versione italiana a cura di ENEA

- **GSE- Gestore dei Servizi Energetici**

GSE, 2010, Il solare fotovoltaico- Dati statistici al 31 dicembre 2009, a cura dell'Ufficio Statistiche

GSE, 2010, L'eolico- Rapporto statistico 2009, a cura dell'Ufficio Statistiche

GSE, 2009, impianti a fonti rinnovabili- Rapporto statistico, a cura dell'Ufficio Statistiche

GSE, 2009, L'eolico- Dati statistici al 31 dicembre 2008, a cura dell'Ufficio Statistiche

GSE, 2008, Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia - Anno 2008, a cura dell'Ufficio Statistiche

- **ITABIA- Italian Biomass Association**

ITABIA, Dossier "Caldaie a Biomasse", a cura Vittorio Bartolelli e altri

ITABIA e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I traguardi della bioenergia in Italia- Rapporto 2008,

- **Altre fonti**

Agenzia delle Entrate, 2009, Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico

Agenzia delle Entrate, 2008, Ristrutturazioni edilizie: le agevolazioni fiscali

Agenzia delle Entrate, 2008, Settore di studio UD28U

APER (Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili), 2003, Dossier "Micro-Eolico", a cura di Alessandro Brusa e altri

ASSOLTERM (Associazione italiana Solare Termico), 2008, Position Paper

Caputo, A., 2006, Produzione di energia elettrica ed emissioni di gas serra, APAT

CELMA (European Lamp Companies Federation)- 2010, The European Lighting Industry- Response to the Commission's Consultation Working Document

Dal Prà, M., 2008, Manuale di domotica, disponibili a www.marcodalpra.it

FAREFUTURO, 2009, L'Italia e la Green Economy

Legambiente, 2009, Il Piano Casa- Quattro mesi dopo

Ministero dello Sviluppo Economico, Decreto ministeriale 26/6/2009 detto "Linee guida per la certificazione energetica degli edifici", Gazzetta Ufficiale

Ministero delle Attività Produttive, 2005, Scenario tendenziale dei consumi e del fabbisogno al 2020

OECD/IEA, 2009, Schede sulle energie rinnovabili: Riscaldamento e Raffrescamento ad energia solare, versione italiana a cura del GSE

Parlamento e Consiglio Europeo, Direttiva 2010/31/UE del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea

Trento, S., 2007, Innovazione e crescita delle imprese nei settori tradizionali, Centro Studi Confindustria

UGI (Unione Geotermica Italiana), 2007, La geotermia: ieri, oggi, domani- Numero speciale del Notiziario UGI

UNCSAAL (Unione Nazionale Costruttori Serramenti in Alluminio, Acciaio e Leghe), 2009, Il mercato dell'involucro edilizio in Italia- Scenari 2010, a cura della Commissione Studi Economici Uncsall

SITOGRAFIA

www.ance.it- Sito di riferimento dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili

www.andil.it - Sito di riferimento dell'Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

www.agenziaentrate.gov.it – Sito di riferimento dell'Agenzia delle entrate italiana

www.anit.it – Sito di riferimento dell'Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico

www.agenziaentrate.gov.it

www.aper.it – Sito di riferimento dell'Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili

www.assobeton.it - Sito di riferimento dell'Associazione nazionale industrie manufatti cementizi

www.assolterm.it - Sito di riferimento dell'Associazione italiana Solare Termico

www.assovetro.it – Sito di riferimento dell'Associazione nazionale degli industriali del Vetro

dati.istat.it – Sito di esplorazione del datawarehouse delle statistiche prodotte dall'Istat

stats.oecd.org – Sito di esplorazione del datawarehouse ad accesso libero delle statistiche prodotte dall'OECD

www.enea.it - Sito di riferimento dell'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

efficienzaenergetica.acs.enea.it - Sito a cura dell'ENEA, che si occupa della pubblicazione di Dossier e Vademecum inerenti alle tematiche dell'efficienza energetica

www.federcomated.it – Sito di riferimento della Federazione nazionale Commercianti cementi, laterizi e Materiali da costruzione Edili

www.fire-italia.it – Sito di riferimento della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia

www.guidafinestra.it - Sito internet editoriale sul mercato dei serramenti in Italia

www.isesitalia.it – Sito di riferimento dell' International Solar Energy Society

www.uncsaal.it - Sito di riferimento dell'Unione Nazionale Costruttori Serramenti in Alluminio, Acciaio e Leghe