

A02
56

Francesco Calise
Massimo Dentice d'Accadia
Giulio Restuccia
Laura Vanoli

INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA NEI SUPERMERCATI

ANALISI DELLO STATO DELL'ARTE
ED ESEMPI DI APPLICAZIONE



Copyright © MMX
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-3079-0

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: febbraio 2010

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	V
INDICE DELLE TABELLE	XIII
INTRODUZIONE	XVII
1. IL SETTORE COMMERCIALE IN ITALIA	1
1.1 - Introduzione	1
1.2 - La riforma del settore commerciale in Campania	4
GRANDE DISTRIBUZIONE DESPECIALIZZATA:	6
GRANDE DISTRIBUZIONE SPECIALIZZATA:	7
1.3 - La Grande Distribuzione di vendita in Italia	8
1.4 - La Grande Distribuzione di vendita in Campania	18
2. CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA E TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE DELL'UTENZA SUPERMERCATO	25
2.1 - Introduzione	25
2.2 - Consumi energetici del settore commerciale	25
2.3 - Analisi delle prestazioni energetiche tipiche dei Supermercati	28
2.4 - Tipologie impiantistiche nei Supermercati	35
2.4.1 - Impianti per la refrigerazione degli alimenti deperibili	36
2.4.1.1 - Temperature di conservazione degli alimenti	36
2.4.1.2 - Generalità sull'impianto frigorifero	41
2.4.1.3 - Descrizione della tecnologia installata nei Supermercati	45
2.4.1.4 - Componenti principali dell'impianto frigorifero di un Supermercato	52
2.4.1.4.1 - Compressori	52
2.4.1.4.2 - Evaporatori	63
2.4.1.4.3 - Unità condensanti	66
2.4.1.4.4 - Espositori e celle refrigerate	69
2.4.1.4.5 - Valvole e controlli frigoriferi	72
2.4.1.5 - Lo sbrinamento degli evaporatori installati nei banchi refrigerati	81
2.4.2 - Impianto di climatizzazione	85
2.4.2.1 - La climatizzazione degli ambienti interni di un Supermercato	85
2.4.2.2 - Caratteristiche dell'involucro edilizio	88
2.4.2.3 - Condizioni di progetto per la climatizzazione	90
2.4.2.3.1 - Temperature	90
2.4.2.3.2 - Umidità relativa	91
2.4.2.3.3 - Rinnovo dell'aria	92
2.4.2.3.4 - Indici di affollamento	93
2.4.2.3.5 - Carichi interni	94
2.4.2.4 - Tipologie impiantistiche tradizionali nella climatizzazione	96

2.4.2.4.1 - Impianti tradizionali con refrigerazione meccanica.....	96
2.4.2.4.2 - Impianto a refrigerazione meccanica con by-pass.....	97
2.4.2.4.3 - La pompa di calore	98
2.4.2.4.4 - Sistemi di regolazione e controllo logico	100
2.4.3 - L'illuminazione degli ambienti.....	101
3. INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA	104
3.1 – Introduzione	104
3.2 - Interventi sul sistema per la refrigerazione degli alimenti	110
3.2.1 - Condensatore evaporativo.....	110
3.2.2 - Refrigerazione con circuito secondario.....	112
3.2.3 - Recupero del calore di condensazione.....	113
3.2.3.1 - Tecniche analizzate per il recupero del calore	118
3.2.3.2 - Aumento della temperatura di condensazione per il recupero del calore.....	122
3.2.4 - Le V.E.E. e la pressione di condensazione flottante.....	124
3.2.5 - Amplificatore della pressione del liquido.....	131
3.2.6 - Metodi innovativi per il controllo degli sbrinamenti dei banchi frigo	132
3.2.7 - Tecniche alternative per lo sbrinamento dei banchi frigo	133
3.2.8 - Interventi sul sistema anti-condensa	149
3.2.9 - Variatori di velocità per i motori elettrici dei compressori.....	150
3.2.10 - Sostituzione dei motori elettrici dei compressori con motori endotermici	150
3.2.11 - Utilizzo di motori elettrici ad elevata efficienza.....	151
3.2.12 - Installazione di chiusure trasparenti sugli espositori aperti	154
3.2.13 - Sistemi ad assorbimento	155
3.2.14 - Accumulo di energia frigorifera.....	163
3.2.15 - Interventi sul fluido refrigerante.....	166
3.3 - Interventi sulla climatizzazione dell'edificio	173
3.3.1 - Impianti con deumidificazione ad essiccamento e refrigerazione meccanica	173
3.3.2 - Impianti a refrigerazione meccanica con doppio condotto	176
3.3.4 - Impianti a refrigerazione meccanica con recuperatore di calore	177
3.3.5 - Free-Cooling	182
3.3.6 - Impianti a portata variabile di refrigerante.....	184
3.3.7 - Impianto con pompe di calore ad anello d'acqua (WLHP).....	186
3.3.8 - Diffusori a dislocazione (Displacement Ventilation)	191
3.3.9 - Interventi sui sistemi di distribuzione e regolazione	192
3.3.10 - La sostituzione della caldaia; la caldaia a condensazione.....	193
3.4 - Interventi sulla qualità edilizia	196
3.5 - Altre tipologie di interventi	204
3.5.1 - Illuminazione efficiente nei Supermercati	204
3.5.2 - La Cogenerazione: Tecnologie, Aspetti Energetico - Ambientali ed Incentivazioni 208	
3.5.2.1 - Introduzione	208
3.5.2.2 - Aspetti energetici ed ambientali	215
3.5.2.3 - La cogenerazione in Italia.....	216

3.5.2.4 -	Quadro sintetico delle incentivazioni alla produzione di energia elettrica da cogenerazione	220
3.5.3 -	Interventi di manutenzione ordinaria sugli impianti installati in un Supermercato	223
3.6 -	Il quadro di riferimento dei titoli di efficienza energetica.....	225
3.6.1 -	Il vantaggio economico conseguibile con i T.E.E.....	231
4.	CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA DI UN'UTENZA REALE UBICATA IN REGIONE CAMPANIA	233
4.1 -	La struttura.....	233
4.2 -	I locali.....	234
4.2.1 -	Sala Vendita	235
4.2.2 -	Laboratori e celle	235
4.2.2.1 -	Settore Macelleria	236
4.2.2.2 -	Settore Pescheria	237
4.2.2.3 -	Settore Frutta e Verdura	237
4.2.2.4 -	Settore Pasticceria.....	237
4.2.2.5 -	Settore Panetteria	237
4.2.2.6 -	Settore Salumi e Formaggi	237
4.2.2.7 -	Settore Gastronomia e Rosticceria	238
4.2.3 -	Locali di servizio.....	238
4.3 -	Sistema per la refrigerazione degli alimenti deperibili	239
4.4 -	Impianto di Climatizzazione	245
4.4.1 -	Pompa di calore.....	248
4.4.2 -	Unità di Trattamento Aria	250
4.5 -	Altre utenze.....	253
4.6 -	Impianto di Illuminazione	253
4.7 -	Sintesi delle potenze elettriche installate	256
4.8 -	Ripartizione dei consumi elettrici per usi finali	256
5.	APPLICAZIONE AL CASO REALE DI ALCUNI INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA	262
5.1 -	Introduzione	262
5.2 -	L'isolamento dell'edificio	264
5.3 -	Il recupero del calore di condensazione.....	282
5.3.1 -	L'analisi sul ciclo BT	284
5.3.2 -	L'analisi sul ciclo TN	295
5.4 -	La gestione della temperatura e pressione di condensazione.....	303
5.4.1 -	L'analisi sul ciclo BT	305

5.4.2 - L'analisi sul ciclo TN	313
5.5 - La gestione della temperatura di condensazione e il contemporaneo recupero del calore di condensazione	320
5.6 - La Cogenerazione.....	332
5.6.1 - Riepilogo dei dati sulla configurazione impiantistica attuale (Sistema di Riferimento) 332	
5.6.3 - Conclusioni	381
6. CONCLUSIONI	385
APPENDICE A	389
APPENDICE B	398
APPENDICE C	404
APPENDICE D	406
APPENDICE E	415
APPENDICE F	420
APPENDICE G	448
INDICE ANALITICO	475
BIBLIOGRAFIA	481

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1- Andamento delle superfici di vendita della Grande Distribuzione per macro area	9
Figura 1-2- Andamento delle superfici di vendita della Grande Distribuzione per tipologia di struttura	9
Figura 1-3 - Andamento della superficie di vendita dei Grandi Magazzini per macro area geografica.....	11
Figura 1-4- Andamento della superficie di vendita degli Ipermercati per macro area geografica.....	11
Figura 1-5 - Andamento della superficie di vendita dei Supermercati per macro area geografica.....	13
Figura 1-6 - Ripartizione della superficie di vendita dei Supermercati per regione.....	16
Figura 1-7- Indice “Superficie di vendita per 1000 abitanti” per le varie regioni d’Italia	18
Figura 1-8 – Ripartizione per tipologia di struttura della superficie di vendita della Grande Distribuzione	20
Figura 1-9 – Ripartizione per Provincia della superficie di vendita della Grande Distribuzione	21
Figura 1-10 – Numero di Supermercati presenti nelle province della Campania	22
Figura 1-11 - Superfici di vendita dei Supermercati nelle Province della Campania	22
Figura 2-1 - Andamento dei consumi di energia elettrica nel settore del commercio in Italia	26
Figura 2-2 - Andamento dei consumi di energia elettrica nel settore del commercio in Campania	26
Figura 2-3 - Ripartizione dei consumi energetici di un Supermercato in funzione degli usi finali	30
Figura 2-4- Andamento dei consumi energetici in funzione dei gradi giorno.....	31
Figura 2-5 - Ripartizione dei consumi di energia elettrica in una utenza inglese	34
Figura 2-6 - Durata di conservazione in funzione della temperatura di stoccaggio	39
Figura 2-7 - Durata di stoccaggio tipica per alcuni prodotti alimentari congelati.....	40
Figura 2-8 - Schema base di un impianto frigorifero e di una pompa di calore.....	42
Figura 2-9 - Ciclo inverso a compressione di vapore dell’R134a nel piano T-s	43
Figura 2-10 - Aggiunta del ricevitore di liquido al ciclo frigorifero.....	44
Figura 2-11 - Sottoraffreddamento e surriscaldamento in un ciclo a compressione di vapore	45

Figura 2-12 - Schema del ciclo base dell'impianto frigorifero di un Supermercato.....	46
Figura 2-13 - Schema del ciclo base con sottoraffreddamento	46
Figura 2-14 - Schema del ciclo base con compressori e banchi in parallelo	47
Figura 2-15 - Schema del sistema di refrigerazione indiretto	48
Figura 2-16 - Schema del ciclo reale dell'impianto frigorifero di un Supermercato	48
Figura 2-17 - Schema dell'impianto per la refrigerazione costituito da due circuiti distinti....	50
Figura 2-18 - Andamento del COP in funzione delle temperature di evaporazione e condensazione	52
Figura 2-19 - Esempio di unità frigorifera installata in un supermercato	54
Figura 2-20 - Funzionamento del compressore alternativo	55
Figura 2-21 - Schema funzionale di un sistema <i>compound</i>	56
Figura 2-22 - Rotori di un compressore <i>screw</i>	57
Figura 2-23 - Sezione di un compressore ermetico a spirale orbitante (<i>scroll</i>)	58
Figura 2-24- Sequenza della fase di aspirazione di un compressore <i>scroll</i>	59
Figura 2-25 - Effetto delle temperature di evaporazione e di condensazione sulla capacità frigorifera di un compressore alternativo	60
Figura 2-26 - Effetto della temperatura di evaporazione sulla potenza assorbita	60
Figura 2-27 - Potenza assorbita effettiva di un compressore a 8 cilindri ad ammoniacca a 1170 giri/s	61
Figura 2-28 - COP in funzione delle temperature di evaporazione e di condensazione	62
Figura 2-29 - Raffreddamento di una corrente di fluido nell'evaporatore	63
Figura 2-30 - Batteria alettata per il raffreddamento dell'aria	64
Figura 2-31- Evaporatori per raffreddamento di liquidi.....	64
Figura 2-32 - Evaporatore ad espansione diretta.....	64
Figura 2-33 - Evaporatore allagato	65
Figura 2-34 - Evaporatore a ricircolazione di liquido	66
Figura 2-35 - Tipologie di condensatori.....	67
Figura 2-36 - Condensatore raffreddato ad aria	68
Figura 2-37 - Banco orizzontale e banco verticale chiusi	69
Figura 2-38- Banco verticale aperto; cella frigorifera	69
Figura 2-39 - Sistema di ricircolo dell'aria	70
Figura 2-40 - Termostato	70

Figura 2-41- Banchi frigoriferi autonomi	71
Figura 2-42 - Alcuni tipi di valvole manuali di intercettazione	73
Figura 2-43 - Valvola di ritegno	74
Figura 2-44 - Valvola a solenoide ad azione diretta	74
Figura 2-45 - Controlli di livello del liquido.....	75
Figura 2-46 - Valvola per la regolazione della pressione di evaporazione	76
Figura 2-47 - Valvola di espansione termostatica	77
Figura 2-48 - Modalità di applicazione della valvola di espansione termostatica	78
Figura 2-49 - Valvola di espansione termostatica con equilibratore interno	79
Figura 2-50 - Campo di regolazione del surriscaldamento controllato dalla valvola di espansione	80
Figura 2-51 - Valvola di espansione termostatica munita di equalizzatore esterno.....	80
Figura 2-52 - Linea di drenaggio dell'acqua di sbrinamento	83
Figura 2-53 - Profili orari del livello di occupazione, di illuminazione e di utilizzazione delle apparecchiature elettriche nell'area di vendita	94
Figura 2-54 - Profili orari del livello di occupazione, di illuminazione e di utilizzazione delle apparecchiature elettriche negli uffici.....	94
Figura 2-55 - Profili orari del livello di occupazione, di illuminazione e di utilizzazione delle apparecchiature elettriche nei locali adibiti a magazzino-confezionamento	94
Figura 2-56 - Schema di un impianto tradizionale con refrigerazione elettromeccanica	97
Figura 2-57 - Schema di un impianto a refrigerazione meccanica con by-pass	98
Figura 3-1 - Schema funzionale di un condensatore evaporativo.....	110
Figura 3-2 - Schema del sistema di refrigerazione con circuito secondario.....	112
Figura 3-3 - Esempio di schema per il recupero del calore di condensazione	115
Figura 3-4- Temperature tipiche e frazioni di calore ottenibili con l'ammoniaca.....	117
Figura 3-5 - Schema di un tipico impianto per la refrigerazione con recupero di calore	119
Figura 3-6 - Primo schema per il recupero del calore di condensazione	120
Figura 3-7 - Secondo schema per il recupero del calore di condensazione.....	121
Figura 3-8 - Terzo schema per il recupero del calore di condensazione.....	121
Figura 3-9 - Sistemi per aumentare la temperatura di condensazione ai fini del recupero di calore	123
Figura 3-10 - Conseguenze della riduzione della pressione di condensazione sul piano p/h	125

Figura 3-11 – Motore elettronico passo-passo	127
Figura 3-12- Regolazione proporzionale o ad impulsi di una valvola di espansione elettronica	128
Figura 3-13 - EEV Sporlan tipo SEI	128
Figura 3-14 - Fonti di gas caldo per lo sbrinamento.....	135
Figura 3-15 - Elementi di un evaporatore a ricircolazione di liquido munito di sbrinamento a gas caldo	136
Figura 3-16 - Tipica configurazione DBD	140
Figura 3-17 - Andamento schematico di una microscarica durante l'applicazione di una tensione ad andamento sinusoidale.....	142
Figura 3-18 - Freezer commerciale oggetto del test.	143
Figura 3-19 - Fotografia dell'evaporatore oggetto del test con i collegamenti agli elettrodi.	143
Figura 3-20 - Sbrinamento dell'aletta con l'uso della tecnica DBD a) ghiaccio prima del DBD b)applicazione del DBD per 1 min. c)applicazione del DBD per 2 min.	144
Figura 3-21 - Schema dei filamenti di microscariche: a)strato singolo di dielettrico b) doppio strato di dielettrico.	145
Figura 3-22 - Sbrinamento utilizzando la DBD in ogni sezione dell'evaporatore.....	146
Figura 3-23 - Temperatura dell'aletta in funzione della potenza per un elettrodo con isolante FEP da 0,4 mm.	147
Figura 3-24 - Temperatura dell'aletta in funzione dei consumi di potenza per isolanti FEP da 0,4 mm e XLPE da 0,38 mm.	147
Figura 3-25 - Confronto tra sbrinamento con o senza DBD	148
Figura 3-26- Livelli di efficienza di un motore elettrico a 4 poli	154
Figura 3-27 – Schema impianto ad assorbimento.....	156
Figura 3-28 - Schema impianto ad assorbimento bistadio.....	158
Figura 3-29 - Schema di un ciclo di raffreddamento dei refrigeratori ad assorbimento a fiamma diretta.	161
Figura 3-30- Sfere contenenti miscele eutettiche per l'accumulo del freddo	165
Figura 3-31 - Esempi di cicli diretti a CO ₂	168
Figura 3-32 - Esempio di diagramma di scambio termico per un gas cooler di CO ₂ confrontato a quello di un condensatore per un normale refrigerante (HFC, HC, NH ₃).	170

Figura 3-33 - Gas cooler per CO ₂	172
Figura 3-34 - Schema di un impianto con deumidificazione ad essiccamento e refrigerazione meccanica	175
Figura 3-35 - Schema di un impianto a refrigerazione meccanica con doppio condotto	176
Figura 3-36 - Schema di un impianto a refrigerazione meccanica con recuperatore di calore	177
Figura 3-37 Schema funzionale di un recuperatore rotativo aria-aria.....	179
Figura 3-38 - Schema funzionale di uno scambiatore di calore a piastre in controcorrente.	179
Figura 3-39 - Schema funzionale di un recuperatore di calore a due batterie con pompa ...	180
Figura 3-40 - Schema funzionale di un recuperatore di calore del tipo con ritorno per gravità	181
Figura 3-41 - Recuperatore a tubo di calore	182
Figura 3-42 - Schema di funzionamento di un refrigeratore d'acqua con free-cooling indiretto	183
Figura 3-43 - Schema funzionale di un sistema a portata variabile di refrigerante	185
Figura 3-44 - Schema di un WHLP nel solo funzionamento estivo.....	187
Figura 3-45 - Schema di un WHLP nel funzionamento contemporaneo estivo/invernale delle PdC	188
Figura 3-46 - Confronto tra il sistema di distribuzione a getto turbolento ed il sistema a dislocazione.....	191
Figura 3-47 - Rendimento elettrico delle diverse tecnologie cogenerative in funzione della taglia.....	209
Figura 3-48 - Indice energetico delle diverse tecnologie cogenerative in funzione del rendimento elettrico.....	210
Figura 3-49 - Indice elettrico delle diverse varie tecnologie cogenerative in funzione della taglia.....	212
Figura 3-50 - Costo specifico delle diverse tecnologie cogenerative in funzione della taglia	213
Figura 3-51 - Distribuzione della potenza elettrica cogenerativa in esercizio in Italia nel 2004	217
Figura 3-52 - Distribuzione per tipologia degli impianti di cogenerazione in esercizio in Italia nel 2004	218

Figura 3-53 - Mix di combustibili per gli impianti di cogenerazione in esercizio in Italia nel 2004	218
Figura 4-1 - Espositori del tipo “a vasca” e “murale” installati nel Supermercato analizzato	240
Figura 4-2 - Schema dell'impianto di climatizzazione nel funzionamento estivo	246
Figura 4-3 - Energia elettrica prelevata mese per mese nel corso del 2005	257
Figura 4-4 - Potenza assorbita in funzione del mese.....	258
Figura 4-5 - Alcune curve di carico giornaliero significative.....	259
Figura 4-6 - Curva di carico giornaliero di un giorno-tipo	260
Figura 4-7 - Ripartizione del consumo energetico per usi finali.....	261
Figura 5-1 - Isolamento a cappotto	266
Figura 5-2 - Risparmio energetico annuo dell'isolamento in funzione delle H_{equiv} di climatizzazione estiva	278
Figura 5-3 - Risparmio economico annuo dell'isolamento in funzione delle H_{equiv} di climatizzazione estiva	278
Figura 5-4 - Periodo di recupero semplice dell'isolamento in funzione delle H_{equiv} di climatizzazione estiva	279
Figura 5-5 - Periodo di recupero semplice dell'isolamento con o senza emissione dei T.E.E.	280
Figura 5-6 - Ciclo termodinamico dell'unità BT nella configurazione attuale	285
Figura 5-7 - Conseguenze dell'aumento della T_{cond} sul piano p-h, per il ciclo BT.....	290
Figura 5-8 - Conseguenze della riduzione della T_{cond} sul piano p-h, per il ciclo BT	304
Figura 5-9 - Variazione della $T_{out,comp}$ in funzione della T_{cond} , per il ciclo BT	307
Figura 5-10 - Variazione della P_{el} in funzione della T_{cond} , per il ciclo BT	307
Figura 5-11 - Variazione del COP in funzione della T_{cond} , per il ciclo BT	308
Figura 5-12 - Variazione della P_t in funzione della T_{cond} , per il ciclo BT	308
Figura 5-13 - Variazione della $P_{t,solo\ desurrisc}$ in funzione della T_{cond} , per il ciclo BT.....	309
Figura 5-14 - Variazione della $T_{out,comp}$ in funzione della T_{cond} , per il ciclo TN	315
Figura 5-15 - Variazione della P_{el} in funzione della T_{cond} , per il ciclo TN	315
Figura 5-16 - Variazione del COP in funzione della T_{cond} , per il ciclo TN	316
Figura 5-17 - Variazione della P_t in funzione della T_{cond} , per il ciclo TN	316
Figura 5-18 - Variazione della $P_{t,solo\ desurrisc}$ in funzione della T_{cond} , per il ciclo TN	317

Figura 5-19- Curva cumulata del carico elettrico e curve dei carichi termici e frigoriferi contemporanei nella configurazione attuale	334
Figura 5-20 - Curva cumulata del carico termico e curve dei carichi frigoriferi ed elettrici contemporanei nella configurazione attuale	335
Figura 5-21 -Curva cumulata del carico frigorifero e curve dei carichi termici ed elettrici contemporanei nella configurazione attuale	336
Figura 5-22 - Curva cumulata del carico elettrico e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.1	346
Figura 5-23 - Curva cumulata del carico termico, curva del carico frigorifero contemporaneo e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.1.....	347
Figura 5-24 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati in assenza di finanziamenti a fondo perduto per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.1	355
Figura 5-25 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati con finanziamenti a fondo perduto del 30% per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.1	356
Figura 5-26 - Curva cumulata del carico elettrico e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.2	359
Figura 5-27 - Curva cumulata del carico termico, curva del carico frigorifero contemporaneo e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.2.....	360
Figura 5-28 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati in assenza di finanziamenti a fondo perduto per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.2	367
Figura 5-29 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati con finanziamenti a fondo perduto del 30% per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.2	368
Figura 5-30 - Curva cumulata del carico elettrico e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.3	371
Figura 5-31 - Curva cumulata del carico termico, curva del carico frigorifero contemporaneo e copertura col sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.3.....	372
Figura 5-32 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati in assenza di finanziamenti a fondo perduto per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.3	379
Figura 5-33 - Sommatoria dei flussi di cassa attualizzati con finanziamenti a fondo perduto del 30% per il sistema di cogenerazione analizzato nella soluzione n.3	380

Figura 5-34 -. Sensibilità dell'utile economico annuo della cogenerazione alle variazioni di prezzo dell'energia elettrica e del gas naturale. <i>Caso di riferimento : Soluzione N. 2 (M.A. da 500 kWe)</i>	384
--	-----

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.1 - La Grande Distribuzione in Italia nel periodo 1991 ÷ 2004	8
Tabella 1.2- I Grandi Magazzini in Italia nel periodo 1991 ÷ 2004	10
Tabella 1.3 - Gli Ipermercati in Italia nel periodo 1991 ÷ 2004.....	12
Tabella 1.4 - I Supermercati in Italia nel periodo 1991 ÷ 2004	13
Tabella 1.5 - Confronto tra i Supermercati presenti nelle regioni d'Italia (1991 ÷ 2004)	15
Tabella 1.6 - Raffronto tra la popolazione e la superficie di vendita dei Supermercati per regione	17
Tabella 1.7 – La Grande Distribuzione in Campania – anno 2004 – (Fonte MICA)	19
Tabella 1.8 - I Supermercati in Campania – Anno 2004 – (Fonte MICA).....	21
Tabella 1.9 – Confronto sulle Superfici medie di vendita dei Supermercati in varie aree geografiche del Paese	23
Tabella 1.10 – Superfici medie di vendita dei Supermercati nelle Province della Campania ..	23
Tabella 1.11 – Superficie previste dalla Legge Regionale 1/2000 per le medio - grandi strutture di vendita	24
Tabella 2.1- Andamento nel tempo dei consumi elettrici del Settore Commerciale in Italia e in Campania	25
Tabella 2.2 - Consumi energetici specifici annui di supermercati negli U.S.A.	32
Tabella 2.3 - Potenze elettriche installate in una utenza inglese.....	35
Tabella 2.4 - Temperature di conservazione degli alimenti prescritte dalla normativa	37
Tabella 2.5 - Temperature di conservazione consigliate.....	38
Tabella 2.6 - Confronto tra le temperature prescritte e quelle consigliate	38
Tabella 2.7 - Temperature raccomandate per lo stoccaggio di alcuni prodotti freschi	40
Tabella 2.8 - Compressori impiegati negli impianti frigoriferi.....	53
Tabella 2.9 - Potenzialità frigorifera in funzione della tipologia del compressore	53
Tabella 2.10 - Riduzione di potenza in percentuale per ogni °C	62
Tabella 2.11 - Conduttanze termiche nei Supermercati	90
Tabella 2.12 - Temperature di progetto nelle varie zone del supermercato	91
Tabella 2.13 - Portate minime d'aria esterna nelle varie zone del supermercato.....	93
Tabella 2.14 - Carichi interni.....	95
Tabella 2.15 - Carichi interni in un supermercato nel Comune di Milano	95

Tabella 2.16 - Livelli di illuminamento (espressi in lux) nei vari locali di un edificio commerciale	101
Tabella 2.17 - Efficienza luminosa e durata delle principali tipologie di lampade esistenti ..	103
Tabella 3.1 Alcuni tipi di sfruttamento del calore e loro livelli di temperatura	116
Tabella 3.2 - Risultati conseguiti sul risparmio energetico.....	129
Tabella 3.3 - Consumi elettrici centrale di bassa temperatura nei tre periodi	130
Tabella 3.4 - Consumi elettrici centrale di media temperatura nei tre periodi	130
Tabella 3.5 - Condizione delle valvole durante il funzionamento normale e durante lo sbrinamento.....	136
Tabella 3.6 – Classe di efficienza dei motori in funzione del rendimento e della potenza elettrica	153
Tabella 3.7 - Legame temperatura [°C] – pressione [bar] per la CO ₂	169
Tabella 3.8 - Prestazioni comparative di aero-condensatori per R404A e CO ₂ nelle seguenti condizioni: temperatura aria 25°C, condensazione R404A a 40°C, pressione CO ₂ a 100 bar	171
Tabella 3.9- Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2006, per edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme (kWh/m ² anno)	199
Tabella 3.10 - Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2008, per edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme (kWh/m ² anno)	199
Tabella 3.11 - Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2010, per edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme (kWh/m ² anno)	199
Tabella 3.12 - Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2006, per tutti gli altri edifici (kWh/m ³ anno)	200
Tabella 3.13- Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2008, per tutti gli altri edifici (kWh/m ³ anno)	200
Tabella 3.14- Valori limite dell'EP imposti dal D.Lgs.311/2006 dal 01/01/2010, per tutti gli altri edifici (kWh/m ³ anno)	200
Tabella 3.15 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache (W/m ² K)	201

Tabella 3.16 - Valori limite della trasmittanza termica U delle coperture opache (W/m ² K) .	201
Tabella 3.17- Valori limite della trasmittanza termica U dei pavimenti (W/m ² K)	201
Tabella 3.18 - Valore limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti (W/m ² K)	201
Tabella 3.19- Valori limite della trasmittanza termica U dei vetri (W/m ² K)	202
Tabella 3.20 - Comparazione tra due tipi di lampade	205
Tabella 3.21 - Confronto impianti prima e dopo la ristrutturazione.....	205
Tabella 3.22 - Efficienza energetica dell'illuminazione	207
Tabella 3.23 - Interventi sulla centrale frigorifera del sistema per la conservazione degli alimenti deperibili.....	223
Tabella 3.24 - Interventi sulla centrale frigorifera dell'impianto di condizionamento	224
Tabella 3.25 - Seduta del mercato dei T.E.E. del 3 ottobre 2006.....	232
Tabella 4.1 - Orari di apertura e di entrata ed uscita del personale	234
Tabella 4.2 - Assorbimento elettrico delle principali apparecchiature dell'impianto frigorifero	243
Tabella 4.3 - Sintesi delle apparecchiature installate per la climatizzazione dell'edificio	252
Tabella 4.4 - Principali apparecchiature installate nel Supermercato	253
Tabella 4.5 - Dispositivi di illuminazione installati nel Supermercato.....	255
Tabella 4.6 - Sintesi delle potenze elettriche installate presso l'utenza in esame	256
Tabella 4.7 - Consumi elettrici complessivi, anno 2005	257
Tabella 4.8 - Sintesi dei risultati della ripartizione del consumo energetico per usi finali	261
Tabella 5.1 - Configurazione attuale dell'unità BT	284
Tabella 5.2 - Configurazione attuale dell'unità TN.....	295
Tabella 5.3 - Alcuni valori della temperatura esterna relativi al giorno 01/01	304
Tabella 5.4 - Parametri caratteristici del ciclo BT in funzione di alcuni valori "campione" della T _{est}	305
Tabella 5.5 - Parametri caratteristici del ciclo BT in funzione di tutti gli 8760 valori della T _{est}	309
Tabella 5.6 - Parametri caratteristici del ciclo TN in funzione di alcuni valori "campione" della T _{est}	314
Tabella 5.7 - Parametri caratteristici del ciclo TN in funzione di tutti gli 8760 valori della T _{est}	317

Tabella 6.1 - Sintesi dei risultati ottenuti con l'applicazione di alcuni interventi di razionalizzazione energetica al Supermercato	387
--	-----

1. Il settore commerciale in Italia

1.1 - Introduzione

Il settore commerciale rappresenta un'attività di importanza primaria nella vita di ogni Paese, in particolar modo nei Paesi ad economia avanzata nei quali l'incidenza del terziario sull'occupazione e sullo sviluppo sociale ed economico è sempre più forte.

In questo capitolo verrà effettuata una breve descrizione delle principali caratteristiche del settore commerciale in Italia, riportando i dati statistici essenziali che ne evidenziano la composizione in termini di unità installate, superfici di vendita e occupazione prodotta; in particolare, verrà valutata l'incidenza della Grande Distribuzione sull'intero settore del commercio, e l'importanza delle utenze "Supermercato" sull'intero comparto della Grande Distribuzione.

Con la pubblicazione del Decreto Legislativo n. 114 del 31 Marzo 1998, noto come "Decreto Bersani" [1], è avvenuta una riforma radicale della disciplina che regola il settore del commercio al dettaglio. Il Decreto, sostituendo la precedente Legge n. 426 dell'11 Giugno 1971, persegue, in materia di commercio, le seguenti finalità [2]:

- a) la trasparenza del mercato, la concorrenza, la libertà di impresa e la libera circolazione delle merci;
- b) la tutela del consumatore, con particolare riguardo all'informazione, alla possibilità di approvvigionamento, al servizio di prossimità, all'assortimento e alla sicurezza dei prodotti;
- c) l'efficienza, la modernizzazione e lo sviluppo della rete distributiva, nonché l'evoluzione tecnologica dell'offerta, anche al fine del contenimento dei prezzi;
- d) il pluralismo e l'equilibrio tra le diverse tipologie di strutture distributive e le diverse forme di vendita, con particolare riguardo al riconoscimento e alla valorizzazione del ruolo delle piccole e medie imprese;
- e) la valorizzazione e la salvaguardia del servizio commerciale nelle aree urbane, rurali, montane, insulari.

Le novità introdotte da tale Decreto riguardano principalmente i seguenti temi:

1. il decentramento a favore delle regioni di molte competenze giurisdizionali in materia di commercio;
2. la semplificazione delle procedure di avvio o di modifica delle attività commerciali;
3. l'introduzione di una classificazione degli esercizi commerciali che tenga conto sia delle dimensioni degli esercizi che della numerosità della popolazione del Comune in cui essi operano, senza particolare riferimento alla tipologia di prodotti venduti;
4. l'introduzione di regole che agevolino l'apertura di esercizi di piccola e media dimensione;
5. la liberalizzazione degli orari di apertura al pubblico.

Di seguito sono riportate alcune definizioni, introdotte dallo stesso Decreto, di fondamentale importanza ai fini della comprensione dei dati riportati nel presente capitolo:

- per *commercio all'ingrosso* si intende l'attività svolta da chiunque professionalmente acquisti merci in nome e per conto proprio e le rivenda ad altri commercianti, all'ingrosso o al dettaglio, o ad utilizzatori professionali, o ad altri utilizzatori in grande. Tale attività può assumere la forma di commercio interno, di importazione o di esportazione;
- per *commercio al dettaglio* si intende l'attività svolta da chiunque professionalmente acquisti merci in nome e per conto proprio, e le rivenda su aree private, in sede fissa o mediante altre forme di distribuzione, direttamente al consumatore finale;
- per *superficie di vendita di un esercizio commerciale* si intende l'area destinata alla vendita, compresa quella occupata da banchi, scaffalature e simili. Non costituisce superficie di vendita quella destinata a magazzini, depositi, locali di lavorazione, uffici e servizi.

Relativamente al punto 3 precedentemente elencato, il Decreto definisce:

- a) *esercizi di vicinato*: quelli aventi superficie di vendita non superiore a 150 m² nei comuni con popolazione residente inferiore a 10.000 abitanti e a 250 m² nei comuni con popolazione residente superiore a 10.000 abitanti;
- b) *medie strutture di vendita*: gli esercizi aventi superficie superiore ai limiti di cui al punto a) e fino a 1.500 m² nei comuni con popolazione residente inferiore a 10.000 abitanti e a 2.500 m² nei comuni con popolazione residente superiore a 10.000 abitanti;

- c) *grandi strutture di vendita*: gli esercizi aventi superficie superiore ai limiti di cui al punto precedente;
- d) *centro commerciale*: una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. Per superficie di vendita di un centro commerciale si intende quella risultante dalla somma delle superfici di vendita degli esercizi al dettaglio in esso presenti;
- e) *forme speciali di vendita al dettaglio*:
 - 1) la vendita a favore di dipendenti da parte di enti o imprese, pubblici o privati, di soci di cooperative di consumo, di aderenti a circoli privati, nonché la vendita nelle scuole, negli ospedali e nelle strutture militari esclusivamente a favore di coloro che hanno titolo ad accedervi;
 - 2) la vendita per mezzo di apparecchi automatici;
 - 3) la vendita per corrispondenza o tramite televisione o altri sistemi di comunicazione;
 - 4) la vendita presso il domicilio dei consumatori.

Il Decreto riduce drasticamente il numero di settori merceologici per cui è necessario richiedere il rilascio di specifiche licenze. In particolare, vengono individuate due sole categorie:

- *Prodotti alimentari*;
- *Prodotti non alimentari*.

Questi elementi dovrebbero favorire una progressiva despecializzazione degli esercizi commerciali, compresi quelli che per loro natura erano nati come specializzati, dal momento che questi non sono più vincolati alla possibilità di vendere una sola tipologia di prodotti (per quanto varia), ma possono facilmente ottenere l'autorizzazione a vendere prodotti diversi. Un'ulteriore conseguenza di ciò è la possibilità di soddisfare in modo più elastico e completo alla domanda di specifici segmenti di mercato, proponendo un'offerta differenziata ed esaustiva dal punto di vista delle esigenze della clientela.

1.2 - La riforma del settore commerciale in Campania

Ad oggi, quasi tutte le amministrazioni regionali hanno completato l'iter di effettivo recepimento del Decreto, mentre si sta procedendo all'adeguamento di molti strumenti urbanistici comunali.

Anche la Regione Campania, con la Legge n.1 del 7/01/2000 [3], ha emanato le Direttive Regionali in materia di distribuzione commerciale, in attuazione del Decreto "Bersani". In merito alla necessità di introdurre una classificazione degli esercizi commerciali che tenga conto sia delle dimensioni degli esercizi stessi che della numerosità della popolazione del Comune in cui essi operano, il territorio regionale è stato opportunamente suddiviso in 14 Are Funzionali Sovracomunali Omogenee, con l'indicazione dei Comuni appartenenti:

- Area 1 - Area Metropolitana di Napoli;
- Area 2 - Area Vesuviana e Agro Nocerino Sarnese;
- Area 3 - Area Nolano - Vesuviana;
- Area 4 - Area Costiera Amalfitana - Sorrentina e Isole;
- Area 5 - Area Casertana;
- Area 6 - Area Alto Casertano;
- Area 7 - Area Beneventana;
- Area 8 - Area Avellinese;
- Area 9 - Area Alta Irpinia;
- Area 10 - Area Salernitana;
- Area 11 - Area Piana del Sele;
- Area 12 - Area Cilentana;
- Area 13 - Area del Vallo di Diano;
- Area 14 - Area Ariano - Grottaminarda;

La citata Legge Regionale suddivide i Comuni in 5 classi demografiche, per la realizzazione di una griglia di compatibilità connessa alle tipologie di strutture di cui è consentito l'insediamento, ossia in particolare, nei riguardi delle medie e grandi superfici di vendita:

- *Classe 1.* Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti;
- *Classe 2.* Comuni con popolazione compresa tra 30.001 e 50.000 abitanti;
- *Classe 3.* Comuni con popolazione compresa tra 10.001 e 30.000 abitanti;

- *Classe 4.* Comuni con popolazione compresa tra 3.001 e 10.000 abitanti;
- *Classe 5.* Comuni con popolazione inferiore a 3.000 abitanti.

In definitiva, al fine di una qualsivoglia valutazione connessa al rilascio delle relative autorizzazioni amministrative, le strutture di media e grande dimensione di vendita e i centri commerciali sono stati classificati nel modo seguente:

1. M1 A/M - Medie strutture inferiori, per prodotti alimentari o misti aventi superficie netta di vendita compresa tra 150 e 900 m² nei Comuni delle classi 4 e 5 e tra 250 e 1.500 m² nei Comuni delle classi 1, 2 e 3;
2. M1 E - Medie strutture inferiori, per prodotti extraalimentari aventi superficie netta di vendita compresa tra 150 e 900 m² nei Comuni delle classi 4 e 5 e tra 250 e 1.500 m² nei Comuni delle classi 1, 2 e 3;
3. M2 A/M - Medie strutture superiori, anche in forma di centro commerciale, per prodotti alimentari o misti aventi superficie netta di vendita compresa tra 900 e 1500 m² nei Comuni delle classi 4 e 5 e superficie compresa tra 1.500 e 2.500 m² nei Comuni delle classi 1, 2 e 3;
4. M2 E - Medie strutture superiori, anche in forma di centro commerciale, per prodotti extraalimentari aventi superficie netta di vendita compresa tra 900 e 1.500 m² nei Comuni delle classi 4 e 5 e superficie compresa tra 1.500 e 2500 m² nei Comuni delle classi 1, 2 e 3;
5. G1 A/M - Ipermercati: strutture di vendita fino a 5.000 m² per la vendita di prodotti alimentari e non alimentari;
6. G1 E - Strutture di vendita fino a 15.000 m² per la vendita di soli prodotti non alimentari;
7. G2 CQ - Centri commerciali di quartiere o interquartiere: strutture commerciali di almeno 6 esercizi commerciali in diretta comunicazione tra loro, o posti all'interno di una struttura funzionale unitaria articolata lungo un percorso pedonale di accesso comune, fino a 4.000 m² di vendita;
8. G2 CI - Centri commerciali inferiori: strutture commerciali di almeno 8 esercizi commerciali con le caratteristiche di cui alla lettera precedente, con superficie di vendita fino a 15.000 m²;

9. G2 CS - Centri commerciali superiori: strutture commerciali di almeno 12 esercizi commerciali, con le caratteristiche di cui alla precedente lettera, con superficie maggiore di 15.000 m², fino ad un massimo di 25.000 m²;
10. G ACP - Centri commerciali costituiti da aggregazioni commerciali polifunzionali. Dette aggregazioni devono essere costituite da almeno 6 esercizi appartenenti alle grandi e medie strutture ed esercizi di vicinato, con singole superfici di vendita fino a 2.500 m² per i Comuni delle classi 4 e 5 e 5.000 m² per i Comuni delle classi 1, 2 e 3, nonché da attività produttive artigianali e di servizi. Ciò al fine di realizzare la modernizzazione e il recupero delle imprese esistenti secondo le finalità indicate alla lettera f), 1° comma, articolo 6 del Decreto Legislativo 114/98. Dette strutture debbono essere poste all'interno di una struttura funzionale unitaria avente servizi comuni, articolata lungo un percorso pedonale di accesso che consenta la diretta Comunicazione tra i singoli esercizi.

Come è noto, lo stato dell'informazione statistica nel settore distributivo è piuttosto carente e non riesce a soddisfare totalmente le esigenze degli operatori economici e degli studiosi della materia. La mancanza di omogeneità tra i dati statistici raccolti e diffusi dai vari enti, l'assenza di qualsiasi forma di collegamento tra le rilevazioni per le singole zone e quelle condotte su scala nazionale, non permettono di effettuare un'analisi puntuale delle mutazioni che il settore commerciale sta vivendo in questi anni [4].

Per tale motivo è attualmente impossibile realizzare una comparazione tra la classificazione adottata tuttora dal Ministero dello Sviluppo Economico, attraverso il suo Osservatorio sul Commercio [5], e la nuova classificazione introdotta dalla Regione Campania sulle medio-grandi strutture di vendita, in recepimento delle direttive previste dal Decreto "Bersani".

L'analisi condotta nel seguito si baserà, allora, sulla classificazione degli esercizi della Grande Distribuzione utilizzata dal Ministero dello Sviluppo Economico e dall'Istat nelle loro indagini statistiche, di cui è utile qui richiamare le principali definizioni:

Grande distribuzione despecializzata:

- **GRANDE MAGAZZINO:** esercizio al dettaglio operante nel campo non alimentare che dispone di una superficie di vendita superiore a 400 m² e di almeno cinque distinti reparti, ciascuno dei quali destinato alla vendita di articoli appartenenti a settori merceologici diversi ed in massima parte di largo consumo.

- **SUPERMERCATO:** esercizio al dettaglio operante nel campo alimentare, organizzato prevalentemente a libero servizio e con pagamento all'uscita, che dispone di una superficie di vendita superiore a 400 m² e di un vasto assortimento di prodotti di largo consumo ed in massima parte confezionati nonché, eventualmente, di alcuni articoli non alimentari di uso domestico corrente.
- **IPERMERCATO:** esercizio al dettaglio con superficie di vendita superiore a 2.500 m², suddiviso in reparti (alimentare e non alimentare), ciascuno dei quali aventi, rispettivamente, le caratteristiche di Supermercato e di Grande Magazzino.
- **MINIMERCATO:** esercizio al dettaglio in sede fissa operante nel campo alimentare con una superficie di vendita che varia tra 200 e 399 m² e che presenta le medesime caratteristiche del Supermercato.
- **CASH & CARRY:** esercizio all'ingrosso organizzato a self-service, con superficie di vendita superiore a 400 m², nel quale i clienti provvedono al pagamento in contanti, contro emissione immediata di fattura, e al trasporto diretto della merce.

Grande distribuzione specializzata:

- **GRANDE SUPERFICIE SPECIALIZZATA:** Esercizio al dettaglio operante nel settore non alimentare (spesso appartenente ad una catena distributiva a succursali) che tratta in modo esclusivo o prevalente una specifica gamma merceologica di prodotti su una superficie di vendita non inferiore ai 1.500 m².

E' sulla base di tale classificazione che verrà condotta un'analisi dell'andamento in Italia del settore della Grande Distribuzione di vendita, con riferimento specifico alla tipologia dei Supermercati.