

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Energetica

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Energetica e Nucleare**

Tesi di Laurea Magistrale

**Diagnosi Energetica e Sistema di Gestione dell'Energia:
prospettive di efficientamento per uno stabilimento di
trattamento rifiuti**



Relatore

Prof. Marco Carlo Masoero

Candidato
Davide Bolfo

Luglio 2018

*Misura ciò che è misurabile
e rendi misurabile ciò che non lo è*
Galileo Galilei (1564-1642)

SOMMARIO

PREFAZIONE	10
INTRODUZIONE	11
DIAGNOSI ENERGETICA: IL CASO STUDIO	13
1. GENERALITA'	13
1.1. Oggetto della diagnosi.....	13
1.2. Premessa e scopo.....	13
1.3. Normativa di riferimento.....	16
1.4. Sintesi metodologica e procedura adottata	19
1.5. Unità di misura, fattori di conversione e aggiustamento	20
2. INTRODUZIONE ALLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	21
2.1. Ambito dell'audit.....	21
2.2. Periodo di riferimento della Diagnosi	21
3. INQUADRAMENTO AZIENDALE	22
3.1. Attività svolta presso la struttura	22
3.2. Documentazione acquisita.....	22
3.3. Modalità di acquisizione dei dati di consumo	23
3.4. Caratteristiche dei fabbricati.....	24
3.5. Diagramma di flusso e attività dello stabilimento	25
3.5.1. <i>Trattamento aerobico di matrici organiche</i>	25
3.5.2. <i>Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione</i>	26
3.5.3. <i>Messa in riserva e selezione rifiuti urbani da raccolta differenziata e rifiuti speciali non pericolosi</i>	27
3.6. Profilo di occupazione.....	29
3.7. Impianti termici ed elettrici	30
3.7.1. <i>Impianti di climatizzazione</i>	30
3.7.2. <i>Impianti di ventilazione</i>	31
3.8. Caratteristiche del punto fornitura elettrica (POD)	32
3.9. Dati di consumo e spesa energetica.....	32
3.10. Sintesi dei parametri alla base della valutazione energetica.....	34
4. DATI CLIMATICI	35
4.1. Relazione tra temperatura esterna e prestazioni della pompa di calore.....	38
5. IDENTIFICAZIONE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE.....	45
5.1. Utenze elettriche.....	47
5.1.1. <i>Illuminazione</i>	48
5.1.2. <i>Attrezzatura per la selezione del rifiuto</i>	49

5.1.3.	<i>Attrezzature movimentazione rifiuti</i>	49
5.1.4.	<i>Compressori</i>	51
5.1.5.	<i>Gruppi di pompaggio</i>	52
5.1.6.	<i>Impianti di ventilazione</i>	54
5.1.7.	<i>Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi</i>	57
5.1.8.	<i>Macchinari</i>	58
5.1.9.	<i>Portoni automatici</i>	60
5.1.10.	<i>Prese rete elettrica</i>	62
5.1.11.	<i>Strumentazioni elettroniche</i>	62
5.1.12.	<i>Impianti di climatizzazione</i>	66
5.2.	Profili orari	67
5.2.1.	<i>Note sui profili orari</i>	73
6.	MODELLO ENERGETICO.....	79
6.1.	Modello elettrico	80
6.1.1.	<i>Modello elettrico – Sintesi</i>	91
6.1.2.	<i>Modello elettrico suddiviso per edificio</i>	95
7.	CONSIDERAZIONI SUI CONSUMI.....	97
7.1.	Consumi elettrici	97
8.	INDICATORI ENERGETICI	98
8.1.	Calcolo degli indicatori (IPE).....	98
8.2.	Confronto con gli standard di riferimento (IPO).....	101
9.	INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO.....	105
9.1.	Individuazione degli interventi.....	105
9.2.	Tipologie di intervento e costi unitari di vettori energetici	106
9.3.	Premessa all’analisi economica degli interventi.....	107
9.4.	Interventi effettuati in passato	109
9.5.	Interventi di efficientamento sul vettore elettrico.....	110
9.5.1.	<i>IM1 - Relamping area esterna ed interna</i>	110
9.5.2.	<i>IM2 – Inverterizzazione gruppi di pompaggio</i>	114
9.5.3.	<i>IM3 - Installazione impianto fotovoltaico</i>	118
9.6.	Interventi di manutenzione ordinaria.....	124
9.6.1.	<i>IM4 - Manutenzione motori elettrici dei ventilatori</i>	124
9.7.	Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica	125
9.7.1.	<i>IM5 - Implementazione di un sistema di monitoraggio</i>	125
9.8.	Sintesi interventi di efficientamento energetico	129

BILANCIO ENERGETICO: IL CASO STUDIO.....	131
10.1. Scopo.....	131
10.2. Variazioni nel sistema energetico.....	131
10.3. Modello elettrico	131
10.3.1. <i>Modello elettrico – Sintesi</i>	140
10.3.2. <i>Modello elettrico suddiviso per edificio</i>	144
10.4. Considerazioni sui consumi elettrici del primo pentamestre del 2018	146
CONFRONTO PRESTAZIONE ENERGETICA: IL CASO STUDIO.....	147
11. CONFRONTO ANNO DI RIFERIMENTO 2017 CON L’ANNO 2018.....	147
11.1. Indicatori di prestazione	149
11.2. Confronto EnPI annuali e mensili con la <i>baseline</i>	151
11.3. Considerazioni	152
SISTEMA DI GESTIONE DELL’ENERGIA.....	153
12. NORMA ISO 50001	153
12.1. Il ciclo PDCA: Plan - Do - Check - Act	155
12.1.1. <i>Responsabilità dell’alta direzione e del responsabile del SGE</i>	156
12.1.2. <i>Politica energetica</i>	157
12.1.3. <i>Pianificazione energetica (Plan)</i>	157
12.1.4. <i>Attuazione e funzionamento (Do)</i>	159
12.1.5. <i>Verifiche (Check)</i>	159
12.1.6. <i>Riesame della direzione (Act)</i>	160
12.2. Criticità del SGE.....	160
CONCLUSIONI	162
ALLEGATI.....	168
A. REPORT PRELIEVI AL QUARTO D’ORA DI POTENZA ATTIVA DELL’ANNO 2017	168
A.1. Analisi annuale	169
A.2. Analisi mensile	172
B. REPORT PRELIEVI AL QUARTO D’ORA DI POTENZA ATTIVA DELL’ANNO 2018	184
B.1. Analisi pentamestre	185
B.2. Analisi mensile	186
C. REPORT RICOSTRUZIONE MENSILE DEL GIORNO TIPO PER L’ANNO 2018.....	196
RINGRAZIAMENTI	202

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema metodologia di audit secondo la UNI CEI EN 16247	15
Figura 2 – Schema funzionale del complesso oggetto di Diagnosi.....	24
Figura 3 – Diagramma di flusso dello stabilimento. Dall’ingresso del rifiuto alla sua valorizzazione o smaltimento	28
Figura 4 – Profilo occupazionale che illustra le ore mensili di attività	29
Figura 5 – Consumo mensile energia elettrica	33
Figura 6 – Spesa energetica elettrica mensile e valore medio annuale	33
Figura 7 – Dettaglio temperature giornaliere gennaio 2017 – dicembre 2017	35
Figura 8 – Analisi temperature mensili gennaio 2017 – dicembre 2017.....	36
Figura 9 – Analisi in frequenza della temperatura media annuale	36
Figura 10 – Analisi in frequenza della temperatura minima annuale.....	37
Figura 11 – Analisi in frequenza della temperatura massima annuale	37
Figura 12 – Andamento del COP della macchina di riferimento a servizio della palazzina in funzione della temperatura dell’aria in ingresso nello scambiatore esterno.....	39
Figura 13 – Andamento dell’EER della macchina di riferimento a servizio della palazzina in funzione della temperatura dell’aria in ingresso nello scambiatore esterno.....	40
Figura 14 – Precipitazioni mensili anno 2017 registrate dalla stazione ARPA Piemonte Torino Reiss Romoli	75
Figura 15 – Iter ciclico per la validazione del modello elettrico adottato	80
Figura 16 – Ripartizione dei consumi in funzione della Macrocategoria	82
Figura 17 – Ripartizione dei consumi in funzione dell’uso	84
Figura 18 – Consumi ricostruiti per ciascun servizio	86
Figura 19 – Modello elettrico: Distribuzione dei consumi.....	91
Figura 20 – Modello elettrico: Servizi Generali.....	92
Figura 21 – Modello elettrico: Servizi Ausiliari	93
Figura 22 – Modello elettrico: Attività Principali	94
Figura 23 – Consumi elettrici attribuibili a ciascun edificio	96
Figura 24 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso	102
Figura 25 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche.....	102
Figura 26 – Confronto IPE – IVO reperito da letteratura.....	103
Figura 27 – Piano economico attualizzato intervento di relamping area esterna ed interna	113
Figura 28 – Curva caratteristica della turbopompa centrifuga	116
Figura 29 – Schema a blocchi di un impianto fotovoltaico collegato alla rete di distribuzione	118
Figura 30 – Confronto dei consumi diurni prima e dopo l’intervento	120
Figura 31 – Producibilità dell’impianto fotovoltaico	121
Figura 32 – Piano economico attualizzato intervento di installazione impianto fotovoltaico.....	122
Figura 33 – Piano economico attualizzato intervento di installazione di impianto fotovoltaico con contributo fiscale	123
Figura 34 – Risparmio energetico medio conseguibile per ogni intervento.....	129
Figura 35 – Costi di investimento	130
Figura 36 – Rappresentazione grafica della priorità degli interventi	130
Figura 37 - Ripartizione dei consumi in funzione dell’uso	135
Figura 38 – Modello elettrico: Distribuzione dei consumi.....	140
Figura 39 – Modello elettrico: Servizi Generali.....	141
Figura 40 – Modello elettrico: Servizi Ausiliari	142
Figura 41 – Modello elettrico: Attività Principali	143

Figura 42 – Consumi elettrici attribuibili a ciascun edificio	145
Figura 43 – Consumi di energia elettrica anno di riferimento.....	147
Figura 44 – Consumi di energia elettrica del primo pentamestre del 2018.....	148
Figura 45 – Relazione tra rifiuti in ingresso allo stabilimento e consumi elettrici.....	150
Figura 46 - Confronto consumo elettrico specifico nei due periodi considerati	151
Figura 47 – Confronto consumo elettrico specifico mensile.....	152
Figura 48 – Il processo PDCA per il Sistema di Gestione dell’Energia	155
Figura 49 – Pianificazione energetica	158
Figura 50 – Storico annuale potenze medie del 2017	169
Figura 51 – Storico annuale potenze massime del 2017	169
Figura 52 – Storico annuale potenze minime del 2017	169
Figura 53 – Prelievi di potenza attiva della settimana tipo 2017	171
Figura 54 – Andamento consumi medi orari gennaio 2017	172
Figura 55 - Andamento consumi medi orari febbraio 2017	173
Figura 56 - Andamento consumi medi orari marzo 2017	174
Figura 57 - Andamento consumi medi orari aprile 2017	175
Figura 58 - Andamento consumi medi orari maggio 2017	176
Figura 59 - Andamento consumi medi orari giugno 2017	177
Figura 60 - Andamento consumi medi orari luglio 2017.....	178
Figura 61 - Andamento consumi medi orari agosto 2017.....	179
Figura 62 - Andamento consumi medi orari settembre 2017.....	180
Figura 63 - Andamento consumi medi orari ottobre 2017.....	181
Figura 64 – Andamento consumi medi orari di novembre 2017 [kWh/h]	182
Figura 65 - Andamento consumi medi orari di dicembre 2017 [kWh/h]	183
Figura 66 – Andamento potenza media giornaliera e media mensile nel pentamestre 2018	185
Figura 67 - Andamento potenza massima giornaliera e media dei massimi mensile nel pentamestre 2018.....	185
Figura 68 - Andamento potenza minima giornaliera e media dei minimi mensile nel pentamestre 2018.....	185
Figura 69 – Potenze orarie e dati mensili di gennaio 2018	186
Figura 70 – Settimana tipo di gennaio 2018.....	186
Figura 71 – Ore di funzionamento per gradino di potenza a gennaio 2018	187
Figura 72 - Potenze orarie e dati mensili di febbraio 2018	188
Figura 73 - Settimana tipo di febbraio 2018.....	188
Figura 74 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a febbraio 2018	189
Figura 75 - Potenze orarie e dati mensili di marzo 2018.....	190
Figura 76 - Settimana tipo di marzo 2018.....	190
Figura 77 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a marzo 2018.....	191
Figura 78 - Potenze orarie e dati mensili di aprile 2018	192
Figura 79 – Settimana tipo di aprile 2018	192
Figura 80 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a aprile 2018	193
Figura 81 - Potenze orarie e dati mensili di maggio 2018.....	194
Figura 82 – Settimana tipo di maggio 2018	194
Figura 83 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a maggio 2018.....	195
Figura 84 – Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di gennaio 2018.....	197
Figura 85 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di febbraio 2018.....	198
Figura 86 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di marzo 2018	199
Figura 87 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di aprile 2018	200
Figura 88 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di maggio 2018	201

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Normative di riferimento per la stesura di una Diagnosi Energetica	18
Tabella 2 – Valori del potere calorifico inferiore adottati.....	20
Tabella 3 - Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici.....	20
Tabella 4 – Modalità di acquisizione dei dati di consumo	23
Tabella 5 – Giorni lavorativi mensili	29
Tabella 6 – Pompa di calore a servizio della palazzina.....	30
Tabella 7 – Climatizzatori a servizio della sala quadri situata nel locale ricezione	30
Tabella 8 – Ventilatori impianti di ventilazione del complesso	31
Tabella 9 – Caratteristiche del POD.....	32
Tabella 10 – Dettaglio consumi energia elettrica fatturata del periodo in analisi	32
Tabella 11 – Fattori di aggiustamento.....	34
Tabella 12 – Temperature di soglia per stabilire il funzionamento settimanale della pompa di calore	38
Tabella 13 – Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in riscaldamento.	39
Tabella 14 - Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in raffrescamento	40
Tabella 15 – Modellizzazione delle temperature di riferimento e degli indici di prestazione della macchina di riferimento a servizio della palazzina	42
Tabella 16 – Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in raffrescamento.	43
Tabella 17 - Andamento dell'EER della macchina di riferimento a servizio della sala quadri in funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno.....	43
Tabella 18 - Modellizzazione delle temperature di riferimento e degli indici di prestazione della macchina di riferimento a servizio della sala quadri	44
Tabella 19 – Classificazioni delle attività e dei servizi nelle tre Macrocategorie: Servizi Generali, Servizi Ausiliari e Attività Principali	46
Tabella 20 – Illuminazione interna del fabbricato uffici.....	48
Tabella 21 – Illuminazione interna dei fabbricati capannoni	48
Tabella 22 – Illuminazione esterna dell'intero stabilimento	48
Tabella 23 – Attrezzatura per la selezione del rifiuto nell'edificio raffinazione.....	49
Tabella 24 – Attrezzature movimentazioni rifiuti ubicati nell'edificio ricezione	49
Tabella 25 – Attrezzature movimentazioni rifiuti ubicati nell'edificio raffinazione.....	50
Tabella 26 – Compressore ubicato nell'edificio raffinazione	51
Tabella 27 – Compressore ubicato nell'edificio maturazione.....	51
Tabella 28 – Gruppi di pompaggio a servizio delle torri di lavaggio dell'aria di processo.	52
Tabella 29 – Gruppi di pompaggio presenti nell'edificio pompe a nord-ovest dello stabilimento ..	53
Tabella 30 – Impianti di ventilazione presenti nell'edificio dove sono situati i biotunnel	54
Tabella 31 – Impianti di ventilazione ubicati nell'edificio raffinazione	55
Tabella 32 – Impianti di ventilazione a servizio delle torri di lavaggio dell'aria di processo.....	55
Tabella 33 – Impianti di ventilazione ubicati nell'edificio di maturazione.....	56
Tabella 34 – Impianto di ventilazione posto su tetto dell'edificio biotunnel	56
Tabella 35 – Impianto di ventilazione posto nella zona nord dello stabilimento	56
Tabella 36 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati nell'edificio ricezione	57
Tabella 37 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati nell'edificio pompe a nord-ovest dell'impianto	57
Tabella 38 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati all'accoglienza dello stabilimento	57
Tabella 39 – Macchinari ubicati nell'edificio ricezione.....	58

Tabella 40 – Macchinari ubicati nell’edificio pompe.....	59
Tabella 41 – Macchinari ubicati nella zona di accoglienza all’ingresso dello stabilimento	59
Tabella 42 – Portoni automatici montati nell’edificio ricezione.....	60
Tabella 43 – Portoni automatici ubicati nell’edificio biotunnel.....	60
Tabella 44 – Portoni automatici installati nell’edificio raffinazione.....	61
Tabella 45 – Portoni automatici presenti nell’edificio di maturazione	61
Tabella 46 – Prese rete elettrica della palazzina.....	62
Tabella 47 – Strumentazioni elettroniche presenti nell’edificio ricezione.....	62
Tabella 48 – Strumentazioni elettriche installate nell’edificio biotunnel.....	63
Tabella 49 – Strumentazioni elettroniche installate nell’edificio raffinazione.....	64
Tabella 50 – Strumentazioni elettroniche installate nella zona degli scrubber	64
Tabella 51 – Strumentazioni elettroniche installate nell’edificio maturazione	64
Tabella 52 – Strumentazioni elettroniche presenti in zona biofiltro a nord dell’impianto	65
Tabella 53 – Strumentazioni elettroniche installate in edificio pompe	65
Tabella 54 – Strumentazioni elettroniche installate nell’intero complesso.....	65
Tabella 55 – Impianti di climatizzazione installati nell’edificio ricezione	66
Tabella 56 – Impianti di climatizzazione installato nella palazzina uffici	66
Tabella 57 – Profili orari medi di funzionamento [ore giornaliere]	69
Tabella 58 – Profili orari medi di funzionamento [ore mensili].....	72
Tabella 59 – Precipitazioni mensili registrate dalla stazione ARPA Piemonte Torino Reiss Romoli nell’anno 2017.....	75
Tabella 60 – Movimenti giornalieri dei portoni automatici	77
Tabella 61 – Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica complessivo e suddiviso per Macrocategoria.....	81
Tabella 62 – Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per servizio	83
Tabella 63 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per utenza	90
Tabella 64 – Sintesi dei consumi per servizio.....	91
Tabella 65 – Sintesi dei consumi dei Servizi Generali.....	92
Tabella 66 – Sintesi dei consumi dei Servizi Ausiliari	93
Tabella 67 – Sintesi dei consumi delle Attività Principali	94
Tabella 68 – Sintesi dei consumi ripartiti per edificio	95
Tabella 69 – Consumo per vettore energetico.....	98
Tabella 70 – Riepilogo Ips energia elettrica.....	100
Tabella 71 – Riepilogo Ipg energia elettrica	100
Tabella 72 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso	102
Tabella 73 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso destinati al trattamento aerobico di matrici organiche.....	102
Tabella 74 – Costo medio unitario del vettore energia elettrica.....	106
Tabella 75 – Tavola di attualizzazione.....	108
Tabella 76 – Prestazioni delle più comuni tipologie di sorgenti luminose.....	110
Tabella 77 – Censimento attuale impianto di illuminazione e proposta di relamping LED	111
Tabella 78 – Confronto situazione attuale con proposta di relamping.....	112
Tabella 79 – Riepilogo dei benefici conseguibili grazie al relamping	112
Tabella 80 – Analisi economica intervento di relamping area esterna ed interna	113
Tabella 81 – Dati generali dell’impianto di pompaggio.....	115
Tabella 82 – Confronto tra metodologie di regolazione su un impianto di pompaggio	117
Tabella 83 – Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico	119
Tabella 84 – Caratteristiche dei campi costituenti l’impianto fotovoltaico e dell’impianto complessivo.....	119

Tabella 85 – Producibilità dell’intero impianto fotovoltaico	120
Tabella 86 – Riepilogo dei benefici conseguibili grazie all’installazione di un impianto fotovoltaico	121
Tabella 87 – Analisi economica per l’installazione di un impianto fotovoltaico	122
Tabella 88 – Tempo di ritorno attualizzato al netto del contributo del Super Ammortamento.....	123
Tabella 89 – Ore di funzionamento e assorbimenti per utenza	127
Tabella 90 – Punti di misura individuati per il complesso	128
Tabella 91 – Investimento previsto per l’installazione dei punti di misura	128
Tabella 92 – Sintesi degli interventi di efficientamento energetico proposti	129
Tabella 93 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica complessivo e suddiviso per Macrocategoria.....	132
Tabella 94 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per servizio	134
Tabella 95 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per utenza	139
Tabella 96 – Sintesi dei consumi per servizio.....	140
Tabella 97 – Sintesi dei consumi dei Servizi Generali.....	141
Tabella 98 – Sintesi dei consumi dei Servizi Ausiliari	142
Tabella 99 – Sintesi dei consumi delle Attività Principali	143
Tabella 100 – Sintesi dei consumi ripartiti per edificio	144
Tabella 101 –Consumi di energia elettrica anno di riferimento	147
Tabella 102 – Consumi di energia elettrica del primo pentamestre del 2018	148
Tabella 103 – Consumi di energia elettrica mensili normalizzati mediante i rifiuti in ingresso al complesso.....	149
Tabella 104 – Confronto consumo elettrico specifico nei due periodi considerati	151
Tabella 105 – Confronto consumo elettrico specifico mensile	152
Tabella 106 – Consumi medi orari della settimana tipo dell’anno di riferimento 2017.....	170
Tabella 107 – Consumi medi orari di gennaio 2017 [kWh/h].....	172
Tabella 108 - Consumi medi orari di febbraio 2017 [kWh/h].....	173
Tabella 109 - Consumi medi orari di marzo 2017 [kWh/h]	174
Tabella 110 - Consumi medi orari di aprile 2017 [kWh/h].....	175
Tabella 111 - Consumi medi orari di maggio 2017 [kWh/h]	176
Tabella 112 - Consumi medi orari di giugno 2017 [kWh/h].....	177
Tabella 113 - Consumi medi orari di luglio 2017 [kWh/h].....	178
Tabella 114 - Consumi medi orari di agosto 2017 [kWh/h].....	179
Tabella 115 - Consumi medi orari di settembre 2017 [kWh/h].....	180
Tabella 116 - Consumi medi orari di ottobre 2017 [kWh/h].....	181
Tabella 117 - Consumi medi orari di novembre 2017 [kWh/h]	182
Tabella 118 - Consumi medi orari di dicembre 2017 [kWh/h]	183

PREFAZIONE

Il presente elaborato è frutto dell'attività di tesi in azienda svolta presso la Società Light Wire srl ESCo certificata UNI 11352 e la Società EMCo & Partners certificata ISO 50001 di Torino.

Lo stabilimento di trattamento rifiuti, oggetto del caso studio della trattazione, ha richiesto lo svolgimento di una Diagnosi Energetica per assolvere i compiti dell'obbligatorietà derivanti dal Decreto Legislativo n°102 del 4 luglio 2014. Lo stabilimento risulta infatti tra i soggetti obbligati a causa dell'incidenza degli assorbimenti ed è potenzialmente interessato, a valle della Diagnosi, alla certificazione secondo la norma UNI CEI EN ISO 50001.

Il lavoro è stato coordinato dall'Arch. Luca A. Tartaglia, che ha svolto il ruolo di referente tecnico per lo sviluppo della tesi per conto della EMCo & Partners, e dall'Ing. Massimo Porchietti, che è stato il referente interno per la Light Wire srl. Pertanto nel presente elaborato potrebbero essere presenti estratti della documentazione tecnica della EMCo & Partners.

Per motivi di riservatezza, la Committenza ha preferito che non venissero divulgati fotografie e dati sensibili relativi allo stabilimento di sua proprietà, pertanto essi non sono stati riportati nel presente lavoro di tesi e le planimetrie riportate sono state modificate.

INTRODUZIONE

A causa della crescente domanda di energia a livello globale, dell'inquinamento ambientale e dell'effetto serra, oggi il tema energetico e dei suoi impatti sul pianeta ha assunto un'importanza sempre più centrale nella nostra società.

A riprova di quanto suddetto, il 12 dicembre 2015 la 21^o Conferenza delle Parti firmatarie della Convenzione sui Cambiamenti Climatici (COP21) ha adottato l'Accordo di Parigi, il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale, volto a rafforzare la risposta globale alla minaccia dei cambiamenti climatici nel contesto dello sviluppo sostenibile. Tale accordo si pone l'ambizioso obiettivo di limitare l'aumento della temperatura media globale rispetto ai valori dell'era pre-industriale, stabilendo che il rialzo venga contenuto “*ben al di sotto dei 2 gradi centigradi*” [1].

L'Accordo costituisce un segnale chiaro ed inequivocabile per i decisori politici, incaricati di elaborare delle strategie nazionali di decarbonizzazione da fornire entro il 2020. Le politiche nazionali, quindi, devono già nel breve termine incentivare i processi di innovazione tecnologica e strutturale, supportando gli investimenti necessari al fine di intradarsi in un percorso di decarbonizzazione di lungo periodo [2].

Ebbene, nel contesto venutosi a creare dopo l'Accordo di Parigi, l'efficienza energetica costituisce una delle tre azioni strategiche imprescindibili, insieme alla decarbonizzazione della generazione elettrica e degli usi finali di energia [2], sulla strada della riduzione delle emissioni climalteranti. In particolare, l'efficienza energetica è diventata una delle priorità di tutte le agende politiche nazionali, perché si è dimostrata un'azione molto efficace anche in Paesi diversi per struttura economica e mix di consumi energetici. Infatti, secondo l'analisi condotta nell'ambito del *Deep Decarbonization Pathways Project*¹, nel 2050 nei 16 Paesi partecipanti² al progetto sarà osservabile una riduzione media di circa il 64% dell'energia consumata per unità di PIL, determinata dalla combinazione di innovazione tecnologica e cambiamento comportamentale [2].

È evidente, quindi, che l'efficienza energetica rivesta un ruolo predominante nel percorso della decarbonizzazione, poiché la riduzione dell'intensità energetica³ che essa comporta costituisce un contributo chiave per il raggiungimento degli obiettivi nazionali.

L'Unione Europea, e l'Italia nel suo solco, è sempre stato un soggetto precursore per gli impegni di riduzione delle emissioni e per l'incentivazione dell'efficienza energetica. All'inizio del 2015, infatti,

¹ Progetto promosso dalle Nazioni Unite. Lo scopo è approfondire le soluzioni che consentirebbero una “decarbonizzazione profonda” del sistema energetico di ogni singolo Paese, in coerenza con l'obiettivo dell'Accordo di Parigi.

² Australia, Brasile, Canada, Cina, Francia, Germania, India, Indonesia, Italia, Giappone, Messico, Russia, Sud Africa, Sud Corea, Regno Unito e Stati Uniti.

³ Per intensità energetica si intende l'energia richiesta [Mtep] per unità di ricchezza prodotta (PIL). Quanto più è bassa tanto maggiore è l'efficienza energetica del sistema produttivo.

la Commissione aveva pubblicato la strategia che costituisce l'Unione dell'energia (*Energy Union*): ciò costituisce un passo molto importante verso un'economia a basse emissioni basata sulla disponibilità di energia sicura, sostenibile e competitiva [2]. La strategia dell'Unione dell'energia è imperniata su cinque dimensioni strettamente correlate, ma spicca nuovamente l'efficienza energetica come strumento per ridurre la dipendenza dall'importazione di energia, le emissioni inquinanti e aumentare l'occupazione e la crescita [3].

Molto spesso, però, è molto complicato far seguire alle buone intenzioni azioni concrete: nonostante un ampio consenso globale sull'esigenza di risparmiare energia attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica ed una crescente disponibilità di tecnologie all'avanguardia, i numeri mostrano altro [2]. Una delle principali cause sta nella difficoltà di reperire i dati per "misurare" l'efficienza tramite gli indicatori adatti. In assenza di dati risulta difficile costruire indicatori per tracciare l'efficienza energetica e di conseguenza nell'elaborare una solida strategia di valutazione. La carenza di informazioni si traduce nella quasi impossibilità di monitorare efficacemente progressi e fallimenti e quindi pianificare una serie di misure politiche davvero impattanti [2].

In tale contesto, la massima di Galileo Galilei (1564-1642) "*Misura ciò che è misurabile e rendi misurabile ciò che non lo è*" si esprime in tutto il suo significato e deve diventare il faro per perseguire in maniera convincente il concetto di efficienza energetica.

In quest'ottica, con il Decreto Legislativo n°102 del 4 luglio 2014 [4] l'Italia ha recepito la Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica. In particolare l'art.8, rubricato "Diagnosi Energetiche e Sistema di Gestione dell'Energia", individua in questi strumenti due delle principali azioni per affrontare in modo efficace il tema dell'efficienza energetica nelle imprese [5].

Infatti, la Diagnosi Energetica ed il Sistema di Gestione dell'Energia, sebbene siano procedure differenti, sono ufficialmente riconosciuti come due strumenti in grado di migliorare l'efficienza nell'uso dell'energia e svolgono un ruolo fondamentale nel sensibilizzare e rendere consapevole un'organizzazione dei propri consumi.

Il presente elaborato, dunque, mira a sottolineare il ruolo dell'uno e dell'altro strumento, inizialmente dedicando ampio spazio allo sviluppo della Diagnosi Energetica di uno stabilimento di trattamento rifiuti sito in Piemonte, risultato dell'esperienza lavorativa condotta in una *Energy Service Company*. In seguito è stato condotto un bilancio energetico ed un confronto degli indicatori scelti per lo stabilimento tra l'anno di riferimento della Diagnosi, il 2017, ed il primo pentamestre dell'anno 2018, per verificare i risultati derivanti dalla Diagnosi. In ultimo, si è proceduto a descrivere le caratteristiche del Sistema di Gestione dell'Energia, strumento assai più complesso da attuare, ma ugualmente utile a migliorare l'efficienza nell'uso dell'energia.

DIAGNOSI ENERGETICA: il caso studio

1. GENERALITA'

1.1. Oggetto della diagnosi

La diagnosi energetica ha l'obiettivo di fornire una panoramica dei consumi energetici del complesso oggetto di indagine e contestualmente verificare la fattibilità tecnico-economica di interventi che riducano i consumi energetici.

La presente Diagnosi Energetica prende in esame un stabilimento di trattamento rifiuti sito in Piemonte.

1.2. Premessa e scopo

La Diagnosi Energetica viene definita, nell'ambito della legislazione che regola l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, come la *“procedura sistemica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”* [6].

La Diagnosi Energetica deve permettere di ottenere una conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici dell'impianto in esame al fine di individuare le modifiche più efficaci. Rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, attraverso l'individuazione, la modifica e la gestione delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Per far questo occorre che sulla base dell'analisi dei dati raccolti siano individuati opportuni indicatori energetici, i quali dovranno essere utilizzati per confrontare le performance energetiche dell'azienda rispetto a indicatori di benchmark in modo da poter definire se sia necessario proseguire con l'individuazione di potenziali interventi di miglioramento.

La diagnosi, oltre a essere un servizio obbligato per i soggetti coinvolti, risulta utile al committente qualora quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per poter decidere se e quali provvedimenti di risparmio energetico mettere in atto. La finalità vera e l'elemento qualificante di una Diagnosi sono infatti le raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici.

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

- Maggiore efficienza energetica del sistema;
- Riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- Miglioramento della sostenibilità ambientale;
- Riqualificazione del sistema energetico.

Tali obiettivi sono raggiungibili tramite l'utilizzo, fra l'altro, dei seguenti strumenti:

- Razionalizzazione dei flussi energetici;
- Recupero delle energie disperse (es: recupero di calore);
- Individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- Autoproduzione di parte dell'energia consumata;
- Miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione (O&M);
- Buone pratiche;
- Ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica.

Il metodo per l'esecuzione della diagnosi può essere schematizzato nelle seguenti attività proposte dalla norma UNI CEI EN 16247 "Diagnosi energetiche. Parte 1: Requisiti generali" [7].

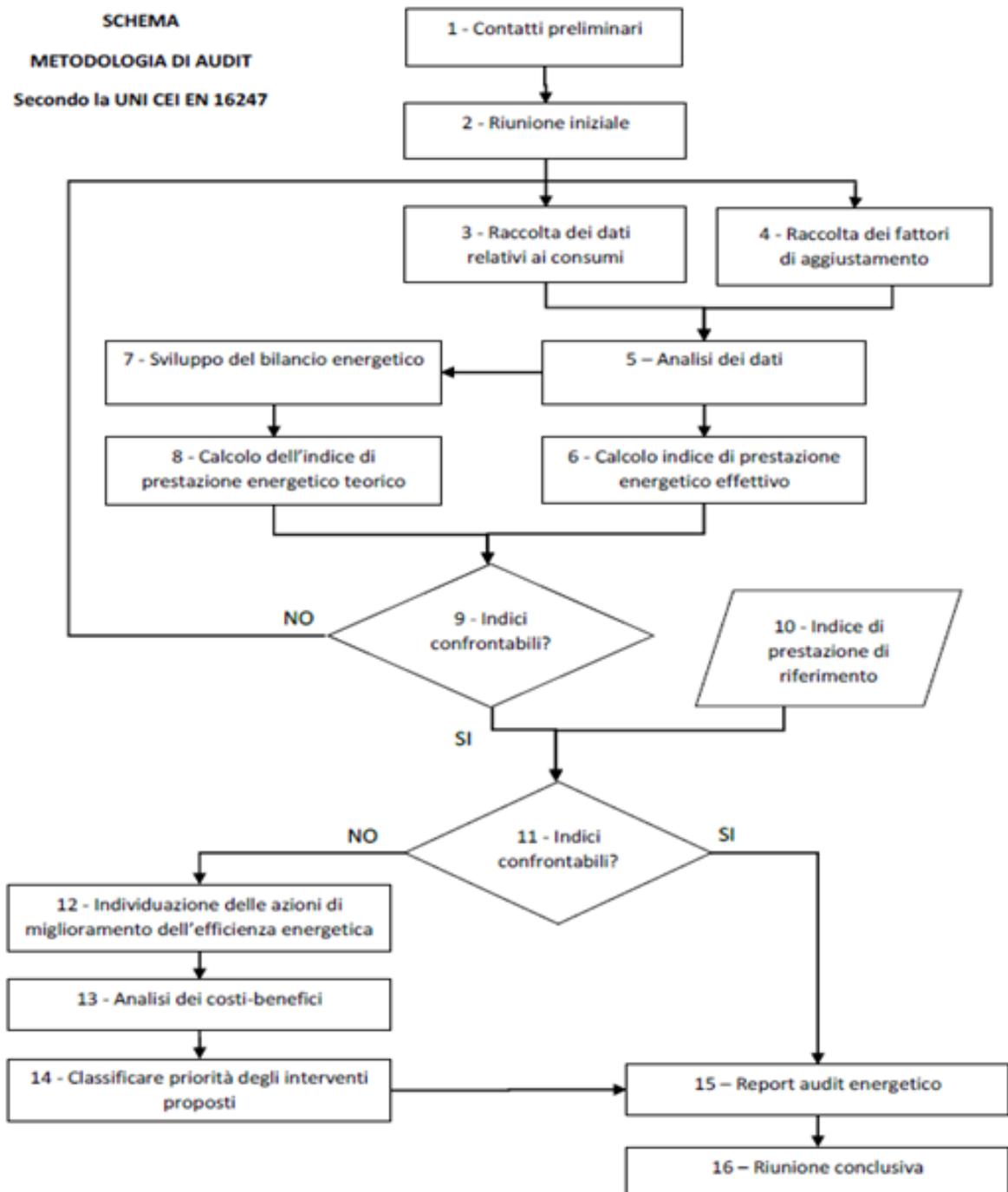


Figura 1 – Schema metodologia di audit secondo la UNI CEI EN 16247

1.3. Normativa di riferimento

DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<u>Dir. Eu. 2003/87/CE</u>	Direttiva Europea <i>Emission Trading</i>	<i>Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio</i>
(2)	<u>Dir. Eu. 2012/27/UE</u>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>
NORMATIVA ITALIANA			
(3)	<u>D.lgs. 4/4/2006, n. 216</u>	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	<i>Tra i settori industriali regolati dalla direttiva ET rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m3 e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m3</i>
(4)	<u>D.lgs. 115/08</u>	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	<i>Decreto con cui si promuove la diffusione dell'efficienza energetica in tutti i settori. È introdotta e definita la diagnosi energetica. Decreto abrogato dal D.lgs. 102/14</i>
(5)	<u>D.lgs. 102/14</u>	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	<i>In aggiunta l'Allegato 2 riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia</i>
(6)	<u>Decreto 28/12/2012</u>	Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2013 al 2016 e per il potenziamento del meccanismo dei certificati bianchi	<i>Il decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per la realizzazione di interventi di efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo n. 79/1999, dell'art. 16, comma 4, del decreto legislativo n. 164/2000 e degli articoli 29 e 30 del decreto legislativo n. 28/2011</i>
NORME TECNICHE			
(7)	<u>UNI CEI EN ISO 50001:2011</u>	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	<i>È la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</i>
(8)	<u>UNI EN ISO 14001:2004</u>	Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso	<i>La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese, che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli</i>
(9)	<u>UNI CEI 11339</u>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>È la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>

(10)	<u>UNI CEI TR 11428:2011</u>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(11)	<u>UNI CEI EN 16247:2012</u>	Diagnosi Energetiche	<i>È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche, nonché la documentazione da produrre:</i> - Parte 1 - Requisiti generali - Parte 2 - Edifici - Parte 3 - Processi - Parte 4 - Trasporti - Parte 5 - Competenze dell'Auditor Energetico
(12)	<u>UNI CEI EN 16212:2012</u>	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi <i>top-down</i> (discendente) e <i>bottom-up</i> (ascendente)	<i>La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nei trasporti, nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali</i>
(13)	<u>UNI CEI EN 16231:2012</u>	Metodologia di <i>benchmarking</i> dell'efficienza energetica	<i>La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni</i>
(14)	<u>UNI CEI EN 15900:2011</u>	Servizi di efficienza energetica - Definizioni e requisiti	<i>La norma specifica le definizioni e i requisiti minimi per un servizio di miglioramento dell'efficienza energetica. La norma non descrive i requisiti del fornitore del servizio, ma individua e descrive le principali fasi del processo di fornitura del servizio e ne evidenzia i requisiti fondamentali</i>
(15)	<u>UNI EN ISO 19001:2012</u>	Linee guida per audit di sistemi di gestione	<i>La norma fornisce linee guida sugli audit di sistemi di gestione, compresi i principi dell'attività di audit, la gestione dei programmi di audit e la conduzione degli audit dei sistemi di gestione, così come una guida per la valutazione delle persone coinvolte nel processo di audit, incluse la persona che gestisce il programma di audit, gli auditor e i gruppi di audit</i>
(16)	<u>UNI EN 15193:2011</u>	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione	<i>La norma specifica la metodologia di calcolo del consumo di energetico degli impianti di illuminazione in interni di edifici e definisce un indicatore numerico dei requisiti energetici per l'illuminazione da utilizzare per la certificazione energetica. Essa può essere utilizzata sia per gli edifici esistenti, sia per gli edifici nuovi o in ristrutturazione</i>

(17)	<u>UNI TS 11300:2016</u>	Prestazioni energetiche degli edifici	<p><i>La norma ha l'obiettivo di definire una metodologia di calcolo per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. Al momento è suddivisa in sei parti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- Parte 1-2014: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale</i> <i>- Parte 2-2014: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di ACS, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali</i> <i>- Parte 3-2010: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva</i> <i>- Parte 4-2012: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria</i> <i>- Parte 5-2016; Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili</i> <i>- Parte 6-2016: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili</i>
(18)	<u>UNI 10349:2016</u>	Normativa dati climatici	<p><i>La norma prevede l'aggiornamento dei parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva</i></p>

Tabella 1 - Normative di riferimento per la stesura di una Diagnosi Energetica

1.4. Sintesi metodologica e procedura adottata

La procedura di sviluppo adottata per il presente audit energetico può essere sintetizzata per punti come segue:

1. Raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili;
2. Identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento a cui riferire i consumi energetici;
3. Analisi di processo, ossia raccolta delle informazioni necessarie allo svolgimento della Diagnosi;
4. Costruzione degli inventari energetici relativi all'oggetto della Diagnosi;
5. Calcolo dell'Indice di Prestazione energetica Operativo (IPO);
6. Calcolo di un Indice di Prestazione Effettivo (IPE);
7. Confronto tra Indice di Prestazione Effettivo (IPE) e Indice di Prestazione Operativo (IPO);
8. Individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo;
9. Confronto tra l'indice di prestazione obiettivo e IPE/IPO;
10. Individuazione delle azioni di miglioramento;
11. Analisi costi-benefici, ossia di fattibilità tecnico-economiche;
12. Individuazione degli interventi prioritari.

1.5. Unità di misura, fattori di conversione e aggiustamento

Nel presente report i consumi di ciascun vettore energetico, saranno convertiti secondo le unità di misura riportate in *tabella 2*. Ad ogni vettore è associato il rispettivo fattore di conversione in tonnellate equivalenti di petrolio [tep] definito secondo i parametri riportati nella circolare MiSE⁴ del 18 dicembre 2014 [8].

Per il calcolo dell'energia termica sono stati considerati i seguenti valori del potere calorifico inferiore.

Combustibile	PCI	u.m.
Gasolio	10.124	[kcal/kg]
Benzina	10.203	[kcal/kg]
Gas metano	7.773	[kcal/Smc]
Biomassa	1.030	[kcal/kg]

Tabella 2 – Valori del potere calorifico inferiore adottati

Denominazione	u.m.	Fattore di conversione in tep
Energia elettrica	[kWhe]	$0,187 \times 10^{(-3)}$
Gas naturale	[Sm ³]	PCI [kcal/kJ] $\times 10^{(-7)}$
Calore	[kWht]	$(860/0,9) \times 10^{(-7)}$
Freddo	[kW hf]	$(1/EER) \times 0,187 \times 10^{(-3)}$
Biomassa	[ton]	PCI [kcal/kg] $\times 10^{(-4)}$
Olio combustibile	[kg]	PCI [kcal/kg] $\times 10^{(-4)}$
GPL	[kg]	PCI [kcal/kg] $\times 10^{(-4)}$
Gasolio/Benzina	[kg]	PCI [kcal/kg] $\times 10^{(-4)}$

Tabella 3 - Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

⁴ Ministero dello Sviluppo Economico

2. INTRODUZIONE ALLA DIAGNOSI ENERGETICA

2.1. Ambito dell'audit

La Diagnosi Energetica prende in considerazione la globalità dei flussi energetici, a partire dai dati globali ricavati dalle bollette di ogni vettore energetico fino alla suddivisione dei consumi delle varie utenze.

In particolare l'analisi verrà condotta, come indicato da ENEA⁵, secondo quattro diversi livelli di approfondimento consequenziali dei consumi:

- **Livello A:** consumo globale per ogni vettore energetico considerato;
- **Livello B:** consumi energetici suddivisi per macrocategorie o aree funzionali (es. illuminazione, impianto di climatizzazione, apparecchiature a servizio di determinate aree funzionali, etc.)
- **Livello C:** consumi energetici suddivisi per servizio;
- **Livello D:** consumi energetici suddivisi per utenze, secondo le rilevazioni dagli schemi dei quadri elettrici.

2.2. Periodo di riferimento della Diagnosi

La Diagnosi Energetica prende in considerazione il periodo che va dal 1 gennaio 2017 al 31 dicembre 2017.

Nel corso dell'anno in esame non si sono verificate significative modifiche all'involucro edilizio, all'impianto o alle apparecchiature in esso installate all'infuori delle ordinarie attività di manutenzione programmata.

⁵ ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente). Ente pubblico di ricerca italiano che opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile, vigilato dal Ministero dello Sviluppo Economico.

3. INQUADRAMENTO AZIENDALE

3.1. Attività svolta presso la struttura

La fase di raccolta e analisi dei dati si è svolta nel mese di gennaio 2018 ed i sopralluoghi presso la struttura si sono tenuti nello stesso periodo, sempre intervallati da costanti contatti con la Committenza.

3.2. Documentazione acquisita

Durante la fase di raccolta dati è stato possibile accedere alla seguente documentazione:

- Consumi di energia elettrica del periodo compreso tra gennaio 2017 e maggio 2018;
- Schemi planimetrici della struttura;
- Planimetria disposizione canalizzazioni e quadri elettrici;
- Planimetria distribuzione della forza motrice;
- Planimetria cavidotti;
- Planimetria impianti di illuminazione esterna e interna dei capannoni;
- Planimetria rete dati;
- Schema unifilare della rete di bassa tensione;
- Profili orari medi giornalieri festivi e feriali delle diverse attività svolte all'interno della struttura;
- Output sistema di monitoraggio dei ventilatori dei biotunnel;
- Dati di produzione mensili del 2017 e del periodo da gennaio 2018 a maggio 2018;
- Censimento utenze elettriche.

La documentazione utilizzata per la stesura della Diagnosi Energetica è stata fornita dalla Committenza, che ne ha dichiarato la completezza e ne riconosce la corretta interpretazione.

3.3. Modalità di acquisizione dei dati di consumo

I consumi dei vettori energetici sono stati analizzati attraverso l'analisi delle bollette e l'estrapolazione dei profili di carico in funzione delle fasce orarie di tariffazione (F1, F2, F3).

Le fasce orarie di tariffazione dell'energia sono così definite dall'AEEG⁶:

- F1 (ore di punta): lunedì – venerdì dalle 8.00 alle 19.00, escluse le festività nazionali;
- F2 (ore intermedie): lunedì – venerdì dalle 7.00 alle 8.00 e dalle 19.00 alle 23.00, sabato dalle 7.00 alle 23.00, escluse festività nazionali;
- F3 (ore fuori punta): lunedì – sabato dalle 23.00 alle 7.00 e la domenica ed i festivi tutta la giornata.

L'analisi degli assorbimenti elettrici è stata condotta con il supporto delle curve di carico, ossia gli assorbimenti di energia al quarto d'ora, disponibili presso il portale del Distributore di energia, ed i consumi fatturati reperiti dalla bollettazione.

In sintesi, è riportata nella tabella seguente la modalità di acquisizione del consumo dei vettori energetici, i dati di processo e il periodo temporale a cui tali informazioni si riferiscono.

	Metodo di acquisizione dati	Area funzionale interessata	Periodo acquisizione dati
Energia elettrica	Dati di consumo da bollettazione e curve di carico	Intero stabilimento	gennaio 17 - giugno 18

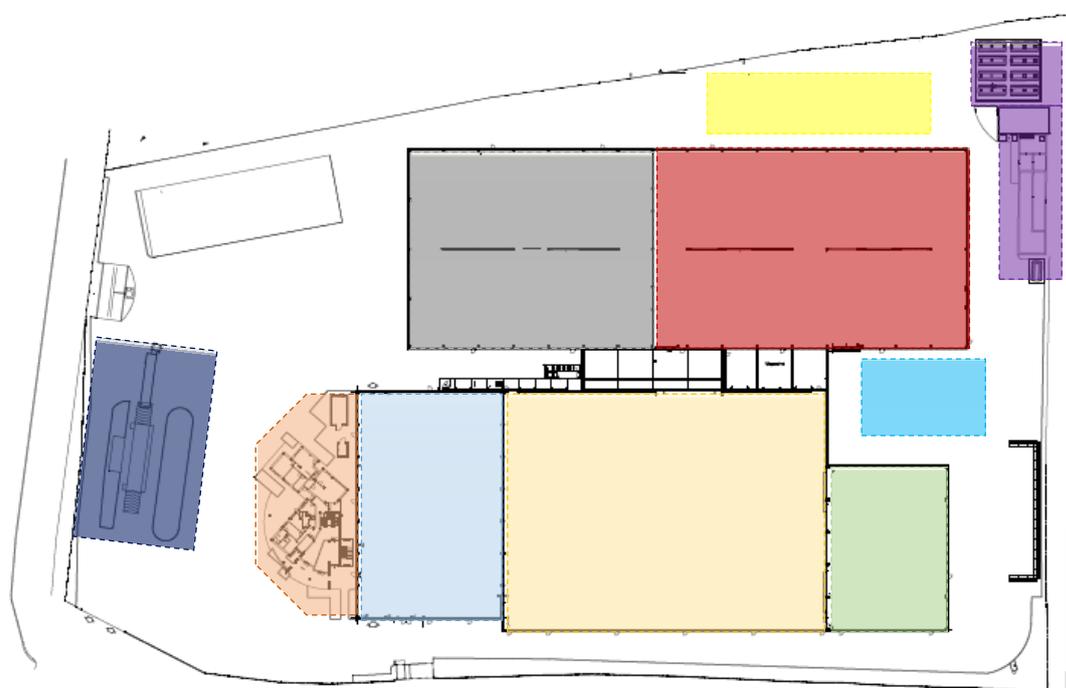
Tabella 4 – Modalità di acquisizione dei dati di consumo

L'analisi degli assorbimenti di energia al quarto d'ora dell'anno 2017 è allegata al presente documento.

⁶ AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas). Organismo indipendente con il compito di tutelare gli interessi dei consumatori e di promuovere la concorrenza, l'efficienza e la diffusione di servizi con adeguati livelli di qualità, attraverso l'attività di regolazione e di controllo nei settori di competenza.

3.4. Caratteristiche dei fabbricati

Si riporta di seguito lo schema funzionale dello stabilimento oggetto della presente Diagnosi Energetica, da cui sono stati epurati i dati sensibili.



Legenda	
	Guardiola
	Palazzina
	Ricezione
	Biotunnel
	Raffinazione
	Scrubber
	Maturazione primaria
	Maturazione secondaria
	Locale impianti di servizio
	Biofiltrazione

Figura 2 – Schema funzionale del complesso oggetto di Diagnosi

3.5. Diagramma di flusso e attività dello stabilimento

L'impianto in oggetto di Diagnosi svolge parallelamente tre funzioni principali:

1. Trattamento aerobico di matrici organiche;
2. Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione;
3. Messa in riserva e selezione rifiuti urbani da raccolta differenziata e rifiuti speciali non pericolosi.

3.5.1. *Trattamento aerobico di matrici organiche*

I materiali in ingresso che vanno a costituire la miscela destinata al processo di compostaggio sono i fanghi di depurazione e la frazione verde.

I rifiuti sono stoccati in due aree differenti, la frazione verde conferisce in una piazzola esterna scoperta a guardiola dove subisce un processo di triturazione, invece i fanghi conferiscono nel locale ricezione in attesa di miscelazione.

A valle della miscelazione, la miscela è trasportata nel locale adiacente, il locale biotunnel.

La seconda fase del processo di compostaggio è condotta nelle biocelle piccole, nelle quali il materiale viene caricato attraverso la porta anteriore per mezzo di una pala gommata. Il tempo di permanenza del materiale è di circa 9 giorni solari, durante i quali si raggiunge la fase di igienizzazione (mantenimento per tre giorni consecutivi ad una temperatura di almeno 55°C) e si esaurisce la fase di fermentazione attiva. Durante il ciclo viene insufflata, attraverso il materiale, aria dal basso proveniente dal sistema di distribuzione integrato nel getto di calcestruzzo che forma il pavimento stesso.

Il processo è condotto monitorando con attenzione il tenore di ossigeno nell'aria, la temperatura del materiale, la pressione nei tunnel e nelle condotte d'aria. Infatti, qualora tale fase del processo non dovesse svolgersi nel modo corretto, alcuni quantitativi di materiale possono essere riprocessati.

Al termine del trattamento in biocella segue il processo di maturazione, che si svolge all'interno del locale di maturazione primaria. La miscela è disposta in andane e rivoltata periodicamente con mezzi meccanici. La durata minima del processo è di 90 giorni, durante i quali la temperatura è monitorata tramite apposite sonde ad infissione. Al termine della maturazione il materiale viene trasportato nel locale di raffinazione.

3.5.2. *Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione*

L'attività di biostabilizzazione e/o essiccazione è relativa ai seguenti rifiuti:

- Sopravaglio derivante da attività di vagliatura della F.O.R.S.U.⁷ proveniente da impianti terzi;
- Sottovaglio derivante da attività di trito-vagliatura di rifiuti urbani proveniente da impianti terzi;
- Rifiuto derivante da attività di triturazione di rifiuti urbani proveniente da impianti terzi.

Il processo di **biostabilizzazione** si pone l'obiettivo di ridurre il contenuto di umidità e di ossidare biologicamente la frazione organica residua presente nel rifiuto, al fine di ottenere un rifiuto stabilizzato che diminuisca l'impatto per lo smaltimento in discarica. Le reazioni di biodegradazione infatti, consentono di mantenere temperature elevate nel rifiuto che favoriscono l'evaporazione dell'acqua e minimizzano il proliferare di microrganismi patogeni per l'uomo. Il tempo di permanenza minimo stimato per la biostabilizzazione è di 14 giorni solari.

Il processo di **bioessiccazione** ha lo scopo primario di minimizzare il contenuto di umidità del rifiuto attraverso una fase di biossidazione della sostanza organica. Al termine del trattamento è ottenuto un substrato con potere calorifico elevato da inviare ad incenerimento. La durata minima di permanenza in biocella del materiale è stimata in 7 giorni solari.

I rifiuti in ingresso conferiscono nel locale ricezione nell'apposita area di stoccaggio. In seguito sono trasportati alle biocelle senza subire trattamenti preliminari passando attraverso le aree d'impianto.

L'attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione è condotta nelle biocelle di dimensione maggiore. La biocella maggiore è strutturata come la sua dirimpettaia più piccola, ovvero presenta il sistema di distribuzione integrato nel getto di calcestruzzo ed insuffla aria all'interno del materiale dal basso. In funzione dei parametri di processo, l'aria insufflata può essere prelevata dall'interno della biocella per essere ricircolata oppure può essere introdotta aria fresca proveniente da altri locali dell'impianto. I parametri monitorati durante il processo sono gli stessi che portano alla produzione del compost.

Terminati i trattamenti, il materiale viene estratto dalla biocella con pala gommata e caricato, all'interno del fronte biocelle, su autocarri per essere trasportato presso discariche autorizzate o presso impianti di recupero o di incenerimento.

⁷ Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano è il materiale raccolto dalla raccolta differenziata dell'organico. Si tratta di residui di cibo o preparazioni alimentari e frazioni assimilabili, come carta per alimenti sporca di residui alimentari [39].

3.5.3. Messa in riserva e selezione rifiuti urbani da raccolta differenziata e rifiuti speciali non pericolosi

Messa in riserva rifiuti in vetro

Gli imballaggi in vetro, vetro di scarto, frammenti di vetro e rottami di vetro sono scaricati in vasche di raccolta situate nel capannone di maturazione secondaria, dove rimangono in attesa di essere ricaricati su automezzi con destinazione impianti di recupero.

Messa in riserva di rifiuti in legno

Il legno proveniente dai centri di raccolta o da aziende private viene stoccato in un'area esterna nel lato sud-est dell'impianto dove attende di essere inviato ad impianti di recupero.

I rifiuti per i quali è avviata l'attività di messa in riserva sono costituiti da legno in scarti di diverse dimensioni e segatura, cassette, pallets e altri imballaggi in legno non trattato, sfridi di pannelli di legno trattato, etc.

Messa in riserva e selezione altri rifiuti

Altri tipologie di rifiuti inviati da aziende clienti sono selezionati nelle varie frazioni recuperabili al fine di minimizzare le quantità avviate a smaltimento in discarica. La selezione è effettuata nel capannone di maturazione secondaria, tramite un escavatore gommato dotato di benna a polipo oppure manualmente.

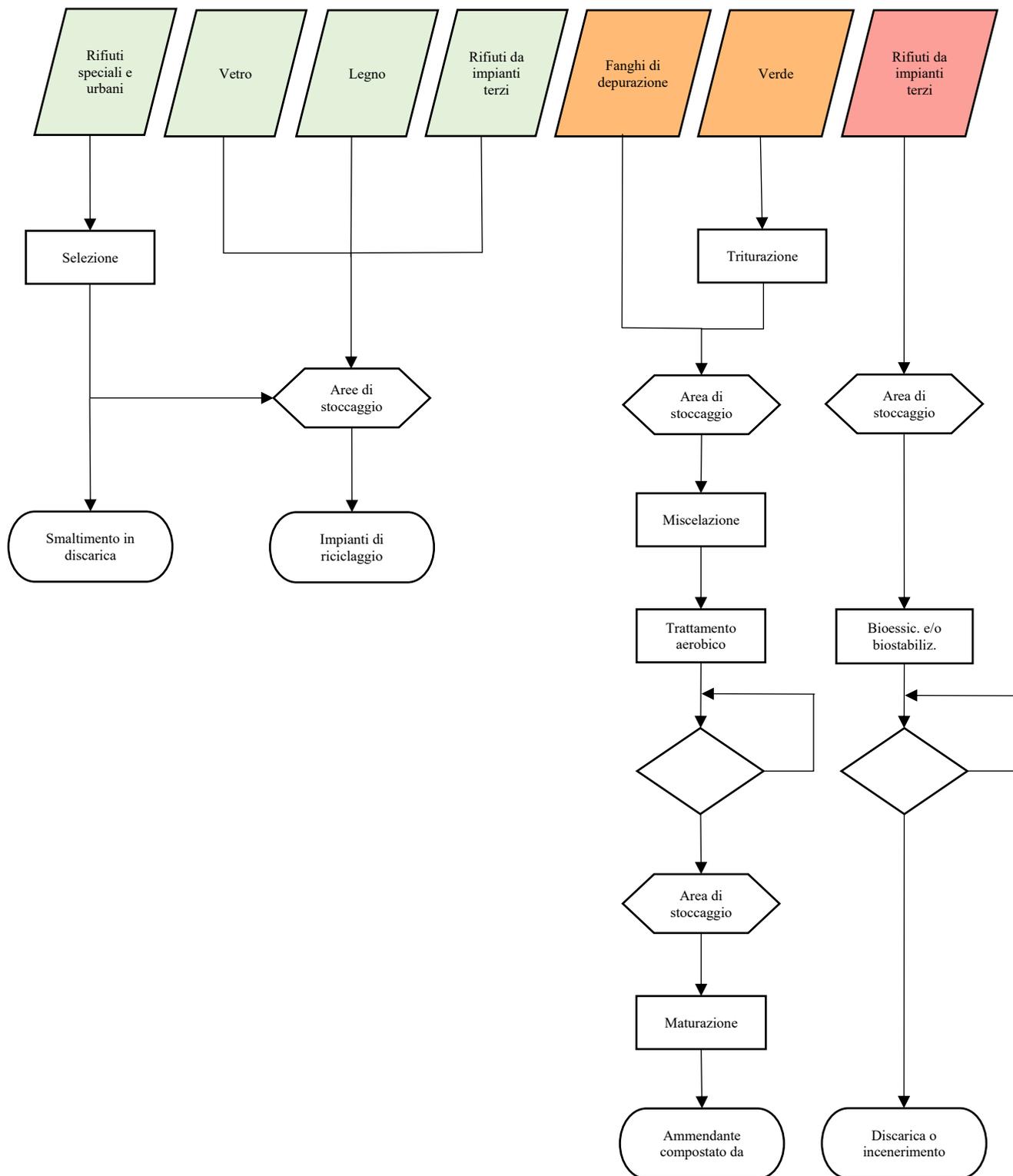


Figura 3 – Diagramma di flusso dello stabilimento. Dall'ingresso del rifiuto alla sua valorizzazione o smaltimento

3.6. Profilo di occupazione

Per il periodo considerato, gennaio 2017 – dicembre 2017 sono stati individuati i seguenti giorni lavorativi mensili.

Giorni di attività dell'azienda	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	TOTALE
	24	26	26	26	26	25	23	25	24	27	23	26	301

Tabella 5 – Giorni lavorativi mensili

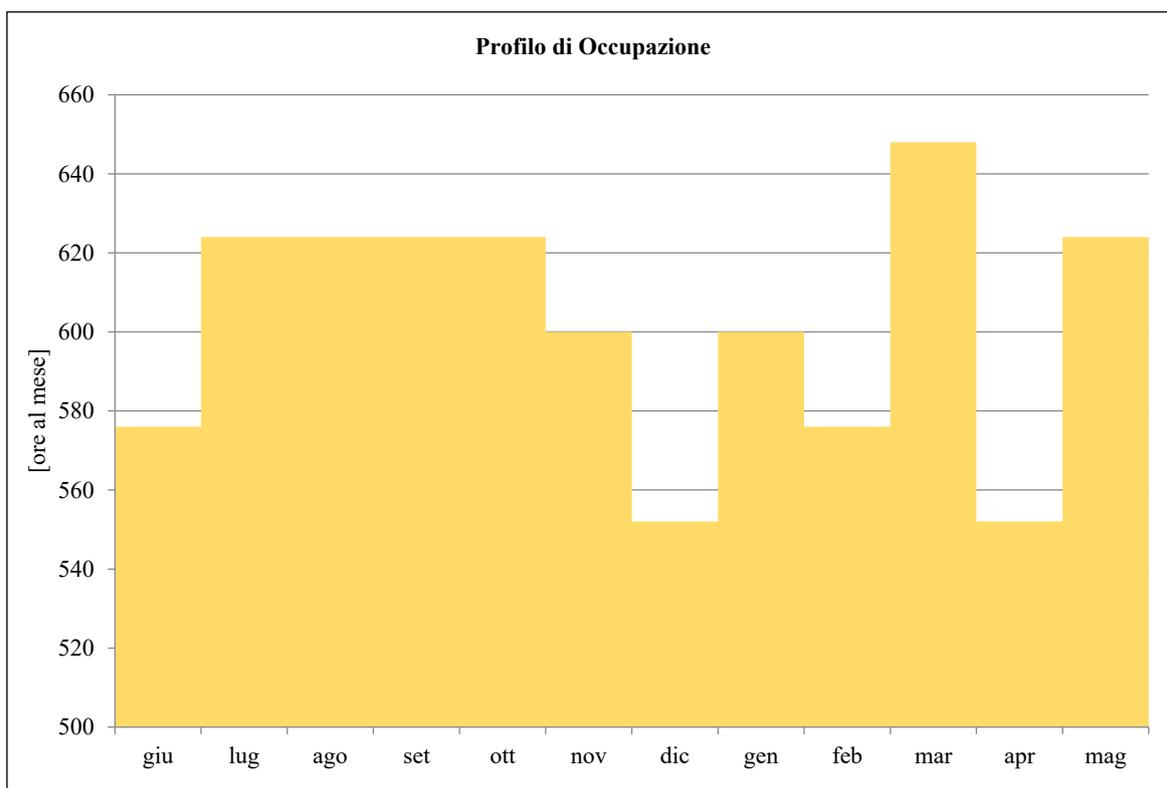


Figura 4 – Profilo occupazionale che illustra le ore mensili di attività

Come descritto nel paragrafo precedente, i trattamenti in biocella, sia per la produzione di compost che per l'attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione, necessitano di cicli comprendenti dai 9 ai 14 giorni solari e quindi procedono indipendentemente dal profilo occupazionale mensile.

3.7. Impianti termici ed elettrici

3.7.1. Impianti di climatizzazione

La palazzina è servita da un impianto termico di tipo centralizzato composto da una pompa di calore aria-acqua collegata su un circuito di distribuzione primaria. Il circuito primario si raccorda con una sottostazione di pompaggio e distribuzione fluidi dove sono localizzate le pompe di zona. Il sistema è controllato e gestito da termostati dedicati. La macchina soddisfa il fabbisogno termico per il riscaldamento e la produzione di ACS.

La pompa di calore è reversibile, perciò si fa carico anche del servizio di raffrescamento nella stagione estiva.

L'unica informazione disponibile riguardante le macchine è la potenza elettrica nominale assorbita al compressore, non sono pervenuti né il modello, né i coefficienti di prestazioni in riscaldamento ed in raffrescamento.

La tabella di seguito riporta la pompa di calore installata.

Potenza elettrica nominale al compressore	25 kW
---	-------

Tabella 6 – Pompa di calore a servizio della palazzina

La sala quadri, ubicata nell'edificio ricezione e quindi soggetta ad aumenti di temperatura derivanti dal locale biotunnel, è climatizzata per tutta la stagione estiva da due pompe di calore reversibili aria-acqua di piccola taglia.

L'unica informazione disponibile riguardante le macchine è la potenza elettrica nominale assorbita al compressore, non sono pervenuti né il modello, né i coefficienti di prestazioni in riscaldamento ed in raffrescamento.

Potenza elettrica nominale al compressore	4 kW/cad.
---	-----------

Tabella 7 – Climatizzatori a servizio della sala quadri situata nel locale ricezione

3.7.2. Impianti di ventilazione

Gli impianti di ventilazione del complesso sono al servizio dei capannoni per il trattamento dei rifiuti e svolgono la funzione fondamentale di trattare l'aria di processo e di ricircolare l'aria per il trattamento in biocella.

L'aria proveniente dal locale ricezione e fronte biocelle è avviata a trattamento negli scrubbers in cui subisce un lavaggio ad acqua, in seguito è avviata al biofiltro presente sul tetto del locale biotunnel. Anche l'aria proveniente dal locale di maturazione primaria necessita trattamento, perciò è avviata al biofiltro situato a nord-est del complesso.

Un'altra utile funzione svolta dagli impianti di climatizzazione, che è strettamente correlata al trattamento dell'aria di processo, è il mantenimento dei suddetti locali in depressione in modo da minimizzare la fuoriuscita di cattivi odori dal complesso.

Il locale di raffinazione e il locale di maturazione secondaria, sede del prodotto finito del processo di compostaggio, non sono sottoposti ad aspirazione dal momento che l'aria non necessita di alcun trattamento. I ricambi d'aria sono garantiti dalla presenza di portoni ad avvolgimento che sono mantenuti aperti in funzione delle attività dei locali.

Edificio servito	Nr.	Portata [Nm ³ /h]	Potenza installata [kW]	Inverter
Edificio biotunnel - Biocella per attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	9	n.d	37	✓
Edificio biotunnel - Biocella per trattamento aerobico di matrici organiche	12	n.d	22	✓
Zona scrubber	2	70.000	132	✓
Maturazione primaria	2	45.000	45	✓

Tabella 8 – Ventilatori impianti di ventilazione del complesso

Come riferito dalla Committenza ogni ventilatore è provvisto di inverter, che modula la frequenza di alimentazione del motore elettrico in funzione delle effettive esigenze di carico.

3.8. Caratteristiche del punto fornitura elettrica (POD)

Lo stabilimento è fornito di energia elettrica tramite il seguente *Point of Delivery* (POD).

Codice POD	Indirizzo fornitura	Potenza impegnata	Tensione di fornitura
n.d.	n.d.	2.000 kW	MT - 15.000 V

Tabella 9 – Caratteristiche del POD

3.9. Dati di consumo e spesa energetica

Nelle tabelle e nei grafici a seguire sono riportati i valori che corrispondono ai prelievi dal contatore POD. L'arco temporale analizzato per quanto riguarda i consumi elettrici fatturati va dal gennaio 2017 al dicembre 2017.

	ENERGIA ELETTRICA						
	F1	F2	F3	TOTALE			
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	
giu-17	46.956	32.877	61.058	140.891	€ 19.360	€/kWh 0,137	
lug-17	46.343	34.812	61.507	142.662	€ 20.628	€/kWh 0,145	
ago-17	48.320	31.640	59.641	139.601	€ 19.157	€/kWh 0,137	
set-17	43.161	33.677	54.605	131.443	€ 12.200	€/kWh 0,093	
ott-17	41.401	28.816	53.299	123.516	€ 16.423	€/kWh 0,133	
nov-17	47.671	32.113	59.932	139.716	€ 18.655	€/kWh 0,134	
dic-17	42.700	32.317	69.982	144.999	€ 19.202	€/kWh 0,132	
gen-17	39.808	27.536	57.818	125.162	€ 18.432	€/kWh 0,147	
feb-17	35.781	25.945	45.908	107.634	€ 15.959	€/kWh 0,148	
mar-17	41.082	29.325	51.239	121.646	€ 17.880	€/kWh 0,147	
apr-17	33.527	27.821	56.975	118.323	€ 17.010	€/kWh 0,144	
mag-17	43.864	30.748	53.966	128.578	€ 18.728	€/kWh 0,146	
TOTALE	510.614	367.627	685.930	1.564.171	€ 213.635	€/kWh 0,137	

Tabella 10 – Dettaglio consumi energia elettrica fatturata del periodo in analisi

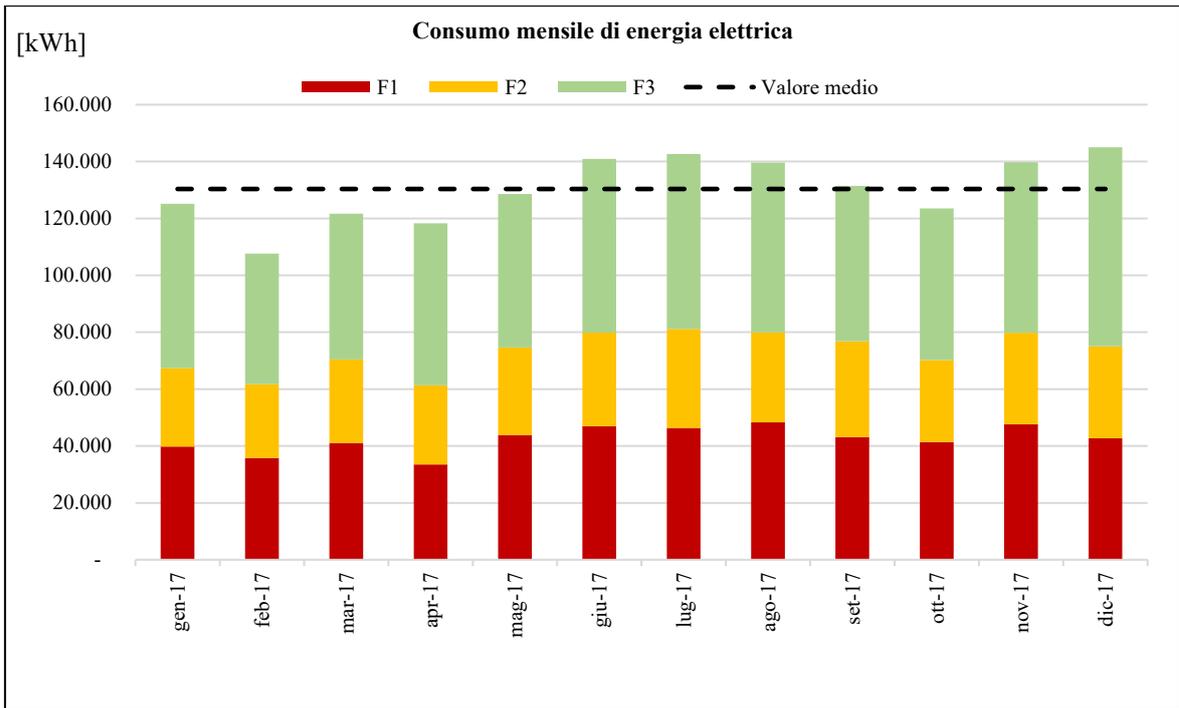


Figura 5 – Consumo mensile energia elettrica

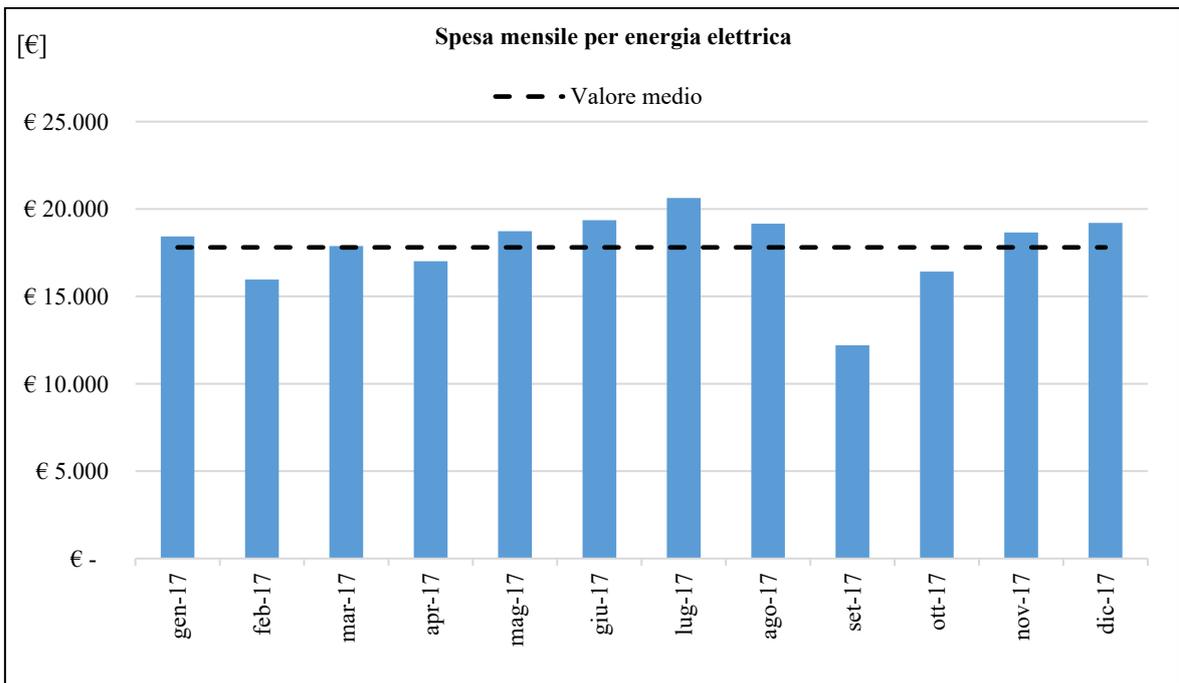


Figura 6 – Spesa energetica elettrica mensile e valore medio annuale

3.10. Sintesi dei parametri alla base della valutazione energetica

I fattori di aggiustamento principali, ovvero le variabili in grado di influenzare il consumo energetico del sistema, sono riportati nella tabella seguente.

Fattori di aggiustamento	u.m.	Valore
Gradi Giorno	GG	2.781
Rifiuti in ingresso anno 2017	t	39.744

Tabella 11 – Fattori di aggiustamento

La variabile Gradi Giorno tiene conto del fattore ambientale imposto dalla località in cui è ubicato lo stabilimento. Si intende, per “gradi giorno” di una località, la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell’ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera; l’unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG) [9].

Matematicamente la formula di calcolo per i gradi giorno di una data località può essere così sintetizzata:

$$GG = \sum_{e=1}^N (20 - T_{me})^+$$

Dove:

T_{me} rappresenta temperatura esterna media giornaliera

n è uguale ai giorni del periodo convenzionale di riscaldamento della data località.

In conclusione, un elevato valore di gradi giorno indica che le temperature esterne medie giornaliere sono state nettamente inferiori alla temperatura convenzionale dell’ambiente fissata a 20°C, ciò quindi comporta una durata prolungata del periodo convenzionale di riscaldamento.

Nel caso in oggetto di Diagnosi, ricadendo il sito in zona climatica E, il periodo convenzionale di riscaldamento inizia il 15 ottobre e termina il 15 aprile [10]. I gradi giorno influenzano direttamente il fabbisogno energetico per il riscaldamento ed il raffrescamento della palazzina, poiché il consumo della pompa di calore e dei climatizzatori è funzione della temperatura esterna.

In ultimo, il quantitativo di rifiuti in ingresso allo stabilimento influenza indubbiamente i consumi energetici dello stesso, sia che i rifiuti subiscano trattamento, sia che siano messi in riserva.

4. DATI CLIMATICI

Al fine di mostrare la correlazione tra le condizioni climatiche e i consumi elettrici conseguenti per la climatizzazione della palazzina e della sala quadri sono stati recuperati ed analizzati i parametri climatici riferiti all'anno 2017.

I dati sono stati reperiti tramite le rilevazioni giornaliere fatte dalla stazione di Torino Alenia dell'ARPA Piemonte. Di seguito sono riportati i grafici relativi all'andamento della temperatura media, minima e massima dell'anno 2017 e lo studio di frequenza delle stesse.

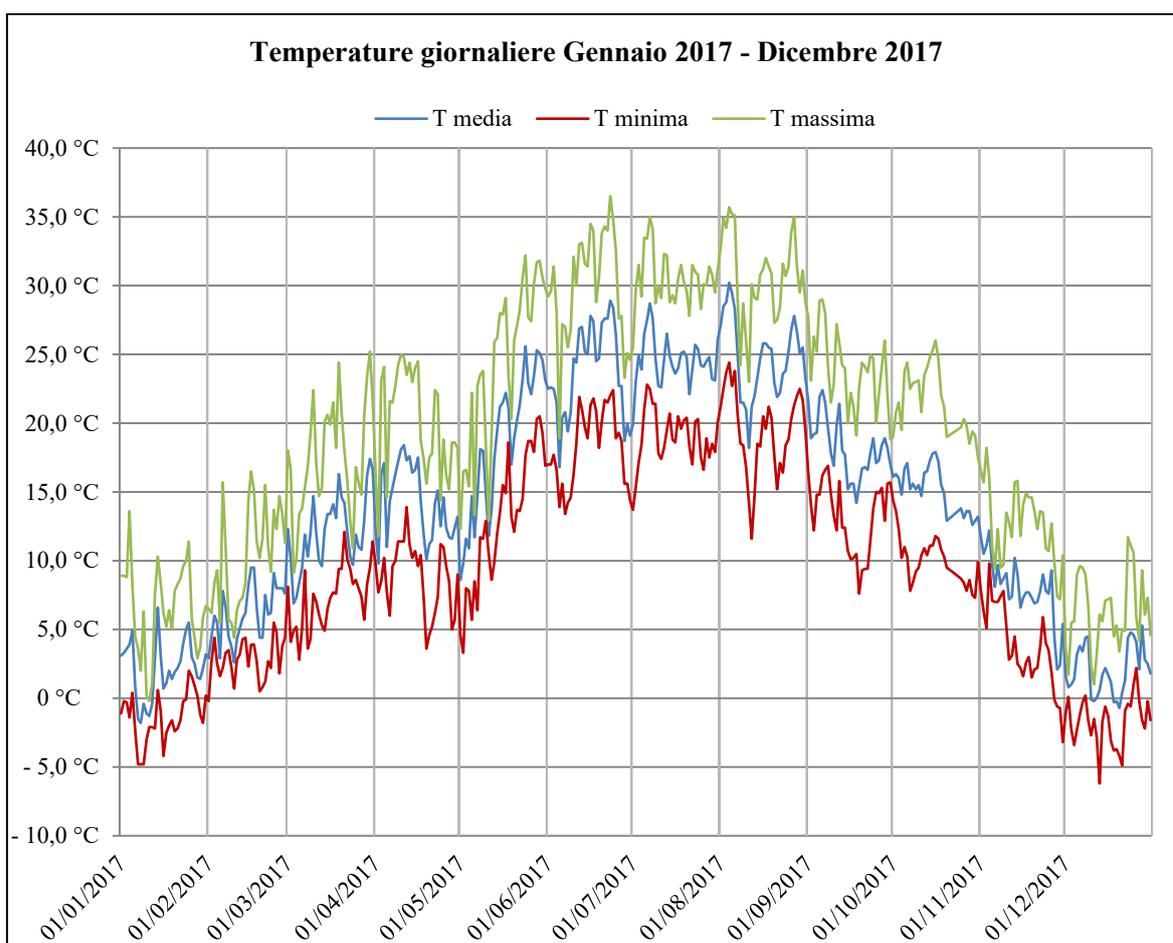


Figura 7 – Dettaglio temperature giornaliere gennaio 2017 – dicembre 2017

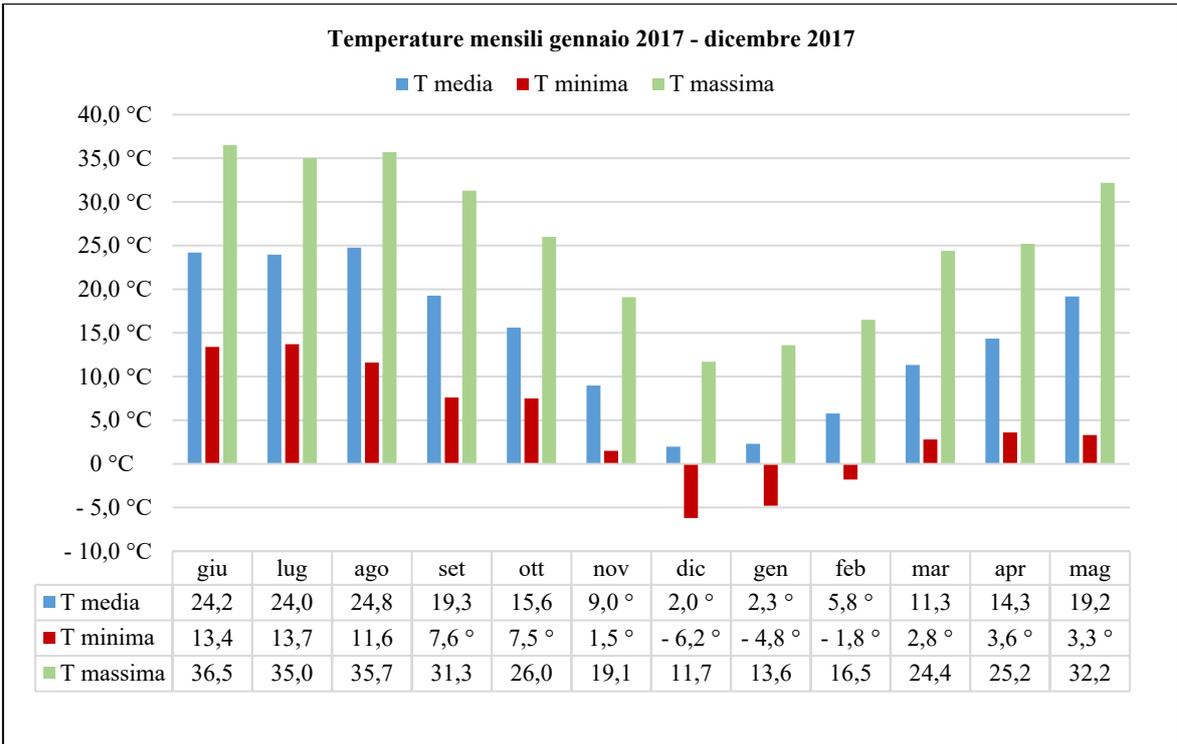


Figura 8 – Analisi temperature mensili gennaio 2017 – dicembre 2017

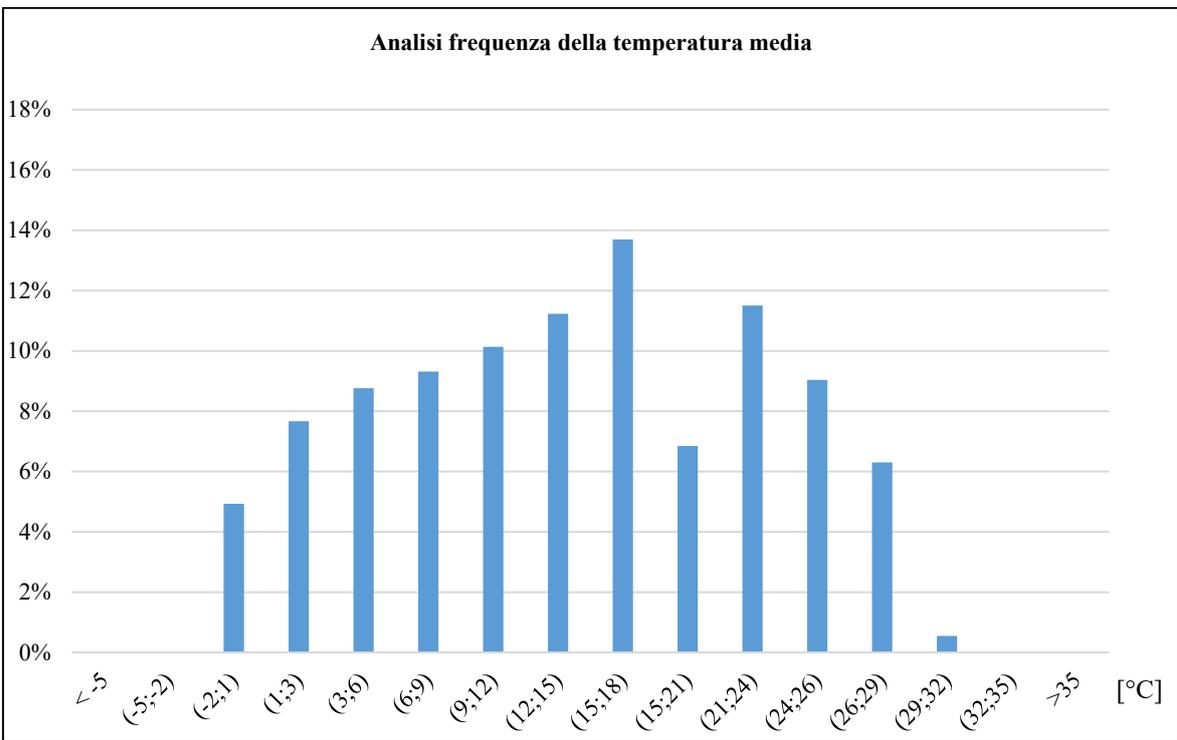


Figura 9 – Analisi in frequenza della temperatura media annuale

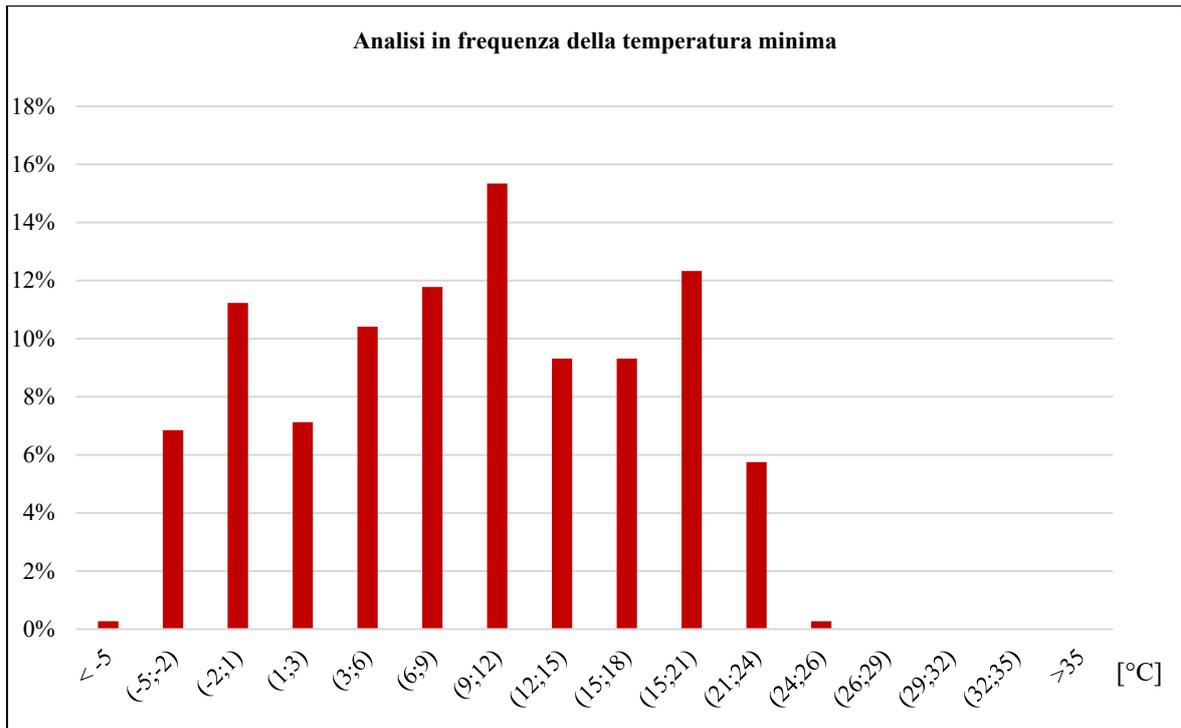


Figura 10 – Analisi in frequenza della temperatura minima annuale

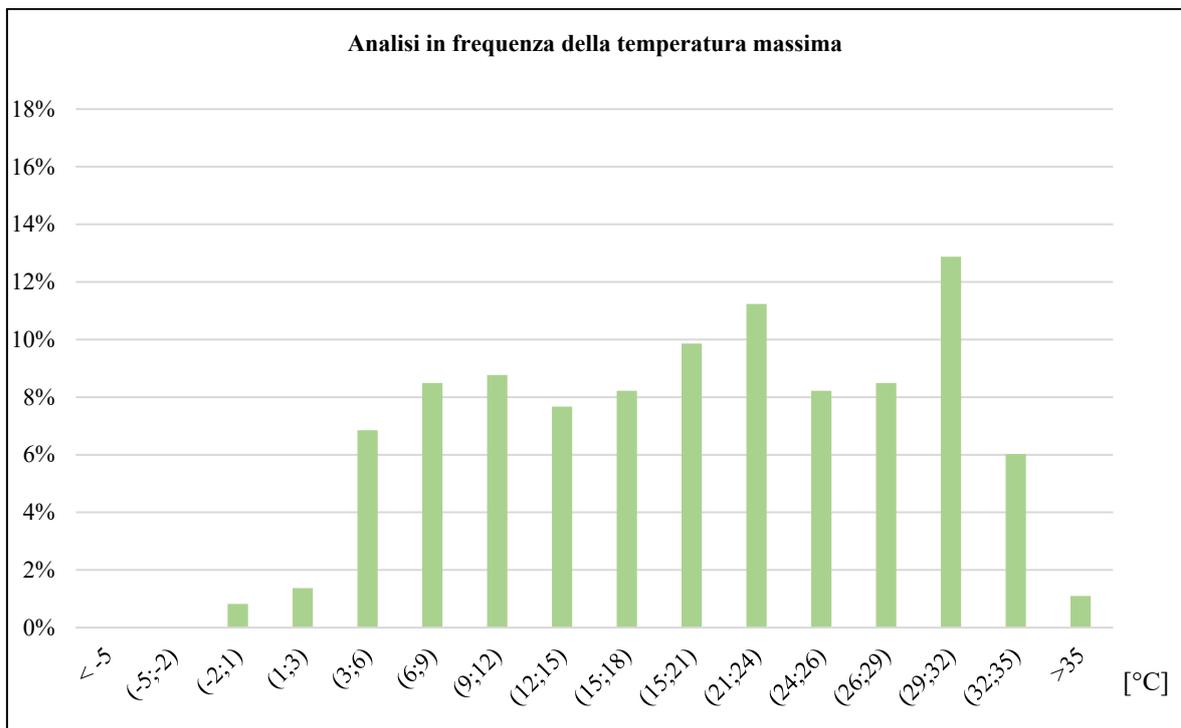


Figura 11 – Analisi in frequenza della temperatura massima annuale

4.1. Relazione tra temperatura esterna e prestazioni della pompa di calore

Le prestazioni della pompa di calore sono strettamente legate alle condizioni climatiche, infatti gli indici che ne misurano la performance: il COP (in riscaldamento – *Coefficient of Performance*) e l'EER (in raffrescamento – *Energy Efficiency Ratio*) sono funzione della temperatura esterna. Tali indici di prestazione sono entrambi adimensionali, poiché si esprimono come il rapporto tra la potenza termica fornita (in modalità di riscaldamento), o sottratta (in modalità raffrescamento), e la potenza elettrica assorbita al compressore. Nel momento in cui si vuole stimare il consumo elettrico della macchina diventa quindi fondamentale capire come varia la potenza elettrica da fornire al compressore durante il funzionamento sia nella modalità di riscaldamento che di raffrescamento.

Al fine di modellizzare tale comportamento si è scelto di lavorare con un livello di focus settimanale. Le misurazioni giornaliere di temperatura sono state rielaborate in modo da ottenere un set di dati settimanali per ogni mese. Sono state definite due temperature soglia, la temperatura massima in riscaldamento e la temperatura minima in raffrescamento.

Temperature di soglia	
T massima per riscaldamento	15 °C
T minima per raffrescamento	22 °C

Tabella 12 – Temperature di soglia per stabilire il funzionamento settimanale della pompa di calore

Se la temperatura media settimanale è minore della soglia per riscaldamento la pompa di calore funziona in modalità riscaldamento, se è maggiore della temperatura minima per raffrescamento la pompa di calore inverte il ciclo e lavora in raffrescamento, mentre se è compresa tra le due la macchina funziona in *free cooling*. A seconda della modalità di funzionamento della macchina, viene stabilito quale temperatura del set settimanale assumere come riferimento per stimare il consumo energetico. Per la modalità in riscaldamento è stata scelta come riferimento la temperatura media settimanale, invece per il raffrescamento si è optato per la temperatura media dei massimi.

Una volta determinate le temperature settimanali di riferimento e le modalità di funzionamento della macchina, rimangono da stimare il COP medio o l'EER medio.

Dal momento che la Committenza non ha fornito dati tecnici specifici riguardo la macchina installata nella palazzina è stata presa come riferimento una pompa di calore aria-acqua Clivet reversibile con circa la stessa potenza elettrica installata. Ragionevolmente si può supporre che la temperatura dell'acqua in uscita dallo scambiatore interno in modalità di riscaldamento sia di 45°C, mentre in modalità raffrescamento si può assumere che la stessa sia pari a 15°C. Cautelativamente gli indici di prestazione della macchina Clivet sono stati peggiorati del 15%, considerando il fatto che la macchina installata è sicuramente tecnologicamente meno avanzata e anche meno performante della

macchina di riferimento a causa dell'usura del tempo, perciò non può essere correttamente modellizzata con parametri di fabbrica.

Di seguito sono illustrate le caratteristiche della macchina di riferimento reperite dal bollettino tecnico del costruttore e le analisi sopra riportate.

In funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno (T_{ae}) sono date potenze termiche messe a disposizione in ambiente e potenza elettrica assorbita dal compressore. Per ogni coppia di dati è stato calcolato l'indice di prestazione e l'indice di prestazione della macchina di riferimento

Macchina di riferimento: Clivet - ELFOEnergy Magnum				
Prestazioni in riscaldamento				
T acqua uscita dallo scambiatore interno				45 °C
T _{ae} [°C]	[kWt]	[kWe]	COP	COP (-15%)
-8	65,8	24,5	2,69	2,28
0	79	25,2	3,13	2,66
7	92,6	25,8	3,59	3,05
15	111	26,5	4,19	3,56

Tabella 13 – Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in riscaldamento.

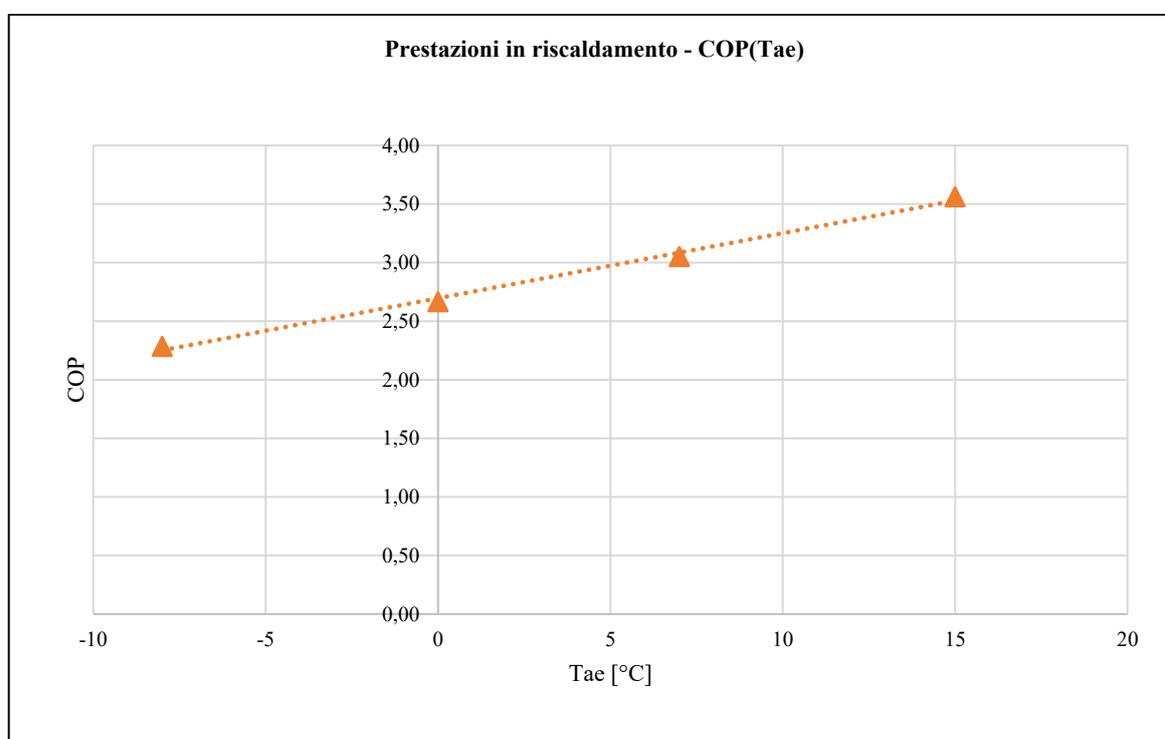


Figura 12 – Andamento del COP della macchina di riferimento a servizio della palazzina in funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno

In funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno (T_{ae}) sono date potenze termiche che possono essere sottratte dall'ambiente e potenza elettrica assorbita dal compressore. Per ogni coppia di dati è stato calcolato l'indice di prestazione e l'indice di prestazione della macchina di riferimento.

Macchina di riferimento: Clivet - ELFOEnergy Magnum				
Prestazioni in raffrescamento				
T acqua uscita dallo scambiatore interno				15 °C
T _{ae} [°C]	[kWf]	[kWe]	EER	EER (-15%)
20	128	22,8	5,61	4,77
25	123	24,4	5,04	4,28
30	116	26,2	4,43	3,76
35	99,9	31	3,22	2,74

Tabella 14 - Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in raffrescamento

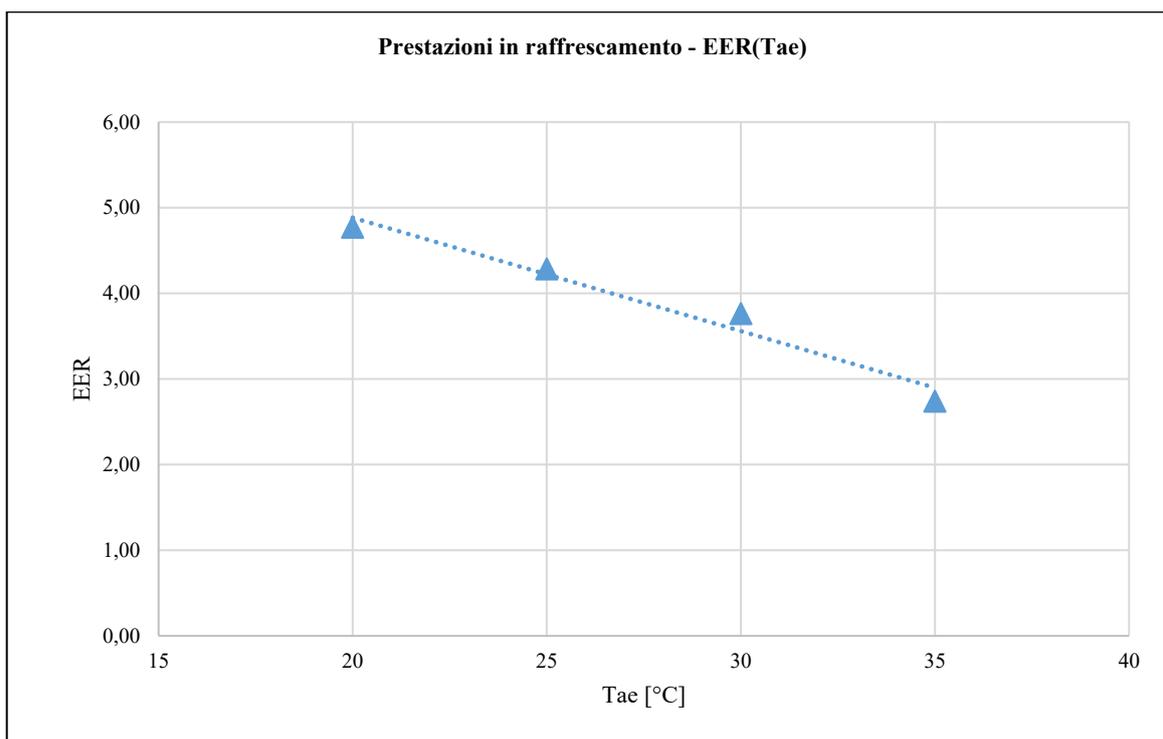


Figura 13 – Andamento dell'EER della macchina di riferimento a servizio della palazzina in funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno

L'andamento degli indici di prestazione della macchina di riferimento è quello atteso, il COP aumenta con l'innalzamento della temperatura dell'aria esterna, mentre l'EER diminuisce con l'innalzamento della temperatura dell'aria esterna. L'indice di efficienza è quindi tanto più grande [...] quanto più vicine tra loro sono le due temperature caratteristiche del ciclo [11], ovvero la temperatura dell'ambiente da climatizzare e dell'esterno.

In seguito, tramite interpolazione, sono stati ottenuti gli indici di prestazione medi settimanali della macchina di riferimento. La tabella 15 riporta i risultati della modellizzazione.

Nr. settimana	Mese	T media	T media dei minimi	T media dei massimi	Funzionamento	Temperatura riferimento	COP/EER settimanale
1	giu	23,3 °C	17,1 °C	30,6 °C	Raff	30,6 °C	3,48
2	giu	22,0 °C	15,2 °C	27,8 °C	F-C	22,0 °C	
3	giu	27,3 °C	20,8 °C	33,3 °C	Raff	33,3 °C	3,12
4	giu	28,3 °C	20,7 °C	34,8 °C	Raff	34,8 °C	2,92
5	lug	22,9 °C	16,1 °C	28,2 °C	Raff	28,2 °C	3,80
6	lug	28,3 °C	20,7 °C	34,2 °C	Raff	34,2 °C	3,00
7	lug	26,1 °C	18,7 °C	32,1 °C	Raff	32,1 °C	3,28
8	lug	26,4 °C	19,4 °C	32,3 °C	Raff	32,3 °C	3,25
9	lug	26,2 °C	18,2 °C	32,1 °C	Raff	32,1 °C	3,28
10	ago	30,4 °C	22,6 °C	36,1 °C	Raff	36,1 °C	2,75
11	ago	23,5 °C	16,4 °C	29,2 °C	Raff	29,2 °C	3,66
12	ago	26,8 °C	19,4 °C	32,4 °C	Raff	32,4 °C	3,24
13	ago	26,5 °C	18,2 °C	33,2 °C	Raff	33,2 °C	3,14
14	set	23,9 °C	18,3 °C	29,3 °C	Raff	29,3 °C	3,65
15	set	20,9 °C	15,3 °C	26,6 °C	F-C	20,9 °C	
16	set	18,6 °C	12,0 °C	24,5 °C	F-C	18,6 °C	
17	set	17,6 °C	10,2 °C	24,4 °C	F-C	17,6 °C	
18	ott	17,6 °C	14,8 °C	21,7 °C	F-C	17,6 °C	
19	ott	16,0 °C	10,5 °C	22,2 °C	F-C	16,0 °C	
20	ott	16,2 °C	10,4 °C	23,5 °C	F-C	16,2 °C	
21	ott	15,0 °C	10,4 °C	21,6 °C	Risc	15,0 °C	3,53
22	ott	13,4 °C	8,4 °C	19,5 °C	Risc	13,4 °C	3,44
23	nov	11,6 °C	7,6 °C	16,3 °C	Risc	11,6 °C	3,34
24	nov	8,4 °C	5,8 °C	11,3 °C	Risc	8,4 °C	3,16
25	nov	8,0 °C	2,6 °C	14,5 °C	Risc	8,0 °C	3,14
26	nov	7,9 °C	3,3 °C	12,5 °C	Risc	7,9 °C	3,13
27	dic	2,5 °C	- 1,1 °C	6,5 °C	Risc	2,5 °C	2,83
28	dic	2,9 °C	- 1,6 °C	7,4 °C	Risc	2,9 °C	2,86
29	dic	1,0 °C	- 2,5 °C	5,4 °C	Risc	1,0 °C	2,75
30	dic	1,4 °C	- 2,6 °C	6,6 °C	Risc	1,4 °C	2,77
31	gen	3,3 °C	- 0,5 °C	7,1 °C	Risc	3,3 °C	2,88
32	gen	1,9 °C	- 1,9 °C	7,1 °C	Risc	1,9 °C	2,80
33	gen	1,3 °C	- 2,1 °C	4,8 °C	Risc	1,3 °C	2,77
34	gen	1,7 °C	- 2,4 °C	6,8 °C	Risc	1,7 °C	2,79
35	gen	3,3 °C	0,5 °C	6,8 °C	Risc	3,3 °C	2,88
36	feb	3,9 °C	1,3 °C	6,9 °C	Risc	3,9 °C	2,91
37	feb	5,0 °C	2,6 °C	8,0 °C	Risc	5,0 °C	2,97
38	feb	7,2 °C	3,1 °C	11,9 °C	Risc	7,2 °C	3,10

Nr. settimana	Mese	T media	T media dei minimi	T media dei massimi	Funzionamento	Temperatura riferimento	COP/EER settimanale
39	feb	7,0 °C	2,7 °C	12,6 °C	Risc	7,0 °C	3,08
40	mar	8,7 °C	4,8 °C	13,1 °C	Risc	8,7 °C	3,18
41	mar	11,5 °C	6,1 °C	17,0 °C	Risc	11,5 °C	3,33
42	mar	13,2 °C	7,0 °C	20,0 °C	Risc	13,2 °C	3,43
43	mar	12,0 °C	9,4 °C	15,8 °C	Risc	12,0 °C	3,36
44	apr	13,7 °C	8,5 °C	19,1 °C	Risc	13,7 °C	3,46
45	apr	15,4 °C	9,1 °C	21,7 °C	F-C	15,4 °C	
46	apr	17,4 °C	11,2 °C	24,2 °C	F-C	17,4 °C	
47	apr	12,6 °C	6,4 °C	18,8 °C	Risc	12,6 °C	3,39
48	apr	12,6 °C	8,6 °C	17,1 °C	Risc	12,6 °C	3,39
49	mag	11,7 °C	6,3 °C	17,0 °C	Risc	11,7 °C	3,34
50	mag	16,2 °C	11,0 °C	21,4 °C	F-C	16,2 °C	
51	mag	20,3 °C	14,5 °C	26,0 °C	F-C	20,3 °C	
52	mag	23,4 °C	17,3 °C	29,7 °C	Raff	29,7 °C	3,69
53	mag	24,3 °C	18,9 °C	30,7 °C	Raff	30,7 °C	3,47

Tabella 15 – Modellizzazione delle temperature di riferimento e degli indici di prestazione della macchina di riferimento a servizio della palazzina

Dall'analisi risulta che la macchina, nelle settimane 47, 48 di aprile e 49 di maggio, lavori in modalità riscaldamento, ma si ricorda che tali settimane sono fuori dal periodo convenzionale di riscaldamento della zona climatica E, pertanto non verranno considerate.

La modalità di lavoro in *free cooling* nel caso in esame è una funzionalità fittizia poiché la macchina non dispone di tale modalità di funzionamento.

Tali indici di prestazione sono stati utilizzati in seguito nella stima dei consumi elettrici attribuibili alla pompa di calore della palazzina.

La stessa analisi è stata condotta sulle due pompe di calore reversibili che raffrescano la sala quadri nel periodo estivo (giugno-luglio-agosto). In mancanza di dati tecnici precisi, si è scelto di adottare come riferimento una pompa di calore aria-acqua della Clivet con potenza elettrica installata simile a quanto dichiarato dalla Committenza. La modellizzazione ha seguito esattamente i passaggi effettuati per la macchina a servizio della palazzina. Di seguito sono sintetizzati i risultati ottenuti.

In funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno (T_{ae}) sono stati gli indici di prestazione e in seguito sono stati calcolati gli indici della macchina di riferimento.

Macchina di riferimento: Clivet - ELFOEnergy Extended Inverter		
Prestazioni in raffrescamento		
T acqua uscita dallo scambiatore interno [°C]		15 °C
T_{ae} [°C]	EER	EER (-15%)
20	5,72	4,86
25	4,85	4,12
30	4,13	3,51
35	3,55	3,02

Tabella 16 – Bollettino tecnico della macchina di riferimento funzionante in raffrescamento.

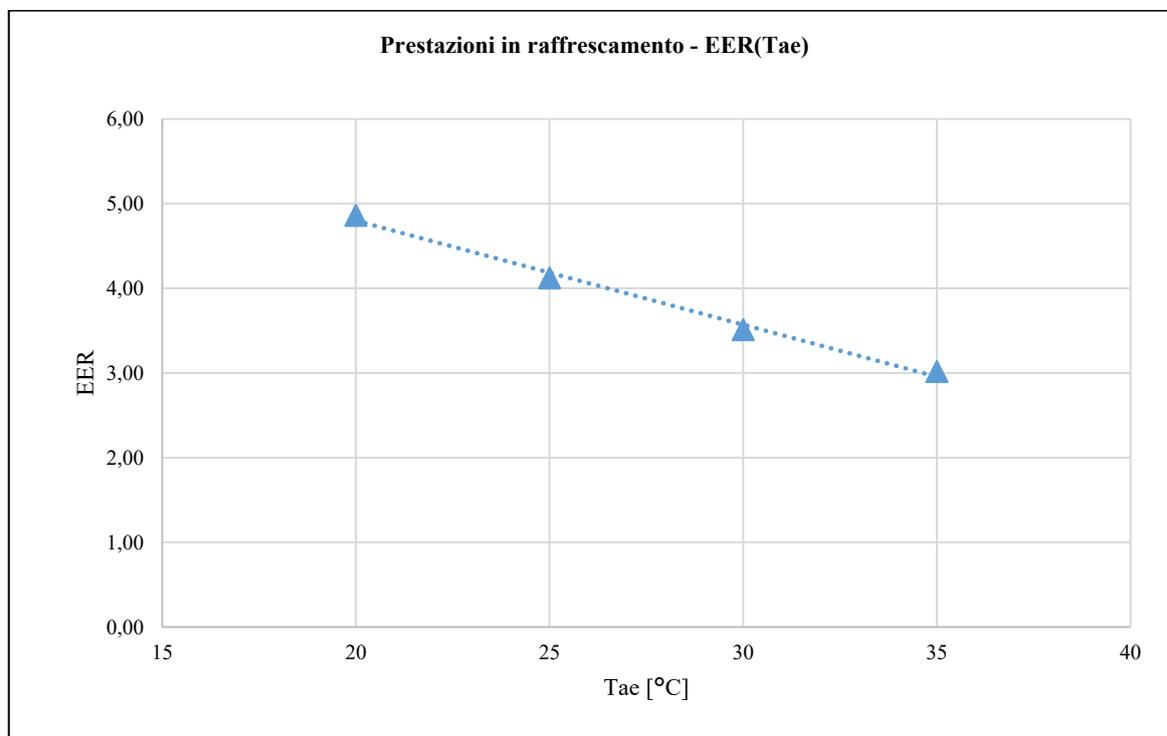


Tabella 17 - Andamento dell'EER della macchina di riferimento a servizio della sala quadri in funzione della temperatura dell'aria in ingresso nello scambiatore esterno

Nr. settimana	Mese	T media	T media dei minimi	T media dei massimi	Funzionamento	Temperatura riferimento	EER settimanale
1	giu	23,3 °C	17,1 °C	30,6 °C	Raff	30,6 °C	3,50
2	giu	22,0 °C	15,2 °C	27,8 °C	F-C	22,0 °C	
3	giu	27,3 °C	20,8 °C	33,3 °C	Raff	33,3 °C	3,17
4	giu	28,3 °C	20,7 °C	34,8 °C	Raff	34,8 °C	2,98
5	lug	22,9 °C	16,1 °C	28,2 °C	Raff	28,2 °C	3,79
6	lug	28,3 °C	20,7 °C	34,2 °C	Raff	34,2 °C	3,05
7	lug	26,1 °C	18,7 °C	32,1 °C	Raff	32,1 °C	3,31
8	lug	26,4 °C	19,4 °C	32,3 °C	Raff	32,3 °C	3,29
9	lug	26,2 °C	18,2 °C	32,1 °C	Raff	32,1 °C	3,31
10	ago	30,4 °C	22,6 °C	36,1 °C	Raff	36,1 °C	2,82
11	ago	23,5 °C	16,4 °C	29,2 °C	Raff	29,2 °C	3,67
12	ago	26,8 °C	19,4 °C	32,4 °C	Raff	32,4 °C	3,28
13	ago	26,5 °C	18,2 °C	33,2 °C	Raff	33,2 °C	3,18

Tabella 18 - Modellizzazione delle temperature di riferimento e degli indici di prestazione della macchina di riferimento a servizio della sala quadri

5. IDENTIFICAZIONE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE

Le utenze presenti nel complesso oggetto di Diagnosi sono da suddividersi in *Macrocategorie*. Tali *Macrocategorie* sono:

- Attività Principali;
- Servizi Ausiliari;
- Servizi Generali.

I criteri per la classificazione nelle aree sopra indicate sono i seguenti.

1. **Attività Principali:** *in questa area devono essere comprese le attività strettamente correlate alla destinazione d'uso generale dell'azienda, in pratica le attività che rappresentano il "core business" aziendale [12].*
2. **Servizi Ausiliari:** *in questa area devono essere comprese le attività caratterizzate dalla trasformazione del vettore energetico in ingresso [...] in altrettanti vettori energetici diversi e che sono utilizzati nell'ambito delle aree funzionali delle attività principali. Esempio classico è la centrale di aria compressa che utilizza energia elettrica [...] per produrre aria compressa che viene utilizzata dagli azionamenti presenti nel processo aziendale. Altre utenze che rientrano in tale classificazione sono ad esempio le centrali di pompaggio, le centrali frigo e le centrali termiche, qualora queste siano adibite a produrre calore/freddo utilizzato nel processo produttivo [12].*
3. **Servizi Generali:** *in tale area vanno inserite tutte le attività che sono in qualche modo legate alle attività principali i cui fabbisogni però non sono ad essi strettamente correlati. In questo contesto entrano in gioco l'illuminazione, il riscaldamento, la climatizzazione in generale, gli uffici [...] [12].*

Avendo individuato e analizzato tutte le attività ed i servizi presenti nello stabilimento, è stato possibile classificarle nelle Macrocategorie precedentemente illustrate.

<p>SERVIZI GENERALI</p>	<p>illuminazione esterna illuminazione interna Impianti di climatizzazione Impianto anti incendio Prese rete elettrica</p>
<p>SERVIZI AUSILIARI</p>	<p>Gruppi di pompaggio Strumentazioni Portoni automatici Compressori Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi Impianti di biofiltrazione</p>
<p>ATTIVITA' PRINCIPALI</p>	<p>Impianti di ventilazione Attrezzature movimentazione rifiuti Macchinari trattamento rifiuti Attrezzatura per la selezione del rifiuto</p>

Tabella 19 – Classificazioni delle attività e dei servizi nelle tre Macrocategorie: Servizi Generali, Servizi Ausiliari e Attività Principali

5.1. Utenze elettriche

Al fine di ricostruire i consumi elettrici di tutte le utenze presenti nello stabilimento ed evidenziarne le eventuali criticità, è stato predisposto un censimento.

La stima del consumo di mensile di energia parte dall'analisi dell'assorbimento, dei rendimenti delle apparecchiature, dei fattori di carico, dei fattori di contemporaneità (nel caso ci fossero molteplici elementi uguali) e dei profili orari di utilizzo per ogni apparecchiatura elettrica.

Si riporta il dettaglio delle utenze elettriche suddivise per tipologia di utilizzo e per fabbricato.

5.1.1. Illuminazione

Nelle seguenti tabelle si riporta il censimento dei corpi illuminanti, per il calcolo della potenza assorbita sono stati considerati fattore di carico e rendimento unitario, invece il fattore di contemporaneità varia in funzione del profilo di occupazione.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Palazzina uffici	Uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi	0,12	24	2,8	100,00%	1	0,5	1,4

Tabella 20 – Illuminazione interna del fabbricato uffici

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Capannoni	Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna	0,25	237	59,3	100,00%	1	0,65	38,5

Tabella 21 – Illuminazione interna dei fabbricati capannoni

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Intero complesso	Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	0,25	38	9,5	100,00%	1	1	9,5

Tabella 22 – Illuminazione esterna dell'intero stabilimento

5.1.2. Attrezzatura per la selezione del rifiuto

Nella seguente tabella sono censite tutte le attrezzature utilizzate per la selezione del rifiuto. Tutti i macchinari con tale funzione sono ubicati nell'edificio raffinazione.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Separatore magnetico (magnete perman.) 1,2m	3,00	2	3,0	98,00%	0,8	1	2,4
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Vaglio a dischi esagonali 1,6x4	7,50	1	7,5	98,00%	0,6	1	4,6
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Vaglio a dischi stellari 1,2x6	7,50	2	15,0	98,00%	0,9	1	13,8
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Separatore eolico ventilatore fluidificante	11,00	2	11,0	98,00%	0,8	1	9,0

Tabella 23 – Attrezzatura per la selezione del rifiuto nell'edificio raffinazione

5.1.3. Attrezzature movimentazione rifiuti

I macchinari utilizzati per spostare i rifiuti internamente allo stabilimento sono i seguenti.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	nastro	0,00	2	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12	7,50	2	7,5	88,00%	0,8	1	6,8
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Predisposizione Trasportatore a nastro 1,2x12	7,50	2	7,5	98,00%	0	0	0,0
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32	15,00	1	15,0	88,00%	0,8	1	13,6

Tabella 24 – Attrezzature movimentazioni rifiuti ubicati nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Tramoggia dosat.+inverter+ rompizolle 1,4x8 nastro	1,50	3	3,0	98,00%	0,8	0,5	1,2
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	rompizolle	4,00	2	4,0	98,00%	0,8	1	3,3
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x28	7,50	2	15,0	98,00%	0,8	1	12,2
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x9 alimentazione VDS-01	5,50	1	5,5	98,00%	0,8	1	4,5
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x5 sovvalli VDS-01	5,50	2	5,5	98,00%	0,8	1	4,5
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x16 sottovaglio VDS-01	5,50	2	5,5	98,00%	0,8	1	4,5
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x6 sovvalli VS-01	5,50	2	5,5	98,00%	0,8	1	4,5
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x32 sottovaglio VS-01	7,50	2	15,0	98,00%	0,8	1	12,2
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x36 sottovaglio VS-01	7,50	2	15,0	98,00%	0,8	1	12,2
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x27 mat. alla maturazione	7,50	2	15,0	98,00%	0,8	1	12,2
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1x6 mat. alla maturazione REV	5,50	1	5,5	98,00%	0,8	1	4,5
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Coclea	2,20	1	2,2	98,00%	0,8	1	1,8
Edificio raffinazione	Raffinazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Rotocella	0,75	2	0,8	98,00%	0,8	1	0,6
Edificio maturazione	Maturazione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Rotocella	0,75	1	0,8	98,00%	0,8	1	0,6

Tabella 25 – Attrezzature movimentazioni rifiuti ubicati nell'edificio raffinazione

5.1.4. Compressori

I compressori presenti nella struttura sono utilizzati per la manutenzione ordinaria dei macchinari e per la pulizia dei reparti.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	7,50	1	7,5	95,00%	0,8	1	6,3

Tabella 26 – Compressore ubicato nell'edificio raffinazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	11,00	1	11,0	98,00%	0,8	1	9,0

Tabella 27 – Compressore ubicato nell'edificio maturazione

5.1.5. Gruppi di pompaggio

Lo stabilimento presenta i seguenti gruppi di pompaggio.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11 kW	11,00	4	44,0	90,00%	0,8	0,25	9,8
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11 kW	11,00	4	44,0	90,00%	0,8	0,25	9,8
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe dosatrici	0,22	9	1,8	90,00%	0,8	0,25	0,4
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa carico reagenti	4,00	5	16,0	98,00%	0,8	1	13,1

Tabella 28 – Gruppi di pompaggio a servizio delle torri di lavaggio dell'aria di processo.

Le pompe di ricircolo sono ridondanti così come le pompe dosatrici, se dovesse esserci un'anomalia il servizio procederebbe comunque senza interruzioni.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe percolati	4,20	3	4,2	98,00%	0,8	1	3,4
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	4,20	8	33,6	88,00%	0,8	1	30,5

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	4,20	2	4,2	90,00%	0,8	1	3,7
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	5,50	1	5,5	90,00%	0,8	1	4,9
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa antincendio (sotto gruppo elettrogeno 110Kw)	45,00	1	45,0	98,00%	0,8	1	36,7
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa jockey vasca antincendio	2,20	2	2,2	98,00%	0,8	1	1,8
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave	7,50	1	7,5	98,00%	0,8	1	6,1

Tabella 29 – Gruppi di pompaggio presenti nell’edificio pompe a nord-ovest dello stabilimento

Per quanto riguarda le pompe per il rilancio del percolato, si è stabilito di adottare un valore di rendimento piuttosto basso, l’88%, per tenere in considerazione che lavorano con un fluido con alto grado di sporcamento.

5.1.6. Impianti di ventilazione

Gli impianti di ventilazione presenti nello stabilimento sono di seguito censiti.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 1	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 2	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 3	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 4	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 6	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 7	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 8	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 9	37,00	1	37,0	88,00%	0,7	1	29,4
Edificio biotunnel	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore (N.12 da 22Kw)	22,00	12	198,0	88,00%	0,7	0,56	87,5

Tabella 30 – Impianti di ventilazione presenti nell'edificio dove sono situati i biotunnel

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	ventilatore aspirazione	11,00	2	11,0	98,00%	0,8	1	9,0
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Filtro a maniche (ITEM-KVE-R1) ventilat. 10.000 mc/h)	22,00	2	22,0	98,00%	0,8	1	18,0

Tabella 31 – Impianti di ventilazione ubicati nell'edificio raffinazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	132,00	2	132,0	95,00%	0,7	0,5	97,3
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	132,00	2	132,0	95,00%	0,7	0,5	97,3

Tabella 32 – Impianti di ventilazione a servizio delle torri di lavaggio dell'aria di processo

Il probabile alto grado di sporco derivante dal movimentare l'aria di processo del compostaggio e della bioessiccazione e/o biostabilizzazione ha portato a definire per i ventilatori a servizio dei biotunnel un rendimento pari all' 88%.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	45,00	2	45,0	88,00%	0,7	0,5	35,8
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	45,00	2	45,0	88,00%	0,7	0,5	35,8
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Filtro a maniche 50.000 Nmc/h) Coclea	2,20	2	2,2	98,00%	0,7	0,5	1,6

Tabella 33 – Impianti di ventilazione ubicati nell'edificio di maturazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio biotunnel	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Biofiltro 55x27=1485m2 (140.000 Nmc/h)	0,00	2	0,0	98,00%	0,8	1	0,0

Tabella 34 – Impianto di ventilazione posto su tetto dell'edificio biotunnel

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Zona biofiltro	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Biofiltro 3(12x12)= 3x144=432m2 (50.000 Nm3/h)	0,00	2	0,0	98,00%	0,8	1	0,0

Tabella 35 – Impianto di ventilazione posto nella zona nord dello stabilimento

5.1.7. Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi

Nello stabilimento sono presenti pompe di rifornimento per gli automezzi e punti di lavaggio degli stessi. Si riportano di seguito.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Pompa gasolio 3mc	2,20	2	2,2	98,00%	0,8	0,5	1,8
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Cappa aspirazione scarico diesel	3,00	1	3,0	98,00%	0,8	1	2,4
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Assiale ricezione 25 kW	0,00	2	0,0	98,00%	0	0	0,0

Tabella 36 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Serbatoio erogazione carburante	2,20	2	2,2	90,00%	0,8	0,5	2,0

Tabella 37 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati nell'edificio pompe a nord-ovest dell'impianto

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Accoglienza	Guardiola	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Pompa lavaggio ruote	11,00	1	11,0	90,00%	0,8	1	9,8

Tabella 38 – Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi ubicati all'accoglienza dello stabilimento

5.1.8. Macchinari

Sono stati individuati come tipologia di attività e servizio macchinari le seguenti utenze elettriche.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore	160,00	1	160,0	90,00%	0,5	1	80,0
Edificio ricezione	Ricezione	Attività Principali	Macchinari	Predisposizione miscelatore	160,00	2	160,0	98,00%	0	0	0,0

Tabella 39 – Macchinari ubicati nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Macchinari	Miscelatori serbatoi percolati	1,50	5	6,0	98,00%	0,8	1	4,9
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Macchinari	Miscelatori serbatoi percolati	1,50	5	6,0	98,00%	0,8	1	4,9

Tabella 40 – Macchinari ubicati nell'edificio pompe

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Accoglienza	Guardiola	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte	0,50	2	0,5	88,00%	0,8	0,5	0,5

Tabella 41 – Macchinari ubicati nella zona di accoglienza all'ingresso dello stabilimento

5.1.9. Portoni automatici

Nello stabilimento sono stati censiti i seguenti portoni automatici.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA	1,10	2	2,2	90,00%	0,8	1	2,0
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA	1,10	2	2,2	90,00%	0,8	1	2,0
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel	1,10	1	1,1	90,00%	0,9	1	1,1

Tabella 42 – Portoni automatici montati nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/officina	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0

Tabella 43 – Portoni automatici ubicati nell'edificio biotunnel

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0

Tabella 44 – Portoni automatici installati nell'edificio raffinazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1,10	1	1,1	90,00%	0,8	1	1,0

Tabella 45 – Portoni automatici presenti nell'edificio di maturazione

5.1.10. Prese rete elettrica

Le prese di rete presenti nella palazzina a cui sono collegate tutte le utenze elettriche presenti sono di seguito riassunte.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Palazzina uffici	Uffici	Servizi Generali	Prese rete elettrica	Prese servizio	14,00	1	14,0	95,00%	0,2	1	2,2

Tabella 46 – Prese rete elettrica della palazzina

5.1.11. Strumentazioni elettroniche

Le strumentazioni elettroniche a servizio dei processi dello stabilimento sono di seguito censite.

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Sistema semaforico	1,10	2	1,1	98,00%	0,8	0,5	0,9

Tabella 47 – Strumentazioni elettroniche presenti nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	elettrovalvole H2O	0,20	19	3,6	98,00%	0,8	1	2,9
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	serrande ad alette contrapposte 0,7x0,7	0,20	53	10,8	98,00%	0,8	1	8,8
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	sonde temperatura	0,00	70	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	sonde D P	0,00	34	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	sonda O2	0,00	16	0,0	98,00%	0	0	0,0

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Flangia tarata	0,00	18	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio biotunnel	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Elettrovalvole per H2O plenum	0,00	3	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio biotunnel	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Elettrovalvole per H2O irrorazione	0,00	6	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio biotunnel	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	0,00	3	0,0	98,00%	0	0	0,0

Tabella 48 – Strumentazioni elettriche installate nell'edificio biotunnel

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.	0,00	1	0,0	98,00%	0	0	0,0

Tabella 49 – Strumentazioni elettroniche installate nell'edificio raffinazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	serranda a farfalla diam 2m	1,10	1	1,1	98,00%	0,8	1	0,9
Zona scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	serranda a farfalla diam 1,5m	1,10	5	5,5	98,00%	0,8	1	4,5

Tabella 50 – Strumentazioni elettroniche installate nella zona degli scrubber

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.	0,00	2	0,0	98,00%	0	0	0,0
Edificio maturazione	Maturazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	serrande manuali	0,00	4	0,0	98,00%	0	0	0,0

Tabella 51 – Strumentazioni elettroniche installate nell'edificio maturazione

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Zona biofiltro	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Elettrovalvole per H2O plenum	0,00	3	0,0	98,00%	0	0	0,0
Zona biofiltro	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Elettrovalvole per H2O irrorazione	0,00	6	0,0	98,00%	0	0	0,0
Zona biofiltro	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	0,00	3	0,0	98,00%	0	0	0,0
Zona biofiltro	Biofiltrazione	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto prese, elettrovalvole lav.biofiltri	10,00	1	10,0	95,00%	0,8	1	8,4

Tabella 52 – Strumentazioni elettroniche presenti in zona biofiltro a nord dell'impianto

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Edificio pompe	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca 1a pioggia	2,20	1	2,2	90,00%	0,7	1	2,0

Tabella 53 – Strumentazioni elettroniche installate in edificio pompe

Fabbricato	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Potenza nominale totale [kW]	Rendimento [-]	Fattore di carico	Fattore di contemporaneità	Potenza assorbita totale [kW]
Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	2,00	1	2,0	98,00%	0,3	1	1,6
Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	1,00	1	1,0	98,00%	0,7	1	0,9

Tabella 54 – Strumentazioni elettroniche installate nell'intero complesso

5.1.12. Impianti di climatizzazione

Di seguito sono riportate le utenze elettriche che garantiscono il servizio di climatizzazione nello stabilimento.

Fabbricato	Reparti	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Fattore di contemporaneità	Potenza installata totale [kW]
Edificio ricezione	Ricezione	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Pompe di calore sala controllo sala quadri	4,0	2	1	8,0

Tabella 55 – Impianti di climatizzazione installati nell'edificio ricezione

Fabbricato	Reparti	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Potenza nominale singola utenza [kW]	N° di elementi	Fattore di contemporaneità	Potenza installata totale [kW]
Palazzina uffici	Uffici	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici	25,0	1	1	25,0

Tabella 56 – Impianti di climatizzazione installato nella palazzina uffici

5.2. Profili orari

Per tutte le utenze elettriche individuate nei paragrafi precedenti è stato individuato un profilo orario medio di funzionamento.

Nome profilo	Ore al giorno											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Portoni automatici ENTRATA	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Portone automatico USCITA	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Portone automatico ricezione/biotunnel	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sistema semaforico												
Pompa gasolio 3mc												
nastro												
Cappa aspirazione scarico diesel												
Miscelatore	0,10	0,11	0,05	0,11	0,05	0,11	0,21	0,21	0,11	0,05	0,21	0,21
Predisposizione secondo miscelatore												
Pompe di calore sala controllo sala quadri	4	6	7									
Trasportatore a nastro 1,2x12	0,10	0,11	0,05	0,11	0,05	0,11	0,21	0,21	0,11	0,05	0,21	0,21
Predisposizione Trasportatore a nastro 1,2x12												
Trasportatore a nastro 1,4x32	0,10	0,11	0,05	0,11	0,05	0,11	0,21	0,21	0,11	0,05	0,21	0,21
Assiale ricezione 25 kW												
Portone automatico biotunnel/officina	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Portone automatico biotunnel/maturazione	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Ventilatore 1	9				11	15	15	10				
Ventilatore 2												
Ventilatore 3									12			
Ventilatore 4												
Ventilatore 5												
Ventilatore 6												
Ventilatore 7												
Ventilatore 8												
Ventilatore 9												
Ventilatore (N.12 da 22Kw)	11	11	10	11	15	17	17	12	13	10	11	11
elettrovalvole H2O												
serrande ad alette contrapposte 0,7x0,7												
sonde temperatura												
sonde D P												
sonda O2												
Flangia tarata												
Tramoggia dosat.+inverter+ rompizolle 1,4x8 nastro												
rompizolle												
Trasportatore a nastro 1,2x28												
Separatore magnetico (magnete perman.) 1,2m												
Trasportatore a nastro 1,2x9 alimentazione VDS-01												
Vaglio a dischi esagonali 1,6x4												
Trasportatore a nastro 1x5 sovvalli VDS-01												

Nome profilo	Ore al giorno											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Trasportatore a nastro 1x16 sottovaglio VDS-01												
Vaglio a dischi stellari 1,2x6												
Trasportatore a nastro 1x6 sovvalli VS-01												
Trasportatore a nastro 1x32 sottovaglio VS-01												
Trasportatore a nastro 1x36 sottovaglio VS-01												
Trasportatore a nastro 1x27 mat. alla maturazione												
Trasportatore a nastro 1x6 mat. alla maturazione REV												
Portone automatico maturazione/raffinazione	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Separatore elicico ventilatore fluidificante												
ventilatore aspirazione												
Filtro a maniche (ITEM-KVE-R1) ventilat. 10.000 mc/h)												
Coclea												
Rotocella												
Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.												
Compressore	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	9	9	9	8						7	7	7
serranda a farfalla diam 2m												
serranda a farfalla diam 1,5m												
Pompa ricircolo scrubber 11Kw	8	9	9	8						7	7	7
Pompe dosatrici												
Pompa carico reagenti												
Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	9	9	9	10	15	17	18	17	14	8	8	9
Filtro a maniche 50.000 Nmc/h)												
Coclea												
Rotocella												
Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.												
Compressore												
serrande manuali												
Portone automatico	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Portone automatico	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Portone automatico	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Portone automatico	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Biofiltro 55x27=1485m2 (140.000 Nmc/h)												
Elettrovalvole per H2O plenum												
Elettrovalvole per H2O irrorazione												
Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Biofiltro 3(12x12)= 3x144=432m2 (50.000 Nm3/h)												
Elettrovalvole per H2O plenum												
Elettrovalvole per H2O irrorazione												
Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Pompe percolati												
Pompe rilancio percolati	8	7	7	8	13	17	17	16	13	7	8	8
Miscelatori serbatoi percolati												

Nome profilo	Ore al giorno											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Miscelatori serbatoi percolati												
Pompe-vasca di 1a pioggia	8	4	4	2	1	3	2	2	3	4	4	4
Serranda by-pass vasca 1a pioggia	8	4	4	2	1	3	2	2	3	4	4	4
Pompa pozzo 50 mt	8	4	4	2	1	3	2	2	3	4	4	4
Pompa antincendio (sotto gruppo elettrogeno 110Kw)												
Pompa jockey vasca antincendio												
Pompe autoclave	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Serbatoio erogazione carburante	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Illuminazione interna	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Illuminazione esterna	8	9	10	11	13	14	15	15	14	12	10	9
Prese servizio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Pompa lavaggio ruote	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Pesa a ponte	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Impianto supervisione	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Impianto prese, elettrovalvole lav.biofiltri												
Condizionamento uffici	3	6	6		3	6	7	7	6	2	1	1
Illuminazione- forza motrice servizi	6	6	6	6	7	8	8	9	8	7	7	7

Tabella 57 – Profili orari medi di funzionamento [ore giornaliere]

Considerando i giorni di attività mensili dello stabilimento, è stato possibile ricavare il profilo di funzionamento annuo seguente.

Nome profilo	Ore mensili											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Portoni automatici ENTRATA	13	14	14	14	14	14	12	14	13	15	12	14
Portone automatico USCITA	13	14	14	14	14	14	12	14	13	15	12	14
Portone automatico ricezione/biotunnel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sistema semaforico												
Pompa gasolio 3mc (?) 9mc												
nastro												
Cappa aspirazione scarico diesel												
Miscelatore	2	3	1	3	1	3	5	5	3	1	5	5
Predisposizione secondo miscelatore												
Pompe di calore sala controllo sala quadri	96	156	182									
Trasportatore a nastro 1,2x12	2	3	1	3	1	3	5	5	3	1	5	5
Predisposizione Trasportatore a nastro 1,2x12												
Trasportatore a nastro 1,4x32	2	3	1	3	1	3	5	5	3	1	5	5
Assiale ricezione 25 kW												
Portone automatico biotunnel/officina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Portone automatico biotunnel/maturazione	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ventilatore 1	270				341	450	465	310				
Ventilatore 2												
Ventilatore 3									336			
Ventilatore 4												
Ventilatore 5												
Ventilatore 6												
Ventilatore 7												
Ventilatore 8												
Ventilatore 9												
Ventilatore (N.12 da 22Kw)	315	341	301	330	465	510	527	372	364	310	315	341
elettrovalvole H2O												
serrande ad alette contrapposte 0,7x0,7												
sonde temperatura												
sonde D P												
sonda O2												
Flangia tarata												
Tramoggia dosat.+inverter+ rompizolle 1,4x8 nastro												
rompizolle												
Trasportatore a nastro 1,2x28												
Separatore magnetico (magnete perman.) 1,2m												
Trasportatore a nastro 1,2x9 alimentazione VDS-01												
Vaglio a dischi esagonali 1,6x4												
Trasportatore a nastro 1x5 sovralli VDS-01												

Nome profilo	Ore al giorno											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Trasportatore a nastro 1x16 sottovaglio VDS-01												
Vaglio a dischi stellari 1,2x6												
Trasportatore a nastro 1x6 sovvalli VS-01												
Trasportatore a nastro 1x32 sottovaglio VS-01												
Trasportatore a nastro 1x36 sottovaglio VS-01												
Trasportatore a nastro 1x27 mat. alla maturazione												
Trasportatore a nastro 1x6 mat. alla maturazione REV												
Portone automatico maturazione/raffinazione	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Separatore eolico ventilatore fluidificante												
ventilatore aspirazione												
Filtro a maniche (ITEM-KVE-R1) ventilat. 10.000 mc/h)												
Coclea												
Rotocella												
Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.												
Compressore	9	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	10
Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	255	279	279	240						211	210	217
serranda a farfalla diam 2m												
serranda a farfalla diam 1,5m												
Pompa ricircolo scrubber 11Kw	192	229	234	208						184	161	182
Pompe dosatrici												
Pompa carico reagenti												
Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	255	273	279	285	465	510	558	527	392	233	240	279
Filtro a maniche 50.000 Nmc/h)												
Coclea												
Rotocella												
Centralina controllo elettrovalvole e pressostato diff.												
Compressore												
serrande manuali												
Portone automatico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Portone automatico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Portone automatico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Portone automatico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Biofiltro 55x27=1485m2 (140.000 Nmc/h)												
Elettrovalvole per H2O plenum												
Elettrovalvole per H2O irrorazione												
Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	720	744	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744
Biofiltro 3(12x12)= 3x144=432m2 (50.000 Nm3/h)												
Elettrovalvole per H2O plenum												
Elettrovalvole per H2O irrorazione												
Centralina + sonde rilevamento T/U + D P + Tletto	720	744	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744
Pompe percolati												
Pompe rilancio percolati	240	217	202	225	403	510	527	496	364	217	225	248
Miscelatori serbatoi percolati												

Nome profilo	Ore al giorno											
	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17
Miscelatori serbatoi percolati												
Pompe-vasca di 1a pioggia	225	109	109	54	31	90	56	62	84	124	105	124
Serranda by-pass vasca 1a pioggia	225	109	109	54	31	90	56	62	84	124	105	124
Pompa pozzo 50 mt	225	109	109	54	31	90	56	62	84	124	105	124
Pompa antincendio (sotto gruppo elettrogeno 110Kw)												
Pompa jockey vasca antincendio												
Pompe autoclave	48	52	52	52	52	50	46	50	48	54	46	52
Serbatoio erogazione carburante	78	85	85	85	85	81	75	81	78	88	75	85
Illuminazione interna	312	338	338	338	338	325	299	325	312	351	299	338
Illuminazione esterna	249	268	305	341	400	430	467	465	392	372	300	279
Prese servizio	240	260	260	260	260	250	230	250	240	270	230	260
Pompa lavaggio ruote	22	24	24	24	24	23	21	23	22	25	21	24
Pesa a ponte	11	12	12	12	12	11	11	11	11	12	11	12
QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	744	744	744	744	744	744	744	744	672	744	720	744
Impianto supervisione	744	744	744	744	744	744	744	744	672	744	720	744
Impianto prese, elettrovalvole lav.biofiltri												
Condizionamento uffici	72	156	156		78	150	161	175	144	54	23	26
Illuminazione- forza motrice servizi	144	156	156	156	182	200	184	225	192	176	150	169

Tabella 58 – Profili orari medi di funzionamento [ore mensili]

5.2.1. Note sui profili orari

Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna del complesso è gestita da un sistema comandato da un interruttore crepuscolare, che attiva in automatico l'illuminazione quando cala la luce solare. Il profilo di funzionamento dell'illuminazione esterna è quindi stato ricavato basandosi sulla durata media mensile della notte per il comune di ubicazione dello stabilimento.

Illuminazione interna

L'illuminazione interna dei capannoni è stata considerata con un profilo di funzionamento costante e continuo per l'orario di attività settimanale dello stabilimento, inoltre è stato introdotto un fattore di contemporaneità per tenere in considerazione la variabilità del profilo di occupazione giornaliero degli ambienti interni ai capannoni.

Invece per quanto riguarda l'illuminazione interna della palazzina ad uso uffici, il profilo di funzionamento è stato calibrato tenendo in considerazione sia l'orario di attività settimanale sia l'apporto endogeno garantito giornalmente e stagionalmente dall'illuminazione esterna. Anche in questo caso, l'introduzione del fattore di contemporaneità consente di tenere in considerazione la variabilità del profilo di occupazione giornaliera degli ambienti interni.

Attrezzature per la selezione del rifiuto

Da contatti intercorsi e dalla documentazione messaci a disposizione dalla Committenza si evidenzia che le macchine che svolgono l'attività di selezione del rifiuto non sono state utilizzate nell'anno 2017, per tale motivo sono state associate ad un profilo di funzionamento nullo.

Attrezzatura per la movimentazione del rifiuto

Da contatti intercorsi e dalla documentazione messaci a disposizione dalla Committenza, la quasi totalità dei macchinari che svolgono l'attività di movimentazione e trasporto dei rifiuti all'interno dei capannoni non sono state utilizzate nell'anno 2017, per tale motivo sono stati associati ad un profilo di funzionamento nullo. Gli unici macchinari a cui è stato possibile associare un profilo di funzionamento sono i due trasportatori a nastro nell'edificio ricezione che hanno il compito di trasportare il materiale in uscita dal miscelatore ai biotunnel. Il loro funzionamento è strettamente correlato al miscelatore.

Compressori

I due compressori, uno ubicato nell'edificio raffinazione e l'altro nell'edificio maturazione, sono utilizzati per scopi secondari, quali la pulizia dei reparti e la manutenzione ordinaria di alcune

macchine. L'uso saltuario e piuttosto ridotto ha portato all'associazione con un profilo medio giornaliero di mezz'ora al giorno.

Gruppi di pompaggio

I gruppi di pompaggio necessari al ricircolo dell'acqua per il lavaggio dell'aria negli scrubbers hanno esattamente lo stesso profilo di funzionamento dei ventilatori dello stesso. Da contatti intercorsi e documentazione messi a disposizione dall'utenza risulta che gli scrubbers vengono disattivati in inverno per evitare danni causati dal gelo. Le pompe di ricircolo sono ridondanti perciò è stabilito un fattore di contemporaneità pari a 0,25.

I sistemi di pompaggio per il reagente invece non sono stati utilizzati nell'anno 2017, per cui sono state associati ad un profilo di funzionamento nullo.

La pompa a servizio dell'autoclave necessaria a pressurizzare le acque industriali, essendo il suo utilizzo funzione dei prelievi di acqua, che sono assunti all'incirca costanti mensilmente, è stata associata ad un profilo medio giornaliero costante durante l'anno.

I gruppi di pompaggio facenti parte dell'impianto antincendio sono stati associati ad un profilo di funzionamento nullo.

Per quanto riguarda invece i gruppi di pompaggio associati al rilancio del percolato e al sistema di trattamento acque di prima pioggia il discorso si fa più complesso. Il funzionamento del sistema di trattamento acque di prima pioggia dipende appunto da quando e per quanto tempo si manifesta l'evento meteorico, non è quindi facilmente stimabile senza uno studio più approfondito. Invece la produzione di percolato è funzione di diversi fattori, che possono essere esterni come gli eventi meteorologici o interni al rifiuto stesso, come l'umidità iniziale e la produzione di acqua durante il processo di biodegradazione.

Al fine di creare un profilo di funzionamento il più verosimile possibile è stata condotta un'analisi pluviometrica, i dati sono stati reperiti dalla stazione ARPA Piemonte Torino Reiss Romoli. La scelta di cambiare stazione meteorologica di riferimento è giustificata dal fatto che la stazione Torino Alenia non presenta la possibilità di acquisire tali dati.

Di seguito sono esposti i risultati delle sopra citate analisi.

Precipitazioni mensili registrate dalla stazione Torino Reiss Romoli anno 2017 [mm]												
gen-17	feb-17	mar-17	apr-17	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	Annuale
1,6	29	62,8	50,8	59	139	49,8	54,4	14,8	0	35,8	17,4	514,4

Tabella 59 – Precipitazioni mensili registrate dalla stazione ARPA Piemonte Torino Reiss Romoli nell'anno 2017

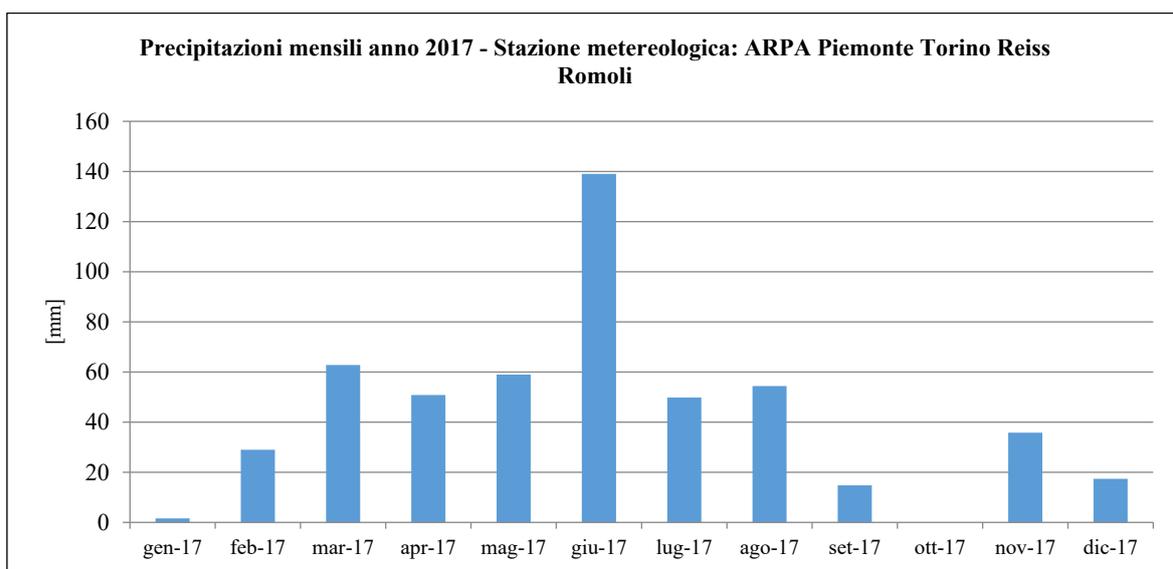


Figura 14 – Precipitazioni mensili anno 2017 registrate dalla stazione ARPA Piemonte Torino Reiss Romoli

Dall'analisi delle registrazioni mensili dell'anno 2017 emerge che il mese in cui le precipitazioni sono state più abbondanti è stato giugno, mentre ad ottobre addirittura non sono stati registrati eventi meteorici.

I profili di funzionamento medi dei gruppi di pompaggio associati al sistema di trattamento acque di prima pioggia sono quindi stati modulati seguendo l'andamento mensile delle precipitazioni evidenziato nel grafico. Essendo stato giugno il mese più piovoso, è anche stato quello in cui gli impianti di pompaggio hanno lavorato maggiormente, mentre gennaio e ottobre sono stati i mesi con meno precipitazioni, per cui sono stati i mesi in cui gli impianti hanno lavorato di meno. Il funzionamento degli impianti di rilancio del percolato invece non è legato direttamente alle precipitazioni ma dipende anche da fattori interni alla discarica, come visto precedentemente, e alla velocità con la quale l'acqua permea il substrato di rifiuti, per cui il loro profilo di funzionamento è stato stabilito per ultimo una volta stabiliti tutti quei profili con livello di accuratezza intrinseco maggiore.

Impianti di ventilazione

Gli impianti di ventilazione presenti nello complesso lavorano in maniera continua anche al di fuori degli orari di attività dello stabilimento.

Il numero di ventilatori a servizio dei biotunnel che svolgono attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione del rifiuto ed il loro profilo di funzionamento varia in funzione della quantità di rifiuti da trattare.

Mediamente il numero di biocelle che processano materiale per il compostaggio è pari a 4/5, perciò è stato stabilito un coefficiente di contemporaneità pari a 0,56. Il loro profilo di funzionamento varia in ogni caso, come per le biocelle di taglia più grande, in funzione della quantità di materiale da trattare.

I ventilatori di aspirazione dei due scrubbers, trattando l'aria di processo dell'edificio biotunnel e dell'edificio ricezione, hanno un funzionamento che è correlato alle attività svolte nei due edifici menzionati. Inoltre, come già accennato, sono mantenuti spenti per la stagione invernale per evitare che il gelo possa danneggiare il sistema di lavaggio dell'aria.

I ventilatori di aspirazione da 45 kW posizionati nel reparto di maturazione primaria hanno anch'essi un profilo di funzionamento dipendente dalle quantità di materiale stoccate in tale reparto.

Il ventilatore di aspirazione con filtro a maniche da 2,2 kW installato nel reparto di maturazione primaria, come riferito dalla Committenza, non è utilizzato.

Il ventilatore di aspirazione con filtro a maniche da 22 kW e l'altro ventilatore di aspirazione da 11 kW posti nell'edificio raffinazione, come riferito dalla Committenza, non sono utilizzati e quindi sono stati associati ad un profilo nullo.

I biofiltri, posti uno sopra il tetto dell'edificio biotunnel e l'altro a nord dello stabilimento sono stati associati a profilo di funzionamento nullo, non perché non vengano utilizzati, ma perché non producono consumo elettrico.

La totalità degli impianti di ventilazione funzionante nello stabilimento presenta già inverter, che modula la frequenza di alimentazione del motore elettrico in funzione delle effettive esigenze di carico. Al fine di modellizzare la modulazione dell'assorbimento in funzione del carico si è introdotto un fattore di carico variabile da 0,7 a 0,8.

Portoni automatici

Il profilo di funzionamento dei portoni automatici presenti nel complesso è stato stabilito, nell'orario di attività, avendo a disposizione le seguenti informazioni.

Movimenti giornalieri nei giorni di attività	
Portoni automatici ENTRATA ricezione	65 movimenti al giorno
Portone automatico USCITA ricezione	
Portone automatico ricezione/biotunnel	5 movimenti al giorno
Portone automatico biotunnel/officina	5 movimenti al giorno
Portone automatico raffinazione	5 movimenti al giorno
Portone automatico maturazione	8 movimenti al giorno

Tabella 60 – Movimenti giornalieri dei portoni automatici

Per ogni portone è stato fissato un tempo di apertura/chiusura medio di 30 s.

Impianti di rifornimento e lavaggio mezzi

Gli impianti che assolvono a tale servizio ubicati nell'edificio ricezione non sono utilizzati. Mentre per quanto riguarda il profilo di funzionamento della pompa del serbatoio di carburante e della pompa lavaggio ruote, installati rispettivamente nell'edificio pompe e all'accoglienza, è stato considerato il numero di movimenti medi giornalieri di automezzi in entrata (tabella 60) e un tempo medio di lavaggio e di rifornimento. Si è stabilito che il tempo medio di rifornimento è 120 s e che il tempo medio per un lavaggio ruote è 60 s.

Ovviamente gli impianti di rifornimento e lavaggio mezzi entrano in funzione solamente nei giorni di attività dell'impianto.

Macchinari

Il miscelatore, che prepara la miscela da inviare a trattamento aerobico, funziona mensilmente in maniera saltuaria, dipende dai cicli di trattamento in programma. Inoltre la Committenza ha fornito l'informazione che la macchina è fatta lavorare a carico ridotto, approssimativamente con un fattore di carico pari a 0,5.

È stato predisposto l'allacciamento per un secondo miscelatore attualmente però ancora non presente.

I miscelatori a servizio dei serbatoi di percolati, ubicati nell'edificio pompe, non sono utilizzati, per cui sono stati associati ad un profilo di funzionamento nullo.

La pesa a ponte installata in accoglienza in corrispondenza della guardiola ha un profilo di funzionamento direttamente collegato al numero di automezzi in ingresso allo stabilimento (tabella 60). È stato stimato un tempo di pesa medio per ogni automezzo di 20 s.

Prese rete elettrica

Le prese di servizio sono state associate ad un profilo di funzionamento tenendo conto delle ore di attività dello stabilimento. Si è stabilito un fattore di carico 0,2 al fine di non sovrastimare i consumi delle utenze allacciate a tale rete. Infatti si suppone vengano allacciate alla rete di servizio le attrezzature da ufficio e utenze occasionali secondo le necessità.

Strumentazioni elettroniche

L'impianto di supervisione è attivo 24 ore su 24 per tutto l'anno, così come il quadro di controllo e comando dell'alimentazione elettrica.

Il funzionamento della serranda di by-pass della vasca di prima pioggia è funzione degli eventi meteorici analizzati precedentemente.

Il resto delle strumentazioni, come riferito dalla Committenza, è stato associato a profilo di funzionamento nullo.

I profili orari precedentemente riportati sono stati verificati attraverso l'analisi delle bollette e l'analisi delle curve di carico dell'anno 2017, al fine di verificare la coerenza tra il consumo stimato (ricostruito) e il consumo fatturato.

6. MODELLO ENERGETICO

I consumi delle diverse utenze elettriche sono stati ricostruiti, su base mensile, in funzione dei profili di funzionamento orari descritti nel Paragrafo 5.2.

L'analisi dei modelli energetici è strutturata sulla base dei quattro livelli di approfondimento consequenziali proposti da ENEA⁸:

- **Livello A:** consumo complessivo del vettore energetico analizzato;
- **Livello B:** consumi mensili suddivisi per Macrocategoria (Servizi Ausiliari, Servizi Generali e Attività Principali);
- **Livello C:** consumi mensili suddivisi per servizio;
- **Livello D:** consumi mensili suddivisi per uso finale.

Si riportano a seguire i modelli relativi ai diversi vettori energetici utilizzati.

⁸ ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente). Ente pubblico di ricerca italiano che opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile, vigilato dal Ministero dello Sviluppo Economico.

6.1. Modello elettrico

Il consumo totale ricostruito derivante dall'analisi è stato confrontato con i consumi fatturati nel periodo oggetto di Diagnosi, verificando la percentuale di copertura raggiunta su base mensile e annuale.

Si è giunti alla validazione del modello elettrico attuale attraverso un iter ciclico. Il modello per essere considerato valido doveva presentare percentuali di ricostruzione sul consumo fatturato tra il 95% e il 98%, per percentuali diverse si rendeva necessario una nuova calibrazione dei consumi ricostruiti mediante la revisione e verifica dei profili di funzionamento e del censimento complessivo di fattori di carico forniti dalla Committenza. L'iter è schematizzato di seguito.

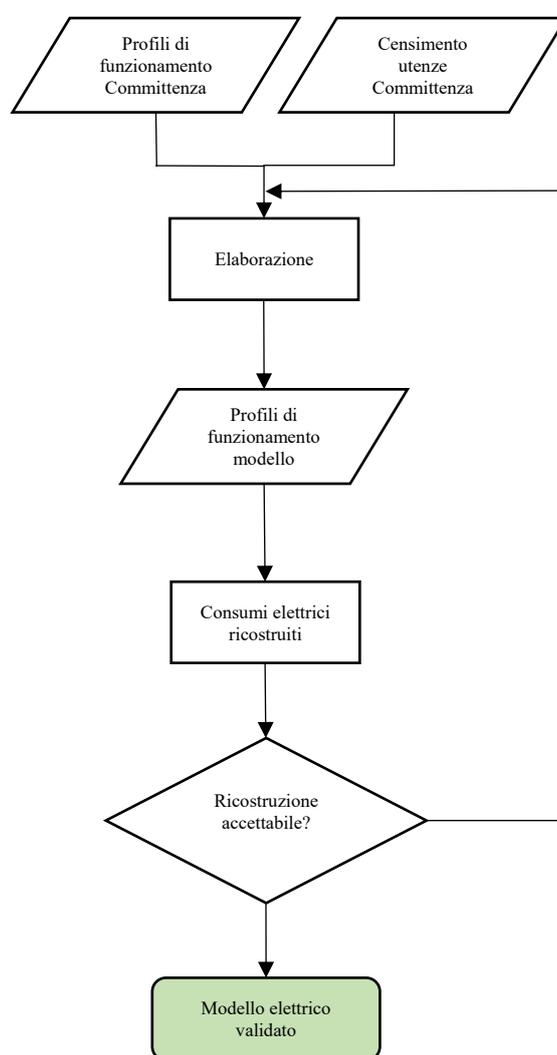


Figura 15 – Iter ciclico per la validazione del modello elettrico adottato

La tabella di seguito riportata sintetizza i risultati ottenuti dal modello elettrico, presentando i consumi complessivi di energia elettrica (Livello A) e suddivisi per Macrocategorie (Livello B).

Macrocategoria	Consumo accorpato per Macrocategoria [kWh]												Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag			
Servizi Generali	16.881	19.643	20.286	17.044	19.710	21.321	20.791	22.239	20.234	19.306	15.687	16.781	229.923	15,3%	43
Servizi Ausiliari	15.161	14.076	13.705	13.351	14.483	18.310	18.374	17.593	13.686	13.403	12.789	14.268	179.199	11,9%	34
Attività Principali	103.615	103.927	100.704	96.251	84.160	94.656	100.231	79.929	70.067	84.928	86.079	92.571	1.097.119	72,8%	205
Totale ricostruito [kWh]	135.658	137.646	134.695	126.646	118.352	134.287	139.396	119.761	103.988	117.637	114.555	123.620	1.506.241	100%	282
Consumi fatturati	140.891	142.662	139.601	131.443	123.516	139.716	144.999	125.162	107.634	121.646	118.323	128.578	1.564.171		
Fatturati + RES [kWh]	140.891	142.662	139.601	131.443	123.516	139.716	144.999	125.162	107.634	121.646	118.323	128.578	1.564.171		
% di copertura	96,3%	96,5%	96,5%	96,4%	95,8%	96,1%	96,1%	95,7%	96,6%	96,7%	96,8%	96,1%	96,3%		

Tabella 61 – Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica complessivo e suddiviso per Macrocategoria

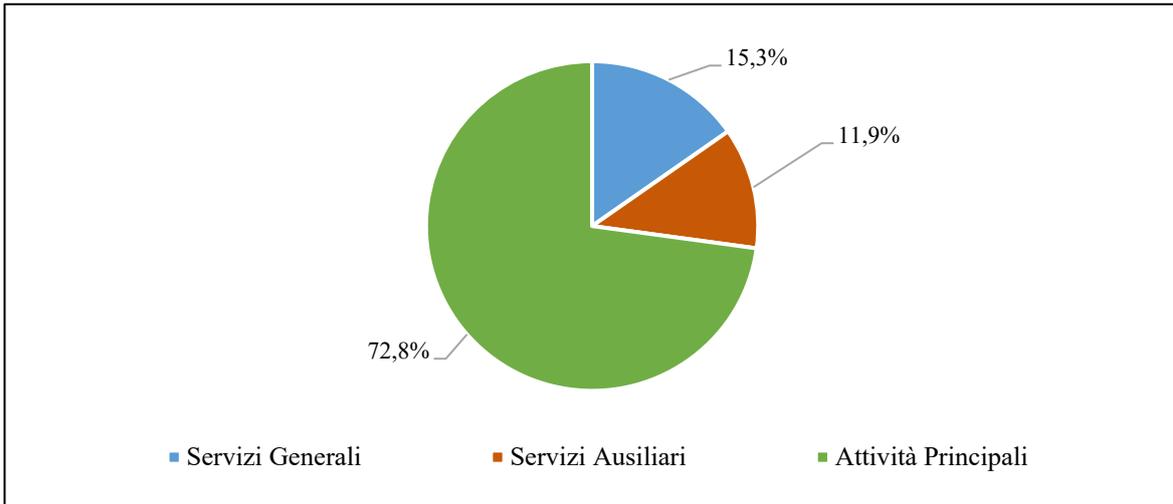
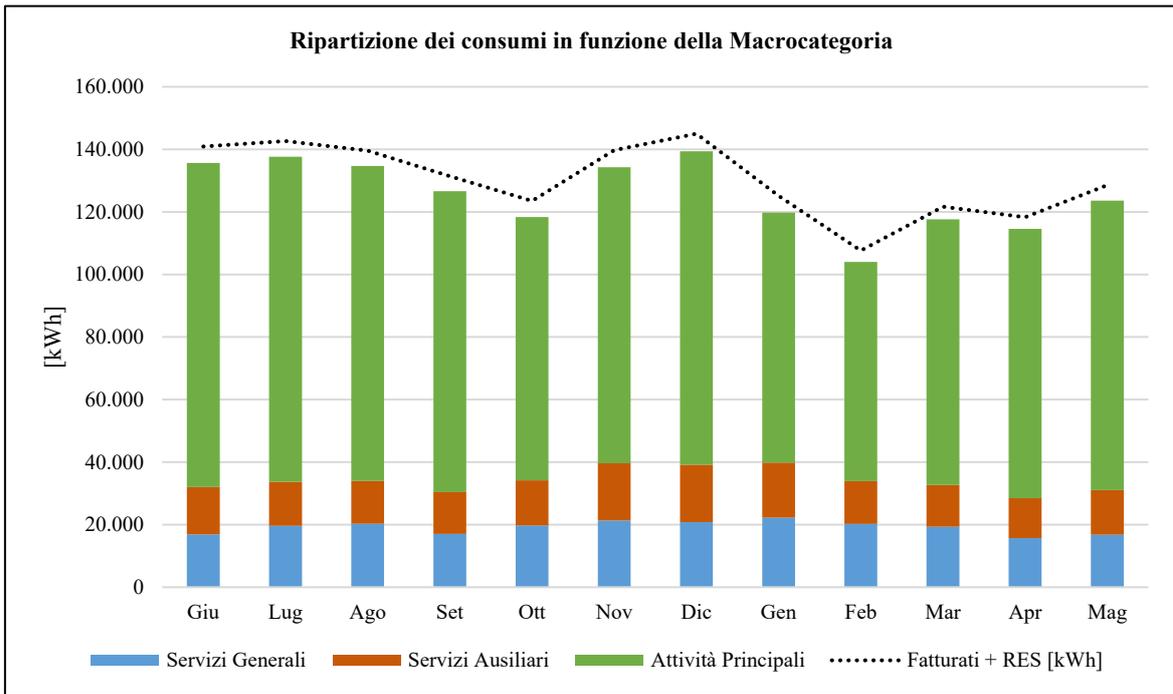


Figura 16 – Ripartizione dei consumi in funzione della Macrocategoria

La tabella di seguito riportata illustra i risultati ottenuti dal modello elettrico presentando i consumi suddivisi per servizio (Livello C).

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo mensile [kWh]												Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
		Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag			
Illuminazione interna	Servizi Generali	12.216	13.234	13.234	13.234	13.271	12.795	11.771	12.830	12.283	13.762	11.723	13.252	153.607	10,2%	29
Illuminazione esterna	Servizi Generali	2.366	2.543	2.896	3.235	3.804	4.080	4.432	4.418	3.724	3.534	2.850	2.651	40.531	2,7%	8
Impianti di ventilazione	Attività Principali	103.369	103.640	100.558	95.965	84.014	94.381	99.746	79.402	69.803	84.776	85.595	92.024	1.093.272	72,6%	204
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	13.319	12.357	11.985	11.724	12.895	16.660	16.860	15.991	12.137	11.619	11.208	12.522	159.278	10,6%	30
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	49	57	29	57	29	55	98	106	53	30	98	110	771	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	197	229	117	229	117	221	387	421	212	122	387	437	3.077	0,2%	1
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	1.769	3.291	3.581	0	2.060	3.893	4.079	4.439	3.697	1.413	605	303	29.130	1,9%	5
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	1.269	1.099	1.099	1.006	967	1.053	965	1.005	976	1.140	1.032	1.126	12.737	0,8%	2
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	64	69	69	69	69	67	61	67	64	72	61	69	803	0,1%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	141	153	153	153	153	147	135	147	141	159	135	153	1.771	0,1%	0
Impianto anti incendio	Servizi Generali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	368	398	398	398	398	383	352	383	368	414	352	398	4.611	0,3%	1
Prese rete elettrica	Servizi Generali	531	575	575	575	575	553	508	553	531	597	508	575	6.654	0,4%	1
Impianti di biofiltrazione	Servizi Ausiliari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Attività Principali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Totale ricostruito [kWh]		135.658	137.646	134.695	126.646	118.352	134.287	139.396	119.761	103.988	117.637	114.555	123.620	1.506.241	100,0%	282
Consumi fatturati [kWh]		140.891	142.662	139.601	131.443	123.516	139.716	144.999	125.162	107.634	121.646	118.323	128.578	1.564.171		
% di copertura		96,3%	96,5%	96,5%	96,4%	95,8%	96,1%	96,1%	95,7%	96,6%	96,7%	96,8%	96,1%	96,3%		

Tabella 62 – Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per servizio

Osservando il grafico seguente è possibile visualizzare nell'immediato i *driver energetici* che caratterizzano l'andamento dei consumi dello stabilimento.

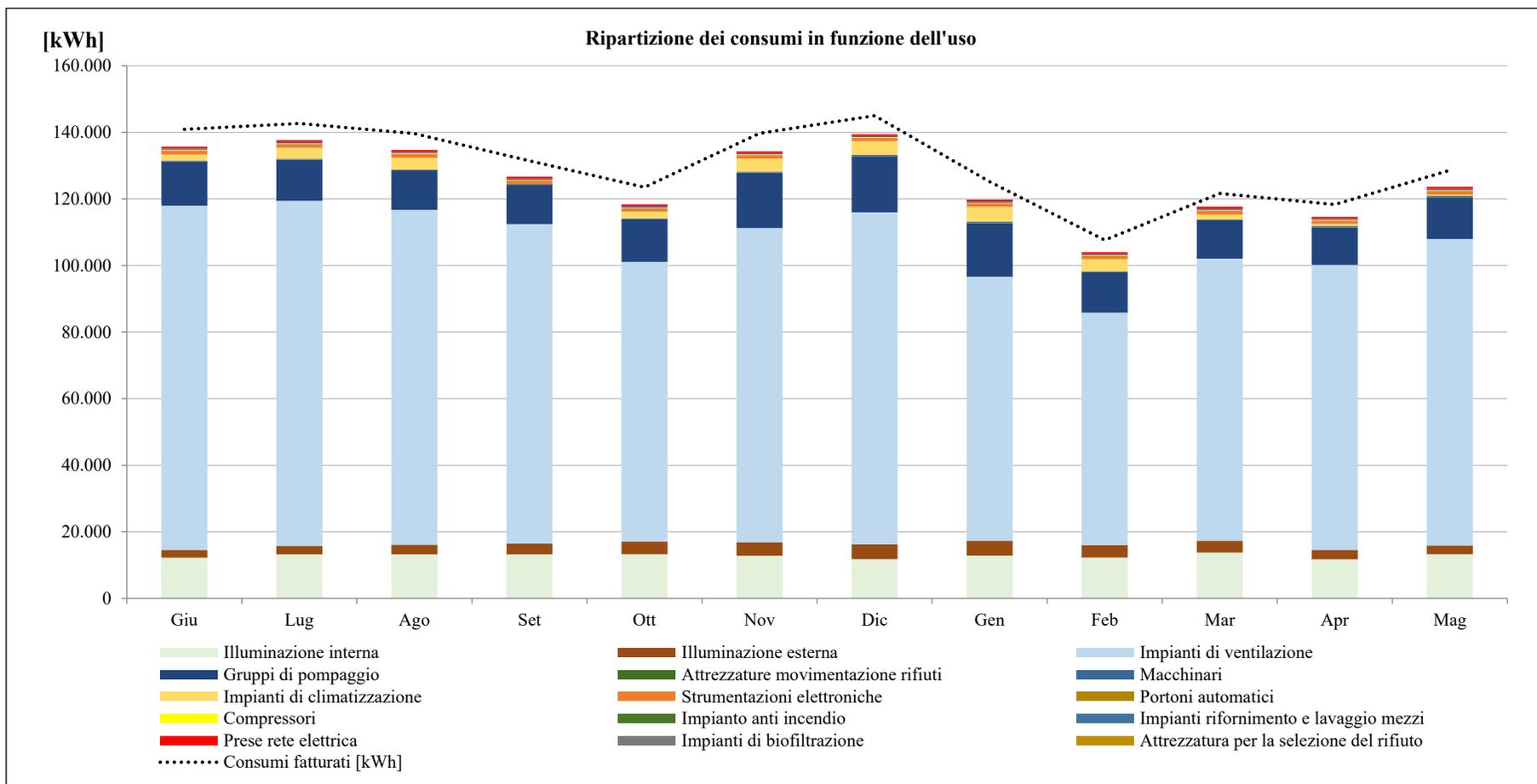
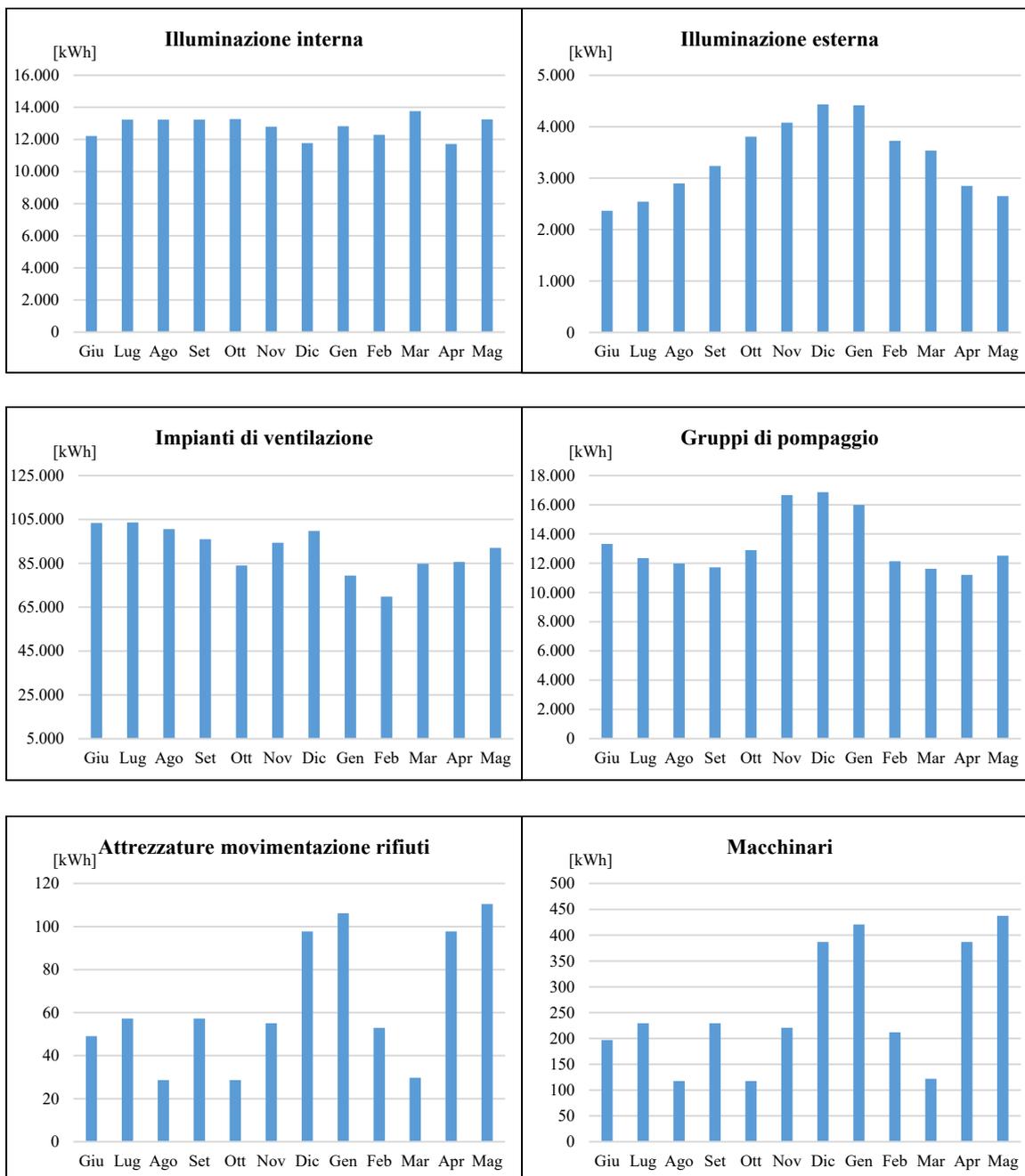


Figura 17 – Ripartizione dei consumi in funzione dell'uso

Si riportano inoltre separatamente i consumi mensili di ciascun servizio (Livello C). Come si evince dalla tabella 62 i consumi attribuibili ai servizi di impianti anti incendio, impianti di biofiltrazione e attrezzature per la selezione del rifiuto risultano nulli come conseguenza delle riflessioni fatte con la Committenza riportate precedentemente. Di conseguenza tali servizi non compariranno nei grafici a seguire.



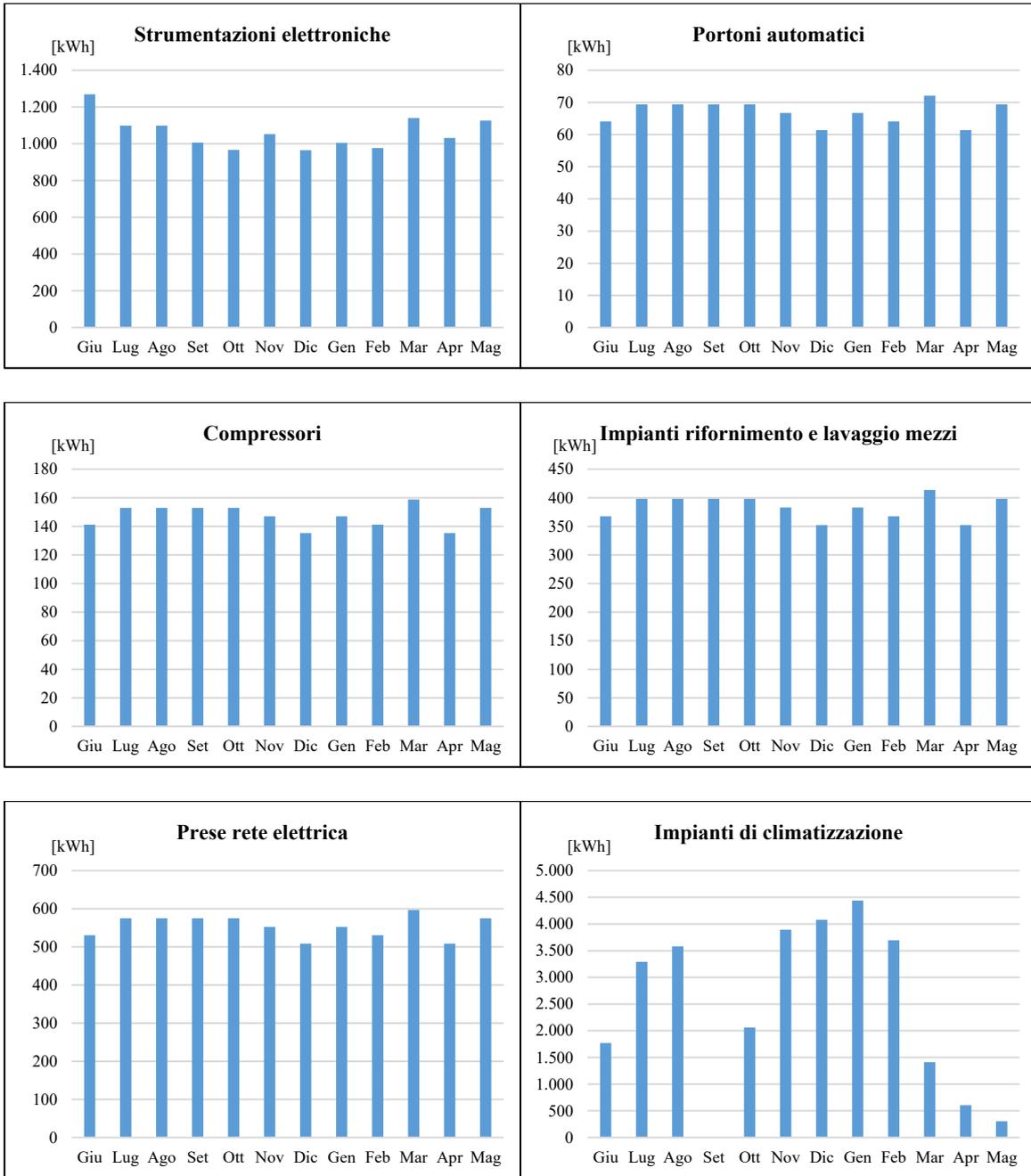


Figura 18 – Consumi ricostruiti per ciascun servizio

La tabella di seguito sintetizza i risultati ottenuti dal modello elettrico presentando i consumi di energia elettrica delle utenze elettriche (Livello D). Non si riportano le utenze associate a profilo di funzionamento nullo. Al fine di rendere la lettura più agevole ad ogni casella di consumo mensile è associata una tonalità che tende all'arancione all'aumentare dell'assorbimento elettrico di tale utenza, così facendo è possibile riconoscere nell'immediato le utenze più energivore.

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA	25	28	28	28	28	26	24	26	25	29	24	28	319	0,06	0,02%
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA	25	28	28	28	28	26	24	26	25	29	24	28	319	0,06	0,02%
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0,00	0,00%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore	192	224	112	224	112	215	382	415	207	116	382	432	3.014	0,56	0,20%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazioni e rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12	16	19	10	19	10	18	33	35	18	10	33	37	257	0,05	0,02%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazioni e rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32	33	38	19	38	19	37	65	71	35	20	65	74	514	0,10	0,03%
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/officina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,00%
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,00%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 1	7.947	0	0	0	10.036	13.244	13.686	9.124	0	0	0	0	54.037	10,10	3,6%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 3	0	0	0	0	0	0	0	0	9.889	0	0	0	9.889	1,85	0,7%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macro-categoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Trattamento aerobico di matrici organiche	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore (N.12 da 22Kw)	27.563	29.838	26.311	28.875	40.688	44.625	46.113	32.550	31.850	27.125	27.563	29.838	392.936	73,48	26,1%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Selezione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	58	63	63	63	63	61	56	61	58	66	56	63	731	0,14	0,1%
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	24.802	27.136	27.136	23.343	0	0	0	0	0	20.503	20.425	21.106	164.453	30,75	10,9%
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	24.802	27.136	27.136	23.343	0	0	0	0	0	20.503	20.425	21.106	164.453	30,75	10,9%
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	1.877	2.237	2.288	2.034	0	0	0	0	0	1.795	1.574	1.780	13.585	2,54	0,9%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	1.877	2.237	2.288	2.034	0	0	0	0	0	1.795	1.574	1.780	13.585	2,54	0,9%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	9.128	9.765	9.987	10.202	16.645	18.256	19.974	18.864	14.032	8.322	8.591	9.987	153.752	28,75	10,2%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	9.128	9.765	9.987	10.202	16.645	18.256	19.974	18.864	14.032	8.322	8.591	9.987	153.752	28,75	10,2%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	83	90	90	90	90	86	79	86	83	93	79	90	1.040	0,19	0,1%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	20	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	20	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	20	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	20	0,00	0,0%
Edificio pompe	Rilancio percolati	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	7.331	6.628	6.155	6.873	12.310	15.578	16.097	15.151	11.119	6.628	6.873	7.575	118.318	22,13	7,9%
Edificio pompe	Rilancio percolati	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Macchinari	Miscelatori serbatoi percolati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio pompe	Rilancio percolati	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Macchinari	Miscelatori serbatoi percolati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di 1a pioggia	840	405	405	202	116	336	208	231	314	463	392	463	4.375	0,82	0,3%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca 1a pioggia	385	186	186	92	53	154	95	106	144	212	180	212	2.005	0,37	0,1%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	1.100	530	530	264	152	440	273	303	411	606	513	606	5.729	1,07	0,4%
Edificio pompe	Messa in pressione acque industriali	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave	294	318	318	318	318	306	282	306	294	331	282	318	3.686	0,69	0,2%
Edificio pompe	Rifornimento	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Serbatoio erogazione carburante	153	165	165	165	165	159	146	159	153	172	146	165	1.913	0,36	0,1%
Capannoni	Capannoni	Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna	12.016	13.017	13.017	13.017	13.017	12.517	11.515	12.517	12.016	13.518	11.515	13.017	150.699	28,18	10,0%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	2.366	2.543	2.896	3.235	3.804	4.080	4.432	4.418	3.724	3.534	2.850	2.651	40.531	7,58	2,7%
Palazzina uffici	Intero complesso	Uffici	Servizi Generali	Prese rete elettrica	Prese servizio	531	575	575	575	575	553	508	553	531	597	508	575	6.654	1,24	0,4%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale
Accoglienza	Lavaggio automezzi	Guardiola	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Pompa lavaggio ruote	215	233	233	233	233	224	206	224	215	242	206	233	2.698	0,50	0,2%
Accoglienza	Pesatura automezzi	Guardiola	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	63	0,01	0,0%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	353	382	382	382	382	367	338	367	353	397	338	382	4.423	0,83	0,3%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	531	531	531	531	531	531	531	531	480	531	514	531	6.309	1,18	0,4%
Palazzina uffici	Uffici	Uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi	200	217	217	217	253	278	256	313	267	244	208	235	2.908	0,54	0,2%
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Ricezione	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Pompe di calore sala controllo sala quadri	447	714	845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.005	0,37	0,1%
Palazzina uffici	Uffici	Uffici	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici	875	1.864	1.892	0	2.060	3.893	4.079	4.439	3.697	1.413	605	303	25.120	4,70	1,7%
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Ricezione	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Pompe di calore sala controllo sala quadri	447	714	845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.005	0,37	0,1%
Totale ricostruito [kWh]						135.658	137.646	134.695	126.646	118.352	134.287	139.396	119.761	103.988	117.637	114.555	123.620	1.506.241	281,67	100%

Tabella 63 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per utenza

6.1.1. Modello elettrico – Sintesi

A seguire sono esposti ed approfonditi i risultati ottenuti riguardo le tre Macrocategorie: i Servizi Generali, i Servizi Ausiliari e le Attività Principali.

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Sintesi dei consumi		
		Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Illuminazione interna	Servizi Generali	153.607	10,2%	29
Illuminazione esterna	Servizi Generali	40.531	2,7%	8
Impianti di ventilazione	Attività Principali	1.093.272	72,6%	204
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	159.278	10,6%	30
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	771	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	3.077	0,2%	1
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	29.130	1,9%	5
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	12.737	0,8%	2
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	803	0,1%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	1.771	0,1%	0
Impianto anti incendio	Servizi Generali	0	0,0%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	4.611	0,3%	1
Prese rete elettrica	Servizi Generali	6.654	0,4%	1
Impianti di biofiltrazione	Servizi Ausiliari	0	0,0%	0
Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Attività Principali	0	0,0%	0
Totale ricostruito [kWh]		1.506.241	100,0%	282

Tabella 64 – Sintesi dei consumi per servizio

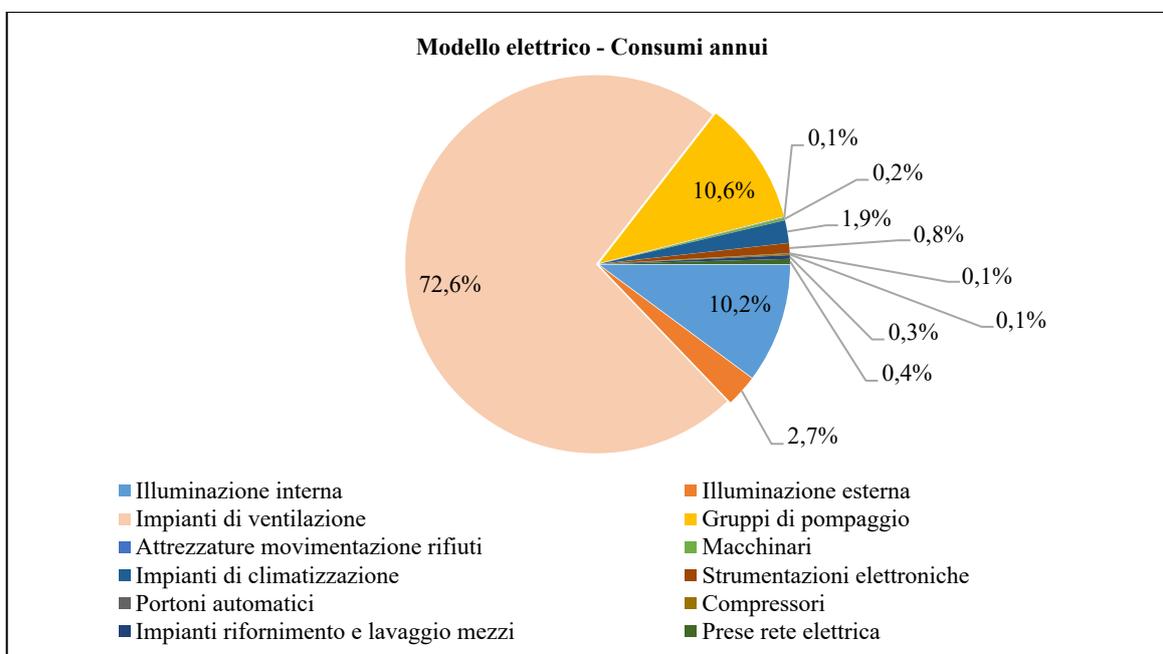


Figura 19 – Modello elettrico: Distribuzione dei consumi

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Illuminazione interna	Servizi Generali	153.607	66,8%	29
Illuminazione esterna	Servizi Generali	40.531	17,6%	8
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	29.130	12,7%	5
Prese rete elettrica	Servizi Generali	6.654	2,9%	1
Totale ricostruito [kWh]		229.923	100,0%	43

Tabella 65 – Sintesi dei consumi dei Servizi Generali

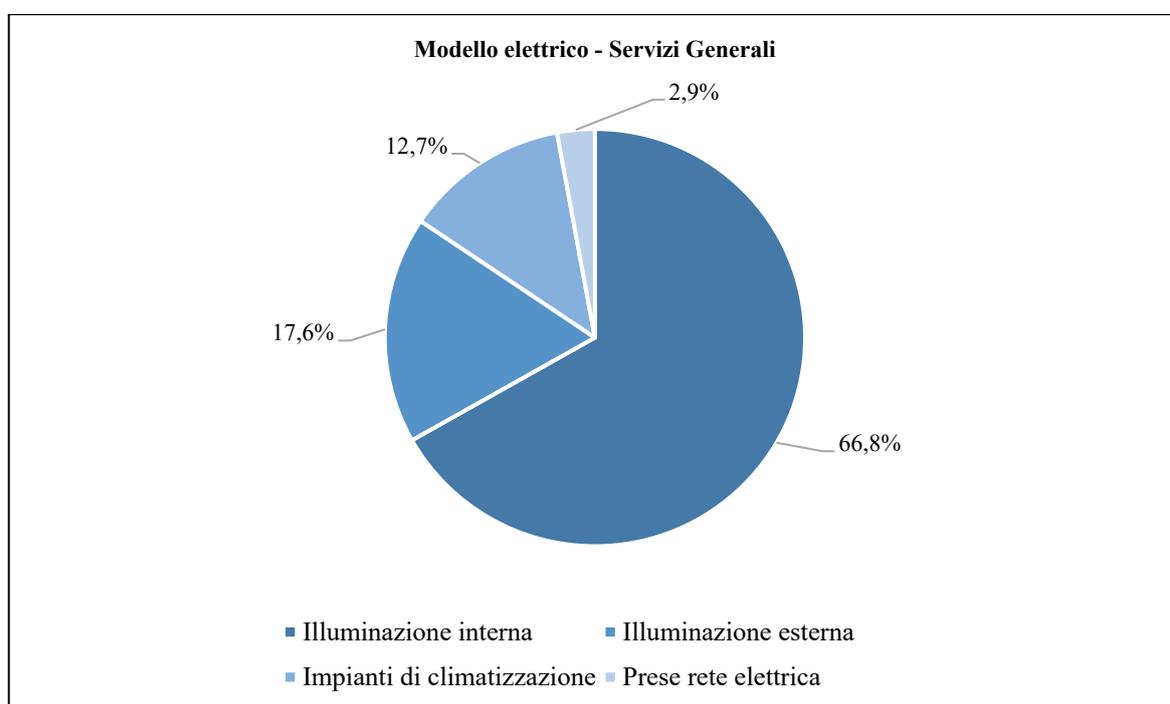


Figura 20 – Modello elettrico: Servizi Generali

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	159.278	88,9%	30
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	12.737	7,1%	2
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	803	0,4%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	1.771	1,0%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	4.611	2,6%	1
Totale ricostruito [kWh]		179.199	100,0%	34

Tabella 66 – Sintesi dei consumi dei Servizi Ausiliari

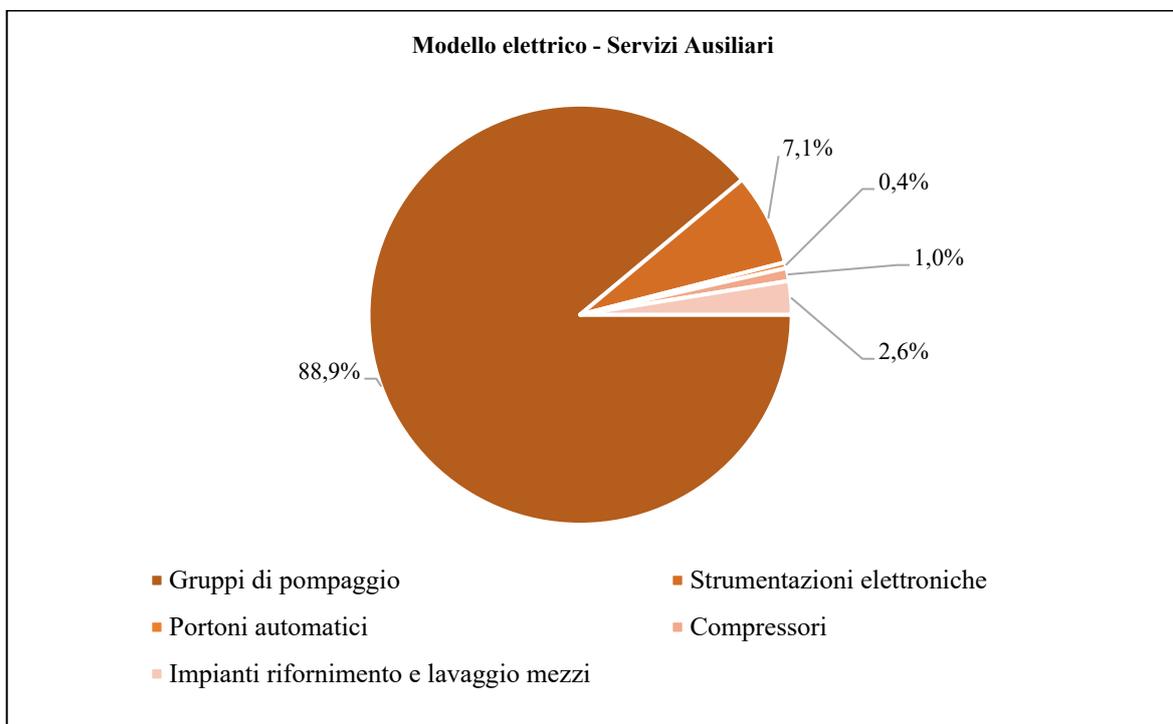


Figura 21 – Modello elettrico: Servizi Ausiliari

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Impianti di ventilazione	Attività Principali	1.093.272	99,6%	204
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	771	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	3.077	0,3%	1
Totale ricostruito [kWh]		1.097.119	100,0%	205

Tabella 67 – Sintesi dei consumi delle Attività Principali

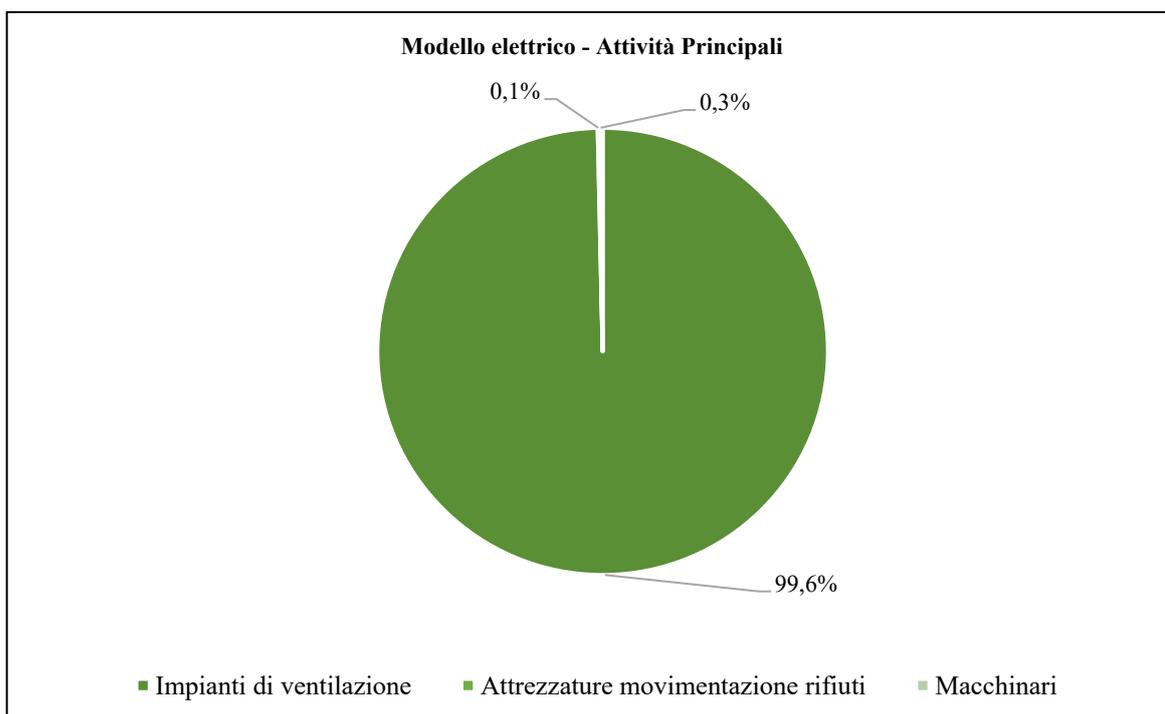


Figura 22 – Modello elettrico: Attività Principali

6.1.2. Modello elettrico suddiviso per edificio

Si ritiene utile inoltre rappresentare come i consumi si ripartiscono su ciascun fabbricato facente parte del complesso oggetto di Diagnosi. Si riporta la tabella e la conseguente rappresentazione grafica.

Fabbricato	Consumo mensile [kWh]												Consumo annuo [kWh]	% sul totale
	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag		
Edificio ricezione	1.187	1.765	1.886	338	197	325	530	576	312	204	530	599	8.447	0,6%
Edificio biotunnel	35.511	29.840	26.313	28.877	50.726	57.871	59.800	41.676	41.741	27.127	27.564	29.840	456.887	30,3%
Edificio raffinazione	62	67	67	67	67	65	60	65	62	70	60	67	780	0,1%
Edificio maturazione	18.345	19.627	20.070	20.500	33.386	36.604	40.033	37.821	28.153	16.745	17.267	20.070	308.622	20,5%
Edificio pompe	10.102	8.233	7.760	7.914	13.114	16.973	17.102	16.256	12.433	8.412	8.386	9.340	136.025	9,0%
Zona scrubber	53.359	58.747	58.849	50.754	0	0	0	0	0	44.597	43.999	45.771	356.076	23,6%
Accoglienza	220	238	238	238	238	229	211	229	220	248	211	238	2.761	0,2%
Zona biofiltro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
Palazzina uffici	1.606	2.656	2.684	792	2.888	4.724	4.843	5.305	4.494	2.254	1.322	1.113	34.682	2,3%
Intero complesso	3.250	3.456	3.809	4.148	4.717	4.979	5.302	5.316	4.557	4.462	3.702	3.564	51.263	3,4%
Capannoni	12.016	13.017	13.017	13.017	13.017	12.517	11.515	12.517	12.016	13.518	11.515	13.017	150.699	10,0%
Totale ricostruito [kWh]	135.658	137.646	134.695	126.646	118.352	134.287	139.396	119.761	103.988	117.637	114.555	123.620	1.506.241	100,0%

Tabella 68 – Sintesi dei consumi ripartiti per edificio

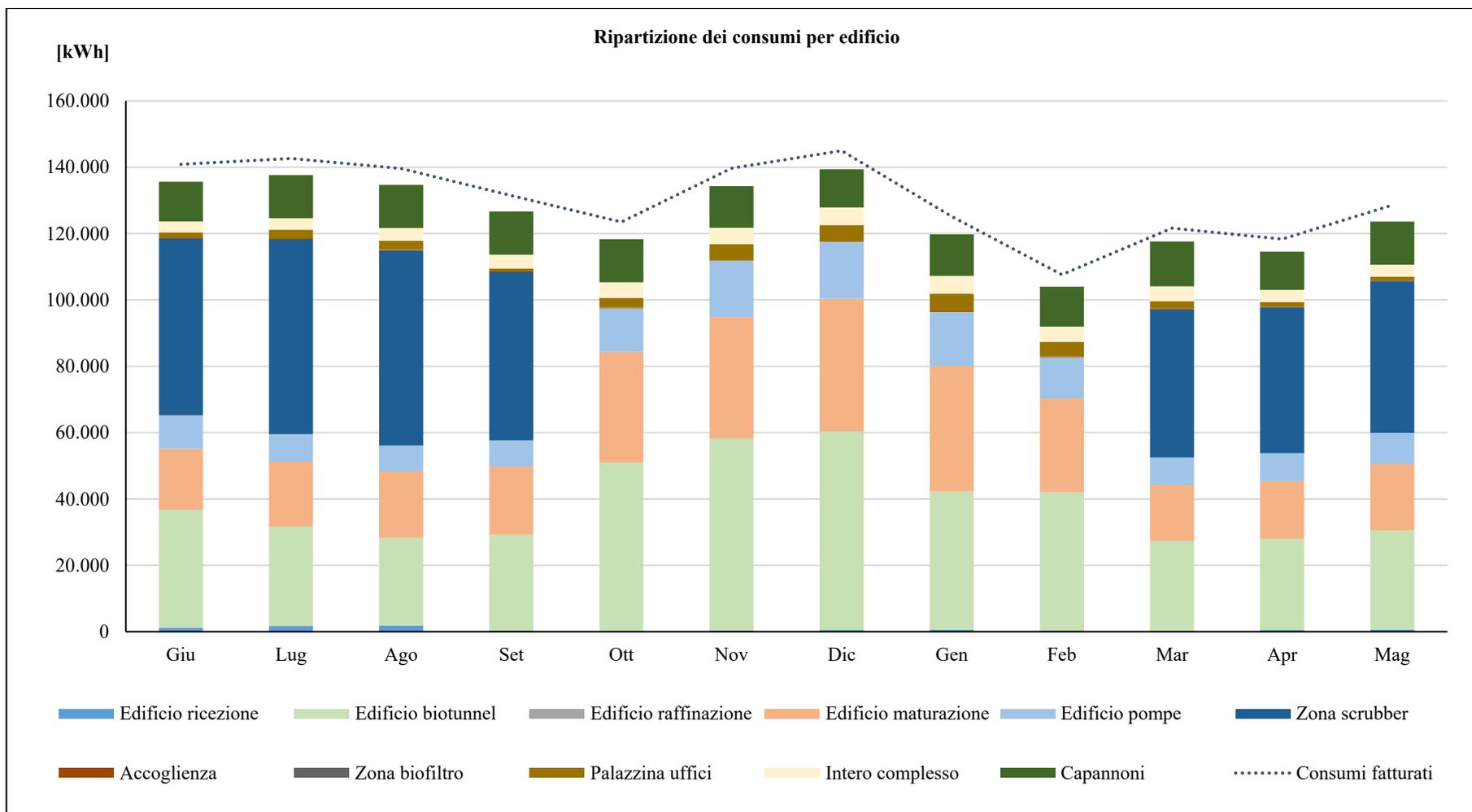


Figura 23 – Consumi elettrici attribuibili a ciascun edificio

7. CONSIDERAZIONI SUI CONSUMI

7.1. Consumi elettrici

Dall'analisi dei consumi di tipo elettrico si nota la preponderanza delle Attività Principali (72,8%), quindi di tutte quelle attività legate al trattamento aerobico per la produzione del compost e alla biostabilizzazione e/o bioessiccazione del rifiuto. I Servizi Ausiliari, che includono i gruppi di pompaggio, le strumentazioni, i portoni automatici, i compressori, gli impianti di rifornimento e lavaggio mezzi e gli impianti di biofiltrazione, incidono per circa l'11,9%. I Servizi Generali invece, incidono sul monte consumi per circa il 15,3%, si ricordano appartenere a tale Macrocategoria l'illuminazione interna ed esterna, gli impianti di climatizzazione, l'impianto antincendio e le prese elettriche della rete di servizio.

Approfondendo l'analisi al livello C emerge che i servizi più energivori sono rappresentati dagli impianti di ventilazione (72,6%) seguiti dai gruppi di pompaggio (10,6%) e dall'illuminazione interna dei capannoni e della palazzina (10,2%).

Aumentando il focus a livello degli assorbimenti di ciascun'utenza, Livello D, si può notare che le utenze con i consumi maggiori sono proprio i ventilatori a servizio del processo di compostaggio (26,1%), seguiti dai ventilatori di aspirazione degli scrubbers (circa 21%) e dai ventilatori di aspirazione installati in maturazione secondaria (circa 20%). Sono significativi anche gli assorbimenti dovuti all'illuminazione (circa 13%) e alle pompe di rilancio dei percolati (7,9%).

Alla luce di quanto evidenziato dall'analisi, si può concludere che gli andamenti dei consumi sono per lo più correlati ai cicli di trattamento programmati in biocella, che a loro volta sono funzione della quantità di rifiuto in ingresso allo stabilimento.

8. INDICATORI ENERGETICI

8.1. Calcolo degli indicatori (IPE)

A questo punto, dopo aver terminato la fase di elaborazione del sistema energetico, è opportuno definire lo stato qualitativo del sistema in analisi, tenendo in considerazione le variabili operative che caratterizzano l'andamento dei consumi energetici.

Secondo la UNI CEI/TR 11428 [13] una corretta metodologia di valutazione dello stato energetico e prestazionale della struttura e degli elementi che la compongono, necessita di essere supportata dal calcolo degli Indici di Prestazione Energetica. Infatti l'Indice di Prestazione Energetica, definito come "il rapporto tra l'energia per fornire un servizio/prodotto e l'entità del servizio/prodotto fornito" [13], consente di rapportare i consumi energetici a specifici parametri di utilizzo e produttività.

Le tabelle riportate di seguito sintetizzano la struttura energetica e individuano, per ciascun servizio e attività considerata, una serie di parametri prestazionali appartenenti a due macrocategorie di riferimento:

- **Ipg** (Indice prestazionale generale) calcolato rapportando il consumo del vettore energetico al valore di produzione globale;
- **Ips** (Indice di prestazione specifico) calcolato rapportando il consumo del vettore energetico alla destinazione d'uso specifica di ciascuna utenza.

Per quanto riguarda il calcolo dell'Ipg si è scelto di rapportare il consumo a due tipologie di servizio fornito: alla quantità di rifiuti in ingresso allo stabilimento ed anche in particolare al sottoinsieme di rifiuti in ingresso destinati al trattamento aerobico di matrici organiche, poiché la produzione di Ammendante Compostato con Fanghi (ACF) è il *core business* dell'impianto.

CONSUMI	CODICE	VETTORE	u.m.	Consumo fatturato	Fattore di conversione in tep [tep/u.m.]	TEP
	7	Energia elettrica	kWhel	1.564.171	0,000187	292

Tabella 69 – Consumo per vettore energetico

Energia Elettrica		CONSUMO FATTURATO [kWhel/anno]	TEP [tep/anno]	CONSUMO CALCOLATO			
				[kWhel/anno]	Non ricostruito	% copertura	
LB	j=	1	1.564.171	292	1.506.241	57.930	96,3%

		CONSUMO [kWhel/anno]	TEP [tep/anno]	Destinazione d'uso specifica			Ips - Indice di prestazione specifico		
LC	1.1	ATTIVITA' PRINCIPALI	1.097.119	205	Descrizione	valore	u.m.	valore	u.m. [kWhel/u.m.]
LD	1.1.1	Impianti di ventilazione	1.093.272	204,44	Rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche e a trattamento di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	7.887,13	t	139,1	kWhel/t
	1.1.2	Attrezzature movimentazione rifiuti	771	0,14	Rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche	7.610,05	t	0,10	kWhel/t
	1.1.3	Macchinari	3.077	0,58	Rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche	7.610,05	t	0,404	kWhel/t

LC	1.2	SERVIZI AUSILIARI	179.199	34	Descrizione	valore	u.m.	valore	u.m. [kWhel/u.m.]
LD	1.2.1	Gruppi di pompaggio	159.278	29,78	Rifiuti destinati a biostabilizzazione e/o bioessiccazione	277	t	574,84	kWhel/t
	1.2.2	Strumentazioni elettroniche	12.737	2,38	Rifiuti in ingresso	39.744	t	0,32	kWhel/t
	1.2.3	Portoni automatici	803	0,15	Rifiuti in ingresso	39.744	t	0,02	kWhel/t
	1.2.4	Compressori	1.771	0,33	Rifiuti in ingresso	39.744	t	0,04	kWhel/t
	1.2.5	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	4.611	0,86	Rifiuti in ingresso	39.744	t	0,12	kWhel/t

LC	1.3	SERVIZI GENERALI	229.923	43	Descrizione	valore	u.m.	valore	u.m. [kWhel/u.m.]
LD	1.3.1	Impianti di climatizzazione	29.130	5,45	Cubatura sala quadri e uffici	1.349,83	m ³	21,58	kWhel/m ³
	1.3.2	Illuminazione interna	153.607	28,72	Superficie capannoni e uffici	16.300	m ²	9,42	kWhel/m ²
	1.3.3	Illuminazione esterna	40.531	7,58	Superficie area esterna	17.330	m ²	2,34	kWhel/m ²
	1.3.4	Prese rete elettrica	6.654	1,24	Superficie palazzina	550	m ²	12,10	kWhel/m ²

Tabella 70 – Riepilogo Ips energia elettrica

Prodotti/servizi in ingresso all'azienda	Valore	u.m.	Attività principali			Servizi Ausiliari			Servizi Generali		
			kWhel	Ipg Attività Principali	u.m.	kWhel	Ipg Servizi Ausiliari	u.m.	kWhel	Ipg Servizi Generali	u.m.
Rifiuti in ingresso	39.744	t	1.097.119	27,60	kWhel/t	179.199	4,51	kWhel/t	229.923	5,79	kWhel/t
Rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche	7.610	t	1.097.119	144,17	kWhel/t	179.199	23,55	kWhel/t	229.923	30,21	kWhel/t

Tabella 71 – Riepilogo Ipg energia elettrica

8.2. Confronto con gli standard di riferimento (IPO)

La norma UNI CEI/TR 11428 [13] suggerisce di valutare lo stato qualitativo del sistema energetico in rapporto a due differenti indici prestazionali:

- Gli Indici di Verifica Operativi (IVO)⁹, rappresentativi dell'energia che dovrebbe essere consumata considerando impianti, struttura e macchine esistenti e che derivano dai modelli energetici descritti nei paragrafi precedenti;
- Gli Indici di Prestazione Obiettivo (IPO), che derivano da parametri di riferimento estrapolati da studi statistici di settore effettuati da enti, associazioni ed operatori accreditati (le cosiddette organizzazioni "affidabili").

Il confronto degli IPE con gli indici di riferimento consente di assolvere a due obiettivi molto importanti ai fini della Diagnosi Energetica:

1. *Consistency check* (il controllo di coerenza);
2. La determinazione del grado di efficienza energetica del complesso e dei suoi componenti.

Il *consistency check* rappresenta uno strumento di validazione per i modelli energetici analizzati. Infatti, attraverso il confronto tra gli IPE e gli Indici di Verifica Operativi, è possibile valutare lo scostamento della ricostruzione dei consumi rispetto al reale comportamento energetico della struttura e dei suoi componenti.

I modelli energetici sono stati gradualmente affinati, revisionando e verificando tutti i dati e le ipotesi che ne sono alla base, al fine di minimizzare lo scarto IVO-IPE. Il risultato, sintetizzato nelle tabelle a seguire, è stato raggiunto mediante una costante interazione con la Committenza per verificare la correttezza dell'informazioni ricevute e dei dati rilevati, fino alla convergenza tra il modello e la realtà.

⁹ La UNI CEI TR 11428:2011 espone i concetti di Indice di Prestazione Effettivo (IPE), Indice di Prestazione Obiettivo (IPO) e Indice di Prestazione Operativo (IPO). Quest'ultimo viene indicato, nella presente Diagnosi, con l'acronimo IVO (Indice di Verifica Operativo) al fine di facilitare la distinzione tra i diversi parametri utilizzati.

Vettore energetico	Ipg/Ips	Area funzionale	u.m.	IVO	IPE	Scarto	Consistency check
Energia elettrica	Ipg	Intera struttura	kWh/t	39	38	4%	✓
Energia primaria	Ipg	Intera struttura	tep/t	0,0074	0,0071	4%	✓

Tabella 72 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso

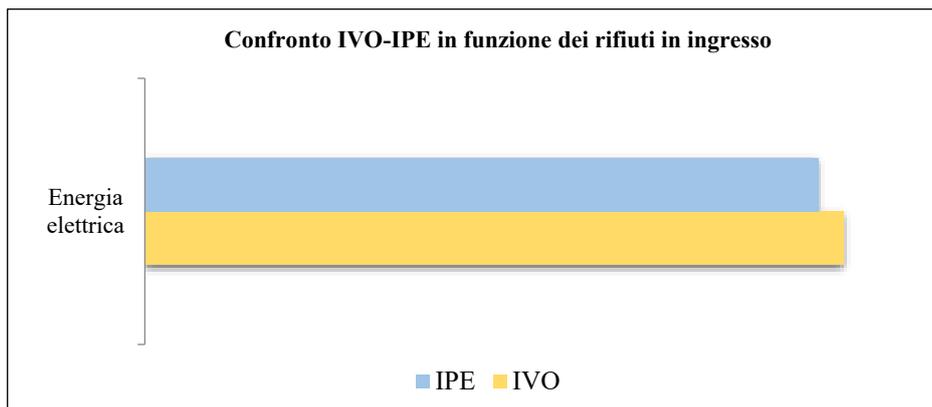


Figura 24 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso

Vettore energetico	Ipg/Ips	Area funzionale	u.m.	IVO	IPE	Scarto	Consistency check
Energia elettrica	Ipg	Intera struttura	kWh/t	206	198	4%	✓
Energia primaria	Ipg	Intera struttura	tep/t	0,038	0,037	4%	✓

Tabella 73 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti in ingresso destinati al trattamento aerobico di matrici organiche

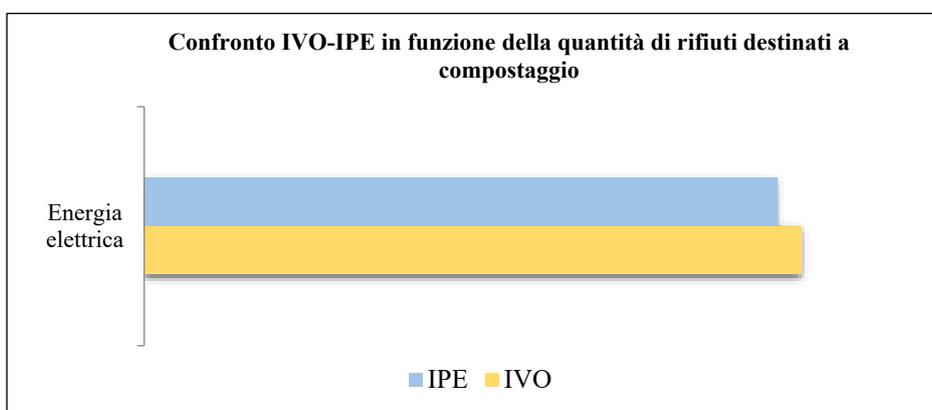


Figura 25 – Consistency check in funzione della quantità di rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche

Di seguito viene riportato un confronto dello stabilimento oggetto di Diagnosi con parametri reperiti da uno studio di settore. È però necessaria una premessa. Il parametro di confronto fa riferimento espressamente a impianti di compostaggio e di digestione aerobica e deriva da un’elaborazione di dati relativi ad alcuni casi rappresentativi di impianti italiani, da analisi di dati bibliografici e da misurazioni sul campo. Il range stabilito da tale parametro fornisce un’indicazione di massima, poiché è certamente soggetto a diverse eccezioni e considerazioni particolari, influenzate da vari fattori (tecnologie impiegate, assetti impiantistici e di processo, situazioni locali dipendenti dalle prescrizioni nelle autorizzazioni, ecc.) che portano a dover considerare ogni situazione impiantistica come un caso a sé stante [14].

Vettore energetico	Ipg/Ips	Area funzionale	u.m.	IPE	IPO	Fonte	
Energia elettrica	Ipg	Intera struttura	kWh/t	198	min	40	Confronto indicatore kWh/t di rifiuti trattati*
					med	53	
					max	65	

*Certificati Bianchi. Presentazione dei progetti a Consuntivo (PPPM). Guida Operativa per il settore della Gestione dei Rifiuti. Pasquale De Stefanis (ENEA). Anno 2013.

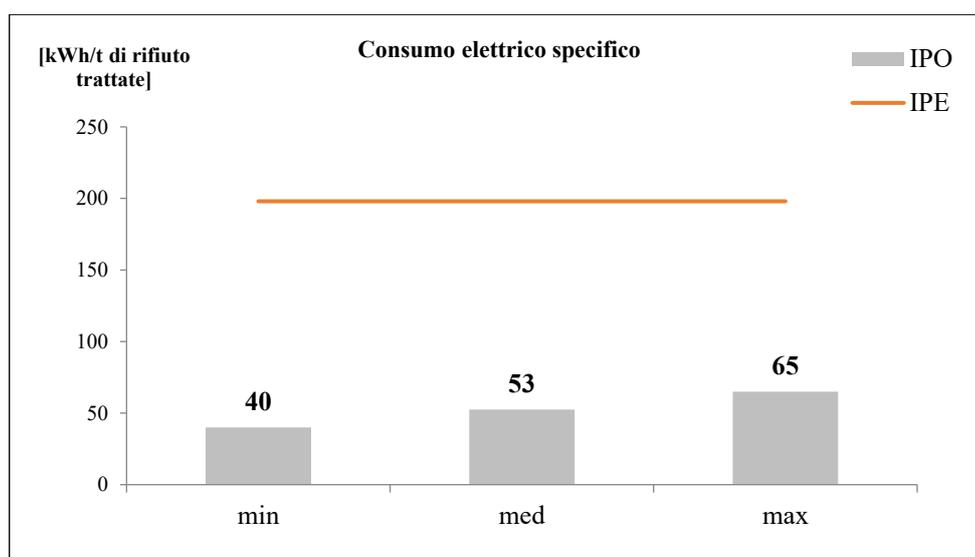


Figura 26 – Confronto IPE – IPO reperito da letteratura

Si evince che l’indicatore si trova nettamente al di sopra dei valori di riferimento, questo può essere sicuramente spiegato con il fatto che l’impianto oggetto di Diagnosi non è strutturato unicamente per essere un impianto di compostaggio, mentre il dato da letteratura fa esplicitamente riferimento a tale tipologia di impianto. Lo stabilimento riceve in ingresso non solo rifiuti destinati a trattamento aerobico di matrici organiche per la produzione di compost, ma anche altre tipologie di rifiuto destinate per esempio a messa in riserva e selezione, che comportano un aumento dei consumi energetici non correlati al trattamento di compostaggio. Inoltre il valore annuale di rifiuti in ingresso

destinati a trattamento non è significativo come sembra, infatti, secondo quanto dichiarato anche dalla Committenza, nel caso il ciclo di trattamento in biocella non dia risultati soddisfacenti, il materiale viene riprocessato incrementando i consumi energetici senza venire conteggiato.

Si può concludere che, verificata l'assenza di un Indice di Prestazione Obiettivo più adatto alla tipologia di stabilimento in esame, l'attuale indice può essere considerato quantomeno un riferimento di massima qualora si acquisiscano informazioni più accurate sulle quantità di materiale effettivamente processate nello stabilimento.

9. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

9.1. Individuazione degli interventi

Sulla base delle conclusioni del modello energetico, sono analizzati gli interventi di efficientamento da proporre. Gli interventi possono essere classificati secondo i seguenti ambiti:

- Interventi sul vettore energetico elettrico

Trattasi di interventi valutati in relazione all'efficientamento delle utenze elettriche. Gli interventi possono riguardare sia le linee di produzione che le utenze generali ed ausiliarie. Tra queste ultime sono analizzati i sistemi di produzione energetica basati sulle fonti rinnovabili (solare fotovoltaico). Lo studio ha privilegiato come discriminante tra gli interventi possibili il tempo di ritorno economico, quindi saranno maggiormente consigliati gli interventi contraddistinti da un rientro dall'investimento breve.

- Interventi generali legati a manutenzione ordinaria

Costituiscono interventi di tipo generale, per il quale non è sviluppata l'analisi economica di dettaglio, ma che rappresentano la base per una corretta operatività funzionale. In tal senso, sebbene costituiscano in gran parte procedure operative ben radicate presso aziende con un efficiente sistema di gestione della qualità, esse vengono brevemente richiamate per sottolineare i nessi che presentano in relazione alla gestione energetica.

- Interventi di manutenzione straordinaria programmata

Costituiscono interventi di efficientamento resi necessari dal rendimento del sistema considerato oltre che dall'effettiva obsolescenza delle apparecchiature facenti parte dello stesso.

- Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda

Comprendono l'installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi, interventi formativi sulle applicazioni di gestione energetica dell'azienda e l'eventuale sviluppo di un Sistema interno di Gestione dell'Energia (SGE) che promuova e favorisca l'attenzione continua al miglioramento secondo le specifiche della norma UNI EN ISO 50001 [15].

9.2. Tipologie di intervento e costi unitari di vettori energetici

Il fine ultimo della Diagnosi Energetica è l'individuazione di possibili interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica e l'analisi degli stessi in termini di costi-benefici, utile a valutarne la fattibilità dal punto di vista tecnico ed economico.

Il miglioramento delle performance energetiche degli impianti e dei macchinari di ciascun processo industriale, è fondato essenzialmente sulla scelta di intervenire in maniera puntuale sulla qualità di quei componenti che, nel lungo periodo, si suppone debbano mantenere inalterati i propri standard.

In quest'ottica la comprensione della struttura aziendale e dei processi che in essa si svolgono, insieme alla ricostruzione dei consumi delle singole utenze, acquisite durante la fase di Diagnosi, sono state utilizzate quale strumento utile all'individuazione dei componenti impiantisti e di processo sui quali intervenire attraverso azioni mirate e soluzioni tecnologiche, volte all'incremento dell'efficienza energetica e all'ottimizzazione gestionale.

Gli interventi migliorativi di seguito proposti hanno il loro fondamento nei risultati emersi dall'analisi del modello elettrico eseguita con riferimento ai consumi dell'anno di riferimento 2017.

In conclusione, l'analisi parametrica che segue è finalizzata alla comprensione dei benefici apportati dai diversi interventi proposti, in rapporto alle specificità delle attività e dei servizi coinvolti. L'obiettivo ultimo è fornire informazioni utili ad orientare le scelte decisionali in merito ad un uso razionale delle risorse energetiche.

Nella tabella sottostante si riporta il costo medio unitario dell'energia elettrica utilizzato per stimare il risparmio energetico medio conseguibile. Tale parametro è stato ricavato dall'analisi degli importi presenti nella bollettazione dell'anno di riferimento 2017.

Costo medio vettore energetico		
Energia Elettrica	0,14	€/kWh

Tabella 74 – Costo medio unitario del vettore energia elettrica

9.3. Premessa all'analisi economica degli interventi

La scelta degli interventi di efficientamento proposti in fase di *auditing* energetico è stata analizzata non solo in rapporto alla portata del beneficio conseguibile, ma anche in relazione ai seguenti indicatori economici:

- VAN: Valore Attuale Netto dell'investimento;

$$VAN = FC_0 * FA_{R,n} - I_0$$

- Tempo di ritorno dell'investimento (*Simple PayBack Time* e Tempo di Ritorno Attualizzato);

$$SPBT = \frac{I_0}{FC_0} \qquad TRA = \frac{\log \frac{FC}{FC - I_0 * R}}{\log(1 + R)}$$

- ROR: tasso di redditività immediato, pari al rapporto tra il mancato esborso economico derivante dall'intervento e il costo dell'investimento;

$$ROR = \frac{FC_0}{I_0}$$

- TIR: Tasso Interno di Rendimento, in corrispondenza del quale il valore attuale netto si annulla. È ottenuto con metodi ricorsivi da un valore di primo tentativo;

- IP: Indice di Profitto. Rappresenta, per ogni euro di investimento, quanti ne sono restituiti al netto dell'investimento stesso [16];

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

Dove:

I_0 è il costo di investimento;

R è il tasso di interesse reale medio di riferimento;

FC_0 è il mancato esborso economico al primo anno;

$FA_{R,n}$ è il Fattore di Annualità reperito in tabella 75.

Nell' eseguire le suddette valutazioni economiche, è stato adottato un tasso di interesse reale medio di riferimento del 3%, come evidenziato nella tabella seguente.

<i>Anni n</i>	<i>Interesse "R"</i>									
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91
2	1,97	1,94	1,91	1,89	1,86	1,83	1,81	1,78	1,76	1,74
3	2,94	2,88	2,83	2,78	2,72	2,67	2,62	2,58	2,53	2,49
4	3,90	3,81	3,72	3,63	3,55	3,47	3,39	3,31	3,24	3,17
5	4,85	4,71	4,58	4,45	4,33	4,21	4,10	3,99	3,89	3,79
6	5,80	5,60	5,42	5,24	5,08	4,92	4,77	4,62	4,49	4,36
7	6,73	6,47	6,23	6,00	5,79	5,58	5,39	5,21	5,03	4,87
8	7,65	7,33	7,02	6,73	6,46	6,21	5,97	5,75	5,53	5,33
9	8,57	8,16	7,79	7,44	7,11	6,80	6,52	6,25	6,00	5,76
10	9,47	8,98	8,53	8,11	7,72	7,36	7,02	6,71	6,42	6,14
11	10,37	9,79	9,25	8,76	8,31	7,89	7,50	7,14	6,81	6,50
12	11,26	10,58	9,95	9,39	8,86	8,38	7,94	7,54	7,16	6,81
13	12,13	11,35	10,63	9,99	9,39	8,85	8,36	7,90	7,49	7,10
14	13,00	12,11	11,30	10,56	9,90	9,29	8,75	8,24	7,79	7,37
15	13,87	12,85	11,94	11,12	10,38	9,71	9,11	8,56	8,06	7,61
16	14,72	13,58	12,56	11,65	10,84	10,11	9,45	8,85	8,31	7,82
17	15,56	14,29	13,17	12,17	11,27	10,48	9,76	9,12	8,54	8,02
18	16,40	14,99	13,75	12,66	11,69	10,83	10,06	9,37	8,76	8,20
19	17,23	15,68	14,32	13,13	12,09	11,16	10,34	9,60	8,95	8,36
20	18,05	16,35	14,88	13,59	12,46	11,47	10,59	9,82	9,13	8,51

Tabella 75 – Tavola di attualizzazione

Occorre precisare che i risultati conseguiti nelle valutazioni economiche, sono strettamente dipendenti dai parametri economici assunti, dalle informazioni messe a disposizione e dallo stato dei consumi riferito all'anno 2017. Ne consegue che, qualora si decidesse di procedere all'esecuzione di uno o più interventi, si renderanno necessari ulteriori approfondimenti tecnico-impianstici e valutazioni più approfondite rapportate alle reali modalità di accesso al credito a disposizione del cliente, al fine di valutare con il massimo grado di dettaglio la fattibilità dell'intervento e affinare la quantificazione delle opportunità di risparmio.

Si precisa che, i costi di investimento dei diversi componenti, sono da intendersi al netto dell'IVA.

9.4. Interventi effettuati in passato

Essendo le strutture di recente costruzione gli interventi principali si sono orientati verso azioni di manutenzione ordinaria e di calibrazione dei *set point* dei sistemi.

Gli interventi sull'involucro edilizio non sono stati presi in considerazione in quanto, vista la tipologia di utilizzo della struttura, non porterebbero benefici significativi e di conseguenza il tempo di ritorno dell'investimento risulterebbe troppo alto e fuori dal *range* di accettabilità tecnico-economica.

9.5. Interventi di efficientamento sul vettore elettrico

9.5.1. IM1 - Relamping area esterna ed interna

La Diagnosi Energetica ha rilevato un eccessivo consumo dovuto ad una tecnologia obsoleta e non efficiente. L'intervento migliorativo consiste nella sostituzione degli apparecchi esistenti con più performanti sorgenti di tipo LED. La scelta di proporre lampade a LED deriva dal presupposto che tale tecnologia può essere considerata tra le più innovative ed è ideale per un'illuminazione all'avanguardia. Nel panorama che il mercato offre per la riduzione dei consumi elettrici nel settore dell'illuminazione, i prodotti LED garantiscono un bilancio sostenibile straordinario grazie al ridotto fabbisogno energetico in fase di produzione e ai consumi di energia contenuti durante il funzionamento.

Inoltre, mettendo a confronto le sorgenti LED con altre tipologie attualmente in uso, risulta evidente come i vantaggi derivanti dall'adozione di tale tecnologia risiedano sia nella possibilità di ridurre la potenza impegnata a parità di prestazioni luminose, sia in un risparmio a lungo termine sui costi di manutenzione, in ragione dell'elevato grado di durabilità.

Di seguito sono illustrati i dati prestazionali [17] delle più comuni tecnologie di illuminazione presenti sul mercato.

Tipologia	Efficienza luminosa [lm/W]	Durata [h]	T di colore [K]	Indice di resa cromatica [-]
Ad incandescenza alogene	14-28	2.000-5.000	2.700-3.200	100
Fluorescenti lineari	40-104	10.000	2.700-6.800	50-98
Fluorescenti compatte	46-75	6.000-15.000	2.700-6.500	79-90
Alogenuri metallici	80-100	4.500-20.000	2.700-6.700	60-95
Sodio ad alta pressione	70-140	10.000-45.000	2.000-2.500	25
LED	100-150	30.000-100.000	2.700-5.000	82-92

Tabella 76 – Prestazioni delle più comuni tipologie di sorgenti luminose

Di seguito sono censite le sorgenti luminose presenti all'interno del complesso ed è illustrata la proposta per il *relamping*. L'intervento è del tipo *plug & play*, ovvero, ogni apparecchio esistente è sostituito, a parità di prestazioni luminose, con un più performante apparecchio a tecnologia LED Gewiss.

Censimento situazione attuale				Proposta di relamping LED		
Zona	Quantità	Potenza nominale [W]	Tipologia	Zona	Quantità	Potenza nominale [W]
Interno	238	250	Faro	Interno	238	118
Interno	24	116	Neon	Interno	24	53
Esterno	38	250	Arm. Strd.	Esterno	38	113

Tabella 77 – Censimento attuale impianto di illuminazione e proposta di relamping LED

La vita tecnica dei prodotti a tecnologia LED, proposti in sostituzione degli attuali corpi illuminanti, si attesta intorno ai 15 anni.

Si stima inoltre, per gli interventi di manutenzione ordinaria, ovvero, pulizia e manutenzione del parco apparecchi, un costo annuo pari al 1% dell'investimento sostenuto inizialmente.

Oltre alla sostituzione degli apparecchi luminosi, anche il sistema di gestione dell'illuminazione esterna merita particolare attenzione. L'illuminazione delle aree esterne è comandata da un interruttore crepuscolare, che attiva in automatico l'impianto quando cala la luce solare e ne determina lo spegnimento al mattino. Per sua natura il sistema è destinato a peggiorare le sue prestazioni nel tempo, a causa dello sporco della superficie che protegge la fotosensibilità responsabile dell'interazione con la luce naturale. Lo sporco in fase avanzata comporta l'accensione anticipata dell'impianto di illuminazione, fino anche ad un'ora, rispetto la reale necessità, e di conseguenza incrementa i consumi derivanti dall'illuminazione delle aree esterne.

Si consiglia pertanto, considerati i costi di investimento ridotti, di sostituire il dispositivo crepuscolare al fine di garantire una corretta interazione tra l'impianto di illuminazione e la luce naturale per massimizzare i benefici di tale sistema di controllo.

A seguire sono sintetizzati i risultati dell'analisi condotta sui consumi energetici, per comodità e facilità di rappresentazione è stato assunto un monte ore giornaliero di funzionamento concordato con la Committenza a seguito delle analisi svolte nella fase della costruzione del modello elettrico. I valori di potenza nominale sono incrementati di 3W per considerare l'assorbimento del reattore.

Situazione attuale							
Zona	Quantità	Potenza nominale [kW]	Potenza installata [kW]	Ore di funzionamento medie giornaliere [h/d]	Energia media giornaliera [kWh/d]	Energia media annuale [kWh/y]	Spesa annuale [€/y]
Interno	238	0,253	60,214	7	421,5	153.846,8	€ 21.539
Interno	24	0,119	2,856	7	20,0	7.297,1	€ 1.022
Esterno	38	0,253	9,614	14	134,6	49.127,5	€ 6.878
Totale	300	-	72,68	-	576,1	210.271,4	€ 29.438

Relamping							
Zona	Quantità	Potenza nominale [kW]	Potenza installata [kW]	Ore di funzionamento medie giornaliere [h/d]	Energia media giornaliera [kWh/d]	Energia media annuale [kWh/y]	Spesa annuale [€/y]
Interno	238	0,121	28,798	7	201,6	73.578,9	€ 10.301
Interno	24	0,056	1,344	7	9,4	3.433,9	€ 481
Esterno	38	0,116	4,408	14	61,7	22.524,9	€ 3.153
Totale	300	-	34,55	-	272,7	99.537,7	€ 13.935

Tabella 78 – Confronto situazione attuale con proposta di relamping

IM1: Riepilogo benefici conseguibili	
Risparmio energetico annuo [kWh]	110.734
Risparmio energetico annuo [tep]	20,7
Abbattimento dei consumi per illuminazione	53%
Mancato esborso economico al primo anno	€ 15.503

Tabella 79 – Riepilogo dei benefici conseguibili grazie al relamping

Analisi economica

La tabella ed il grafico seguenti riportano i risultati ottenuti dall'analisi costi-benefici. L'analisi tiene conto dei mancati esborsi economici derivanti dalla riduzione dei consumi elettrici e della spesa di manutenzione ordinaria stimata per il nuovo impianto a tecnologia LED.

IM1: Analisi costi – benefici		
Descrizione	-	Relamping area esterna ed interna
Vita economica utile dell'investimento	n	15
Tasso di interesse	R	3%
Fattore di annualità	$FA_{R,n}$	11,9
Fattore di sconto	-	0,642
Costo di investimento	I_0	74.429 €
Mancato esborso totale al primo anno	FC_0	15.503 €
Valore Attuale Netto a 15 anni	VAN	110.645 €
Tempo di ritorno semplice	SPBT	4,80
Tempo di ritorno attualizzato	TRA	5,26
Tasso di redditività immediato	ROR	20,83%
Tasso Interno di Rendimento	TIR	19,40%
Indice di Profitto	IP	1,49

Tabella 80 – Analisi economica intervento di relamping area esterna ed interna

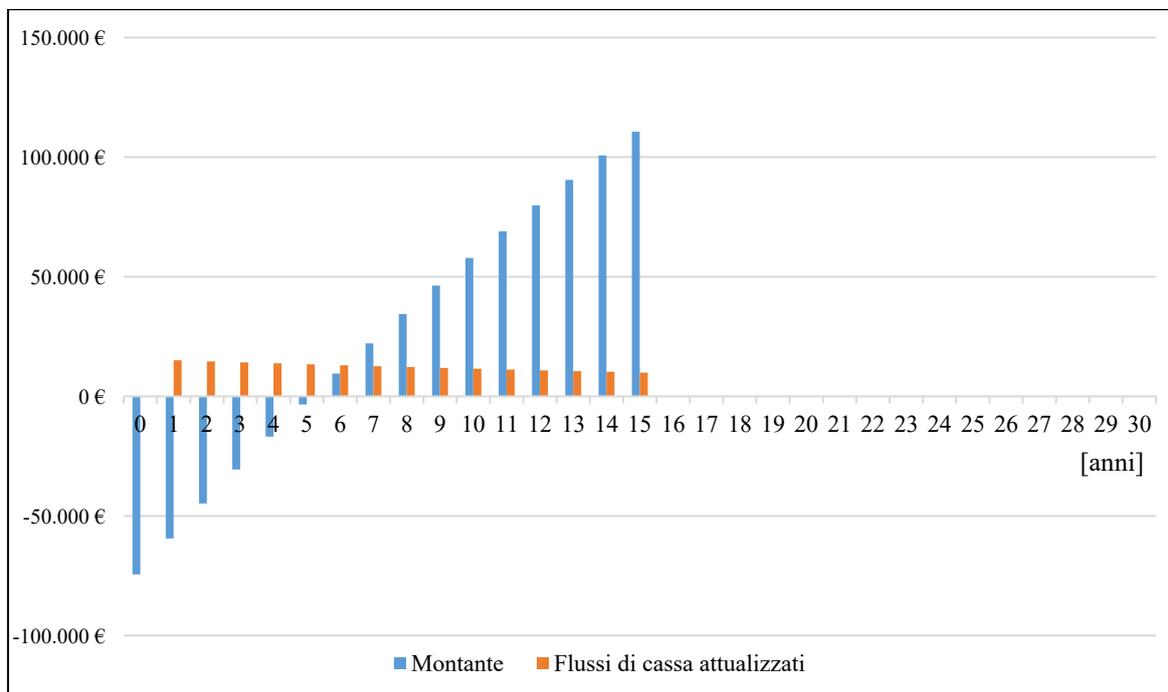


Figura 27 – Piano economico attualizzato intervento di relamping area esterna ed interna

9.5.2. IM2 – Inverterizzazione gruppi di pompaggio

Il servizio gruppi di pompaggio, si è rivelato essere uno dei maggiori *energy driver* dello stabilimento, esiste perciò la possibilità di conseguire un risparmio attraverso l'installazione di VSD (*Variable Speed Drive*) sui motori delle pompe destinate a tale funzione.

La sola grandezza elettrica che permette di effettuare una variazione sulla velocità, e quindi sul numero di giri, di un motore è la frequenza di alimentazione [18]. I dispositivi VSD, più comunemente detti inverter, convertendo una corrente alternata in un'altra di differente frequenza [19], sono in grado di trasformare un motore asincrono a velocità fissa in uno corrispondente a velocità variabile. Regolando la frequenza di una corrente alternata a seconda delle richieste energetiche del dispositivo a cui è collegato, l'inverter è in grado di minimizzare i consumi.

Disponendo di un inverter è possibile cambiare punto di lavoro secondo la reale necessità di carico del momento, agendo sul numero di giri del motore. Secondo le leggi di similitudine fluidodinamica se si regola la macchina abbassando il numero di giri di conseguenza diminuisce anche la portata, praticando tale regolazione, la prevalenza fornita nella nuova configurazione si riduce con legge quadratica, ma soprattutto la potenza diminuisce con legge cubica, dove con una regolazione a strozzamento oppure del tipo on-off sarebbe rimasta la medesima [16].

L'installazione dell'inverter apporta diversi vantaggi, tra i quali:

- Riduzione del tasso di usura delle componenti meccaniche (gli avvii e gli arresti graduali riducono sensibilmente gli stress sulle componenti meccaniche);
- Riduzione della necessità di manutenzione sulla macchina;
- Semplificazione impiantistica. L'inverter offre la possibilità di regolare la velocità del motore evitando organi di trasmissione e riduzione e parti meccaniche in movimento, come serrande e valvole, ottimizzando gli assorbimenti elettrici in funzione del carico [19];
- Efficacie e completa protezione della macchina grazie alle protezioni elettroniche presenti nei convertitori [20];
- Ottenimento di significativi risparmi energetici dal momento che la macchina è esercita per le effettive richieste del sistema idraulico, inoltre il cosfi di sistema si attesta intorno a valori che rendono superflua l'installazione dei condensatori per il rifasamento;
- Riduzione della rumorosità dell'impianto [19].

Attualmente non sono noti i dati tecnici necessari ad una progettazione preliminare e ad una valutazione del risparmio conseguibile dall'installazione dell'inverter sui gruppi di pompaggio del complesso non equipaggiati di tale dispositivo. Con lo scopo di illustrare i vantaggi dell'inverterizzazione si sviluppa una valutazione riguardo l'efficienza energetica ed economica di tre distinte regolazioni applicate al medesimo sistema di pompaggio di cui si conoscono le caratteristiche.

Le tre regolazioni valutate sono:

- Regolazione mediante inverter;
- Regolazione on-off;
- Regolazione mediante laminazione alla mandata.

L'impianto di pompaggio oggetto di analisi è caratterizzato dai dati riportati nella tabella sottostante [21]. È riportata anche la curva caratteristica della turbopompa centrifuga, dove sono evidenziati i punti di funzionamento delle diverse regolazioni.

Dati generali dell'impianto [21]		
Prevalenza nominale [m]	H_n	14
Portata nominale [m ³ /h]	Q_n	240
Prevalenza statica [m]	H_{st}	5,6
Rendimento motore elettrico [-]	η_{ME}	0,9
Rendimento inverter [-]	η_{INV}	0,96
Numero di giri [rpm]	n	1.800
Rendimento pompa [-]	η_P	0,76
Potenza assorbita all'asse della pompa [kW]	P_p	12,05
Potenza assorbita dal motore elettrico [kW]	P_{ass}	13,38
Ore annue di funzionamento a Q_n [h]	-	1.500
Ore annue di funzionamento a $0,75*Q_n$ [h]	-	2.500

Tabella 81 – Dati generali dell'impianto di pompaggio

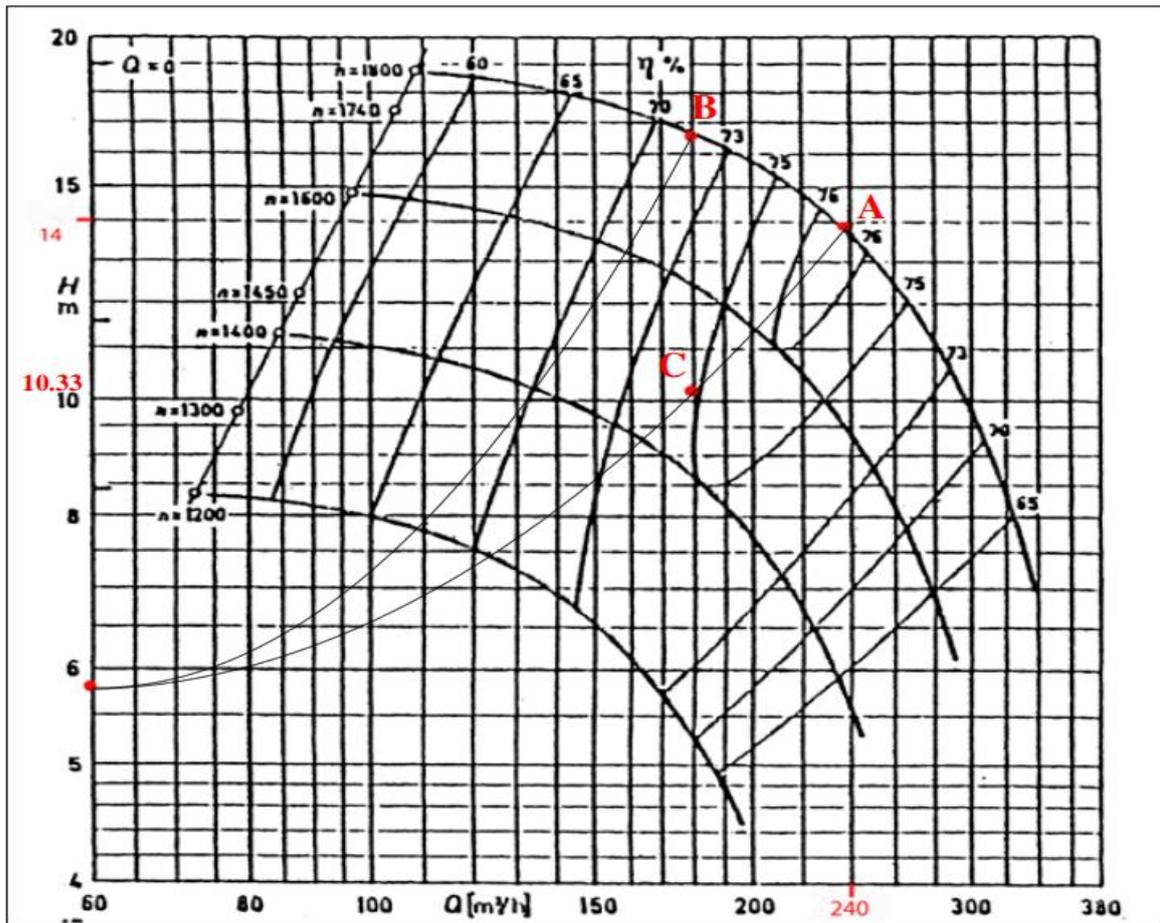


Figura 28 – Curva caratteristica della turbopompa centrifuga

Regolazione mediante laminazione in mandata

La portata è laminata fino a raggiungere il valore richiesto dall'utenza, 180 m³/h, mantenendo il numero di giri invariato pari a 1.800 rpm. In tale configurazione si è costretti a fornire prevalenza addizionale, poiché la laminazione comporta un incremento delle perdite di carico del circuito. Il punto di funzionamento con regolazione mediante laminazione in mandata è rappresentato dal punto B.

Regolazione on-off

Nella regolazione on-off il punto di funzionamento non varia, rimane il punto A, il parametro soggetto a variazione è il monte ore di funzionamento, calcolato tramite la media pesata sulla portata in regolazione.

Regolazione tramite inverter

In tale configurazione la portata è ridotta variando il numero di giri del motore elettrico che aziona la pompa. Il nuovo punto di funzionamento C è determinato mantenendo invariata la caratteristica esterna del circuito dal momento che le perdite di carico rimangono costanti.

I risultati dell'analisi sono riassunti in seguito.

	Non regolato	Regolazione		
		Valvola	On-off	Inverter
Ore annue di funzionamento [h]	1.500	2.500	1.875	2.500
Portata [m ³ /h]	240	180	240	180
Prevalenza [m]	14	16,5	14	10,33
Rendimento pompa [-]	0,76	0,715	0,76	0,75
Potenza assorbita [kW]	13,38	12,58	13,38	7,82
Energia elettrica [kWh]	20.077	31.440	25.097	19.547
Spesa energetica	2.811 €	4.402 €	3.514 €	2.737 €
Costo specifico inverter [€/kW]	- €	- €	- €	120 €
Investimento per inverter	- €	- €	- €	1.606 €

Risparmio annuo rispetto alla regolazione con valvola	1.665 €
Risparmio annuo rispetto alla regolazione on-off	777 €

Tabella 82 – Confronto tra metodologie di regolazione su un impianto di pompaggio

Il costo specifico del dispositivo è stato reperito da documentazione fornita dal distributore ABB [21].

Emerge chiaramente che la soluzione migliore per la regolazione in termini di consumo energetico è la regolazione tramite l'installazione di inverter.

In conclusione, è possibile affermare che l'installazione di un dispositivo VSD è un'operazione semplice ed economica ma permette di conseguire un grande risparmio sull'assorbimento energetico.

9.5.3. IM3 - Installazione impianto fotovoltaico

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico finalizzato alla parziale copertura dei consumi elettrici dello stabilimento.

Si è optato per la realizzazione di un impianto del tipo *grid-connected*, che per definizione è connesso elettricamente alla rete elettrica nazionale e con essa dà luogo ad uno scambio energetico bidirezionale. L'energia elettrica prodotta in loco verrà immessa in rete al netto del proprio autoconsumo e conteggiata dal contatore bidirezionale della società elettrica.

Ad opera completata, l'impianto fotovoltaico dovrà essere inserito in parallelo alla rete dell'ente Distributore, garantendo così la possibilità di interscambiare l'energia elettrica secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

L'impianto connesso in parallelo alla rete si compone dei moduli fotovoltaici, i quali alimentano il convertitore elettronico (inverter) che adatta l'energia elettrica prodotta agli standard di rete monofase o trifase e la immette nella stessa. La normativa italiana che regola lo scambio sul posto prevede che l'energia elettrica immessa e prelevata dalla rete sia conteggiata mediante un contatore elettrico bidirezionale, oppure mediante una coppia di contatori unidirezionali posti in serie con versi opposti [22].

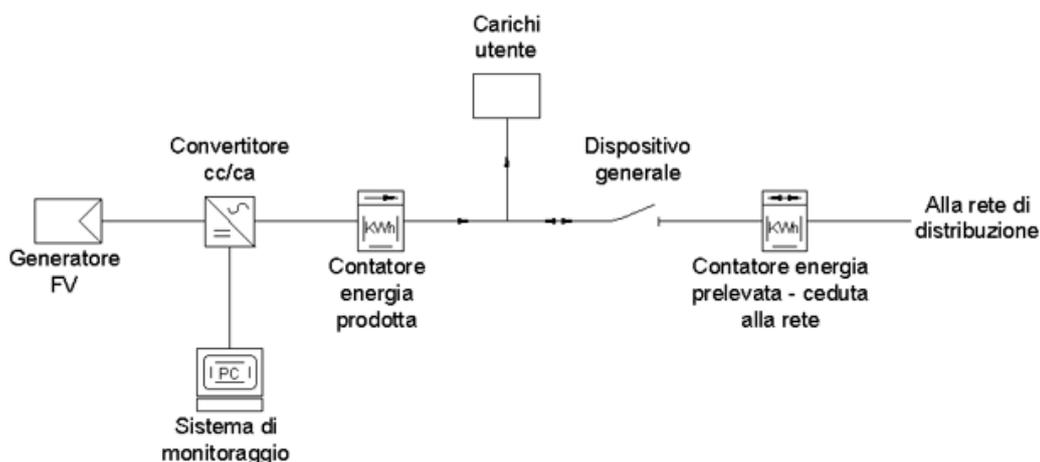


Figura 29 – Schema a blocchi di un impianto fotovoltaico collegato alla rete di distribuzione

Le caratteristiche tecniche dei moduli considerati sono illustrate nella tabella seguente.

Caratteristiche tecniche del modulo	
Tipologia	Policristallino
Superficie lorda [m ²]	1,94
Base [mm]	992
Altezza [mm]	1.956
Potenza nominale di picco [Wp]	280

Tabella 83 – Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

L'impianto è stato suddiviso in tre campi in ragione dell'esposizione e della superficie disponibile. A seguire sono sintetizzate le caratteristiche di ogni campo fotovoltaico e dell'impianto totale.

Caratteristiche del campo fotovoltaico S1	
Orientamento dei moduli γ [°]	-35
Inclinazione dei moduli β [°]	20
Nr. di moduli	850
Potenza di picco [kWp]	238
Superficie lorda occupata [m ²]	1.649

Caratteristiche del campo fotovoltaico S2	
Orientamento dei moduli γ [°]	45
Inclinazione dei moduli β [°]	20
Nr. di moduli	580
Potenza di picco [kWp]	162,4
Superficie lorda occupata [m ²]	1.125

Caratteristiche del campo fotovoltaico S3	
Orientamento dei moduli γ [°]	-35
Inclinazione dei moduli β [°]	20
Nr. di moduli	350
Potenza di picco [kWp]	98
Superficie lorda occupata [m ²]	679

Impianto fotovoltaico	
Nr. di moduli	1.780
Potenza di picco complessiva [kWp]	498,4
Superficie lorda occupata complessiva [m ²]	3.454

Tabella 84 – Caratteristiche dei campi costituenti l'impianto fotovoltaico e dell'impianto complessivo

La tabella di seguito riporta la producibilità dell'impianto fotovoltaico calcolata attraverso il software *Edilclima EC 713*.

Mese	Producibilità mensile [kWh]	Producibilità specifica [kWh/kW _p]
Gennaio	19.879	40
Febbraio	27.830	56
Marzo	42.907	86
Aprile	52.531	105
Maggio	63.405	127
Giugno	69.373	139
Luglio	76.409	153
Agosto	67.470	135
Settembre	50.648	102
Ottobre	35.012	70
Novembre	19.280	39
Dicembre	17.323	35
TOTALE ANNUO	542.067	1.088

Tabella 85 – Producibilità dell'intero impianto fotovoltaico

L'energia producibile è stata quindi confrontata con i consumi diurni del complesso oggetto di Diagnosi. Nella figura seguente sono riportati i risultati di tale confronto mediante una rappresentazione dei consumi diurni del complesso prima e dopo l'intervento.

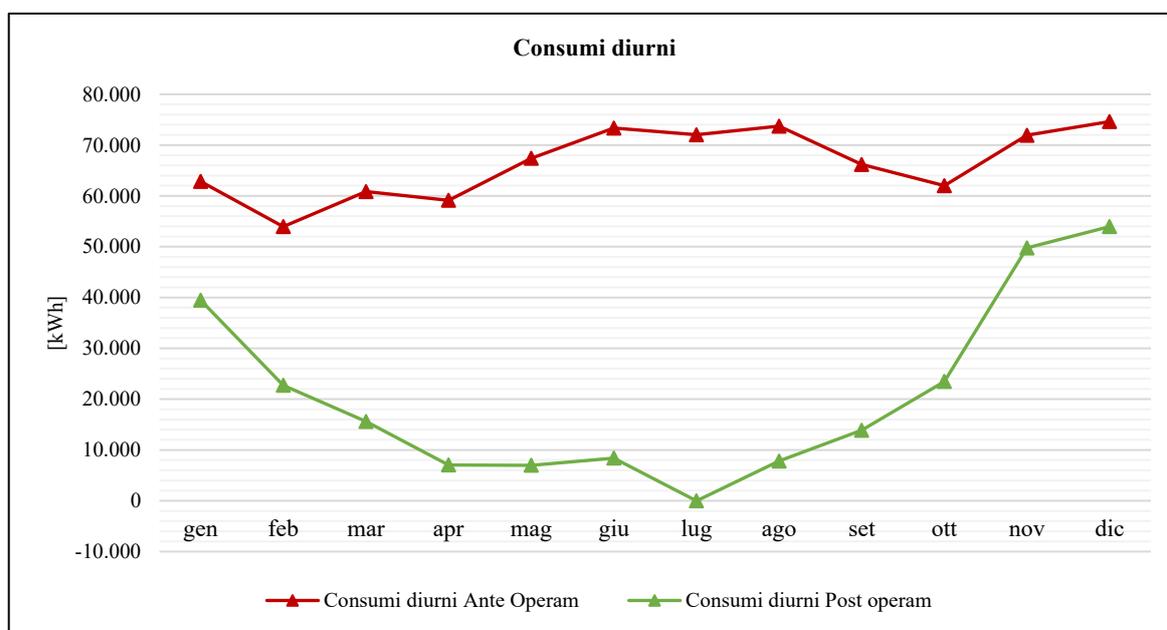


Figura 30 – Confronto dei consumi diurni prima e dopo l'intervento

Nella figura seguente è riportato il confronto tra i consumi totali attuali e la producibilità dell'impianto fotovoltaico. Si evidenzia che l'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile garantisce un ottimo grado di copertura rispetto ai consumi diurni attuali del complesso e che l'energia prodotta è per la totalità autoconsumata dallo stabilimento.

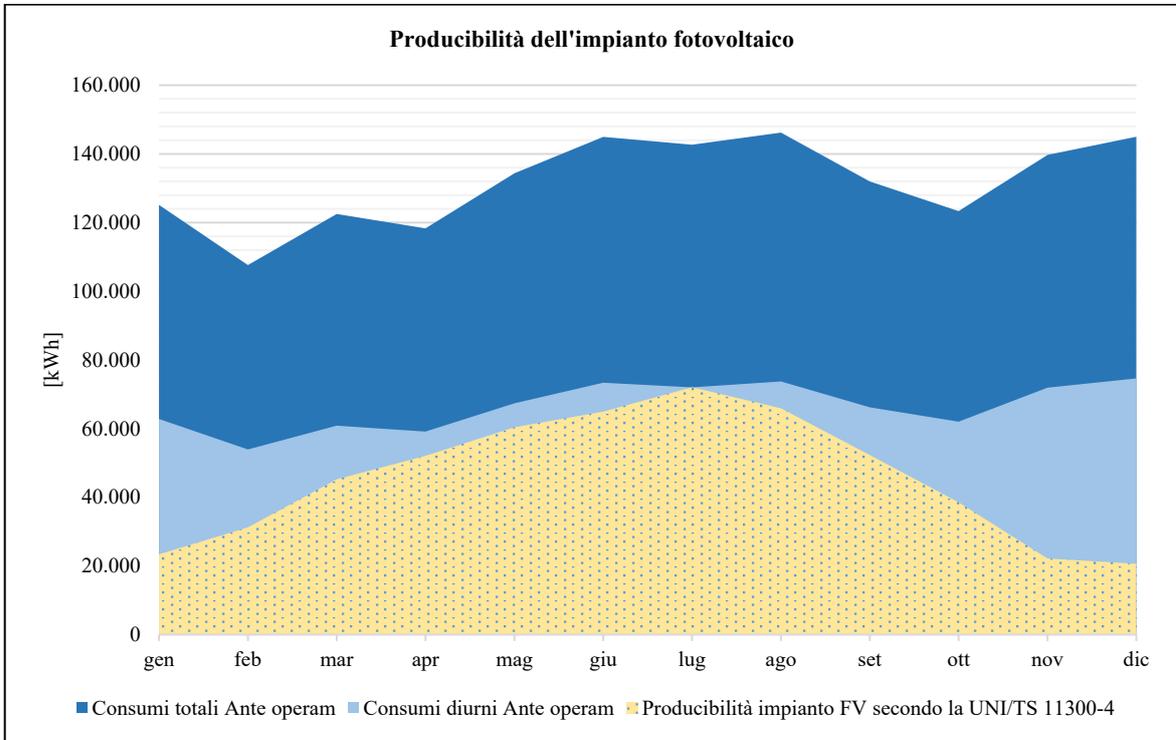


Figura 31 – Producibilità dell'impianto fotovoltaico

IM3: Riepilogo benefici conseguibili	
Risparmio energetico annuo [kWh]	542.067
Risparmio energetico annuo [tep]	101,4
Mancato esborso economico al primo anno	75.899 €

Tabella 86 – Riepilogo dei benefici conseguibili grazie all'installazione di un impianto fotovoltaico

Analisi economica

La tabella ed il grafico seguenti riportano i risultati ottenuti dall'analisi costi-benefici. L'analisi tiene conto dei mancati esborsi economici derivanti dalla riduzione dei consumi elettrici diurni derivanti dall'autoconsumo dell'energia elettrica prodotta in loco dall'impianto fotovoltaico.

IM3: Analisi costi - benefici		
Descrizione	-	Installazione impianto fotovoltaico
Vita economica utile dell'investimento	n	30
Tasso di interesse	R	3%
Fattore di annualità	$FA_{R,n}$	19,6
Fattore di sconto	-	0,412
Costo di investimento	I_0	697.760 €
Mancato esborso totale al primo anno	FC_0	75.889 €
Valore Attuale Netto a 30 anni	VAN	789.705 €
Tempo di ritorno semplice	SPBT	9,19
Tempo di ritorno attualizzato	TRA	10,92
Tasso di redditività immediato	ROR	10,88%
Tasso Interno di Rendimento	TIR	10,30%
Indice di Profitto	IP	1,13

Tabella 87 – Analisi economica per l'installazione di un impianto fotovoltaico

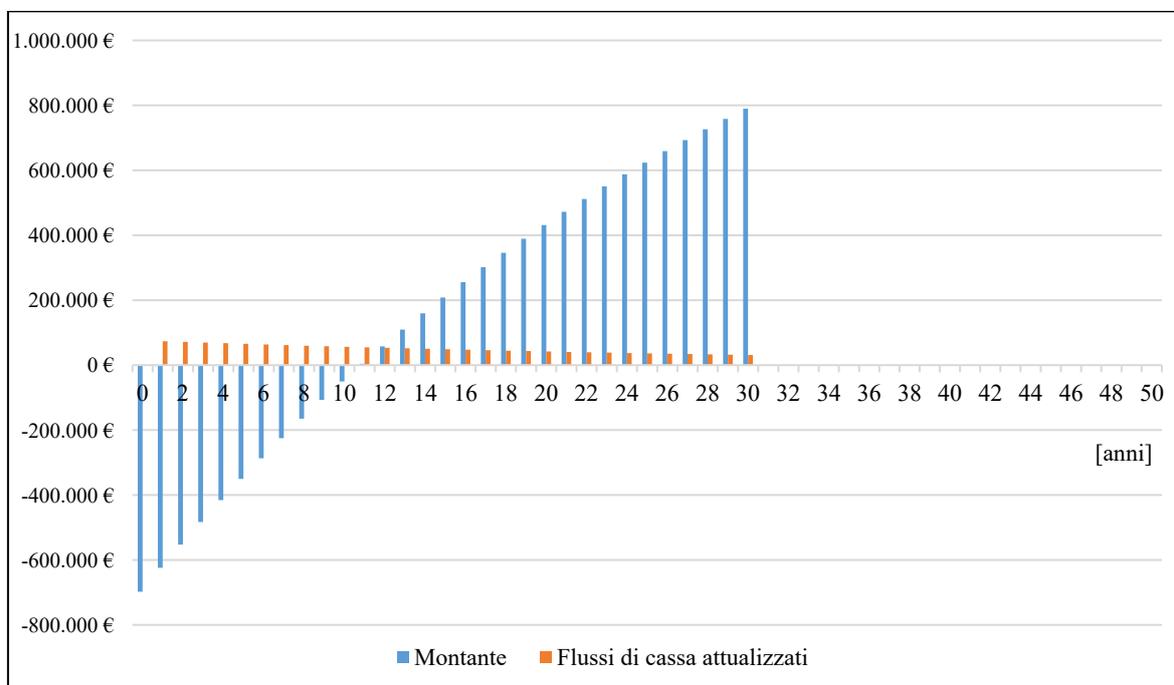


Figura 32 – Piano economico attualizzato intervento di installazione impianto fotovoltaico

Sebbene il mancato esborso conseguibile dall'installazione di un impianto fotovoltaico di tale taglia sia considerevole, il tempo di ritorno attualizzato teorico dell'investimento non risulta altrettanto interessante. Infatti, molto probabilmente, un tempo di rientro di circa 11 anni non è accettabile per la contabilità dello stabilimento. Tuttavia la Legge di Bilancio 2018, ha confermato il Super Ammortamento per gli investimenti in beni strumentali tradizionali, che nell'anno 2017 aveva contribuito ad incentivare la realizzazione di impianti fotovoltaici di taglia commerciale ed industriale [23]. Il Super Ammortamento, con aliquota ridotta dal 140% al 130% rispetto al 2017, consente di scaricare fiscalmente su un arco temporale di 5 anni il 20% dell'investimento super valorizzato. L'incremento del mancato esborso per i primi 5 anni della quota derivante dalla suddetta agevolazione comporta una diminuzione del tempo di ritorno attualizzato teorico, rendendo così l'intervento più attraente dal punto di vista economico-finanziario rispetto alla soluzione iniziale che non considerava il contributo fiscale. A seguire si illustra l'impatto del contributo sul tempo di rientro attualizzato.

Super Ammortamento al 130%		
Super valutazione dell'investimento	-	907.088 €
Quota detraibile totale	-	181.418 €
Quota annua detraibile per 5 anni	-	36.284 €
Tempo di ritorno attualizzato al netto della detrazione	TRA	7,73

Tabella 88 – Tempo di ritorno attualizzato al netto del contributo del Super Ammortamento

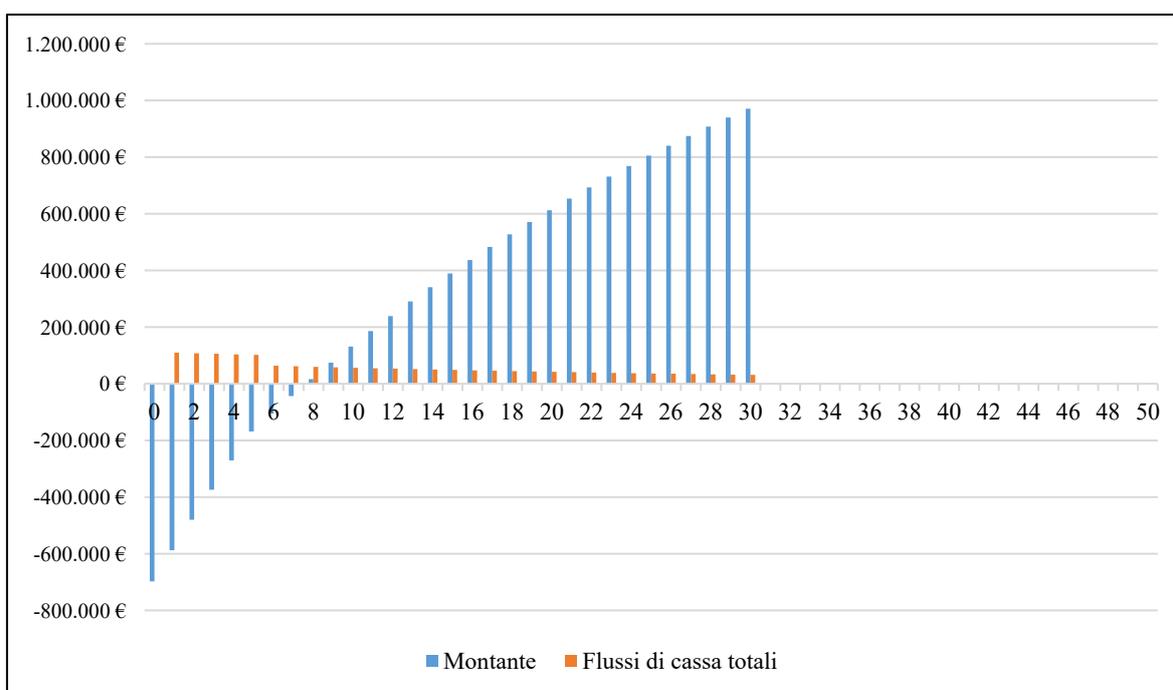


Figura 33 – Piano economico attualizzato intervento di installazione di impianto fotovoltaico con contributo fiscale

9.6. Interventi di manutenzione ordinaria

9.6.1. IM4 - Manutenzione motori elettrici dei ventilatori

I motori elettrici a servizio dei ventilatori presenti nello stabilimento sono equipaggiati per la totalità con inverter, tale dispositivo rappresenta attualmente un buon metodo per minimizzare gli assorbimenti elettrici.

Parallelamente si consiglia però la pianificazione di un robusto programma di manutenzione ordinaria al fine di preservare le prestazioni e la corretta funzionalità dei motori elettrici. Infatti la messa fuori servizio di un motore elettrico avviene o per guasti al circuito elettrico (corto circuito tra le spire di una stessa fase o di diverse fasi) o per cricche o rotture di parti meccaniche [16].

Le cause dei corto circuito possono essere di tre tipi:

- Ambientale (polvere, umidità e fonti di calore esterne);
- Elettrico (presenza di armoniche e squilibri di tensione);
- Meccaniche (vibrazioni).

Nel complesso oggetto di Diagnosi le cause ambientali rappresentano un forte fattore di rischio per i motori elettrici, soprattutto per quelli installati nell'edificio maturazione primaria e nell'edificio biotunnel, soggetti ad un elevato livello di sporcamento, agli apporti termici e all'umidità intrinseca dei cumuli di materiale in trattamento.

Per non compromettere l'efficacia del raffreddamento di tali macchine, occorre sottoporre regolarmente tutte le parti ad una pulizia, solitamente è sufficiente attuare tale operazione soffiando via le impurità con aria compressa. Vanno tenute pulite soprattutto le aperture per la ventilazione e gli spazi tra le alette. Inoltre, la polvere di carbone depositata per effetto dell'abrasione naturale all'interno della macchina oppure negli spazi tra gli anelli collettori, va rimossa regolarmente. Si consiglia di includere i motori elettrici nelle revisioni regolari della macchina operatrice [24].

Tale programma di manutenzione ordinaria, se applicato regolarmente, consente di massimizzare le prestazioni dei motori elettrici, di aumentarne la vita residua e di conseguire un risparmio energetico stimabile tra il 2 ed il 3%. Sebbene sia un'operazione economica e di facile realizzazione, tuttavia rappresenta un intervento vantaggioso dal punto di vista energetico e gestionale, poiché permette di conseguire sia un risparmio sulla spesa energetica grazie ai minori consumi, sia sulla manutenzione straordinaria grazie all'incremento della vita residua del componente.

9.7. Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica

9.7.1. IM5 - Implementazione di un sistema di monitoraggio

Al fine di garantire un continuo e costante monitoraggio dei consumi delle utenze elettriche relative alle Attività Principali, ai Servizi Ausiliari e ai Servizi Generali, è determinante l'applicazione di un sistema di misurazione e documentazione dei consumi Ante e Post operam, oltre ad un sistema di controllo e supervisione dotato di Web server. I misuratori dovranno permettere letture orarie e non invasive, ovvero senza dover scollegare l'unità dalla rete per non causare l'interruzione delle attività produttive. Inoltre, per minimizzare i costi, il sistema di misura non dovrà prevedere sostanziali interventi sui quadri elettrici, ciò consentirà anche un'installazione rapida ed in completa sicurezza. Infine il sistema dovrà poter raccogliere almeno tre stati di dispositivi asserviti agli utilizzatori in misura e altrettanti azionamenti tali da poter intervenire in funzione del superamento di determinate soglie preimpostate. Per il controllo dei consumi energetici è richiesto che i sistemi di rilevamento siano capaci anche di attivare le misure, automaticamente, al verificarsi di eventi quali: superamento di soglie massime e minime di temperatura, corrente o al verificarsi di specifici eventi quali attivazione o disattivazione di ingressi.

In questo modo, il sistema permetterà non solo la verifica delle curve di carico e assorbimento con andamento previsionale ma anche di mantenere sotto controllo la "salute" dei singoli componenti prevedendone la vita tecnica residua e consentendo la conseguente pianificazione dettagliata degli interventi di manutenzione.

Tale soluzione permetterà di avere monitorato in continuo il funzionamento degli impianti e ridurre al minimo sia i tempi di intervento sia la diagnostica di funzionamento dello stesso, garantendo quindi un elevato livello prestazionale del sistema in ogni momento e procurando un risparmio medio di circa il 5-10% del valore complessivo.

Per quanto riguarda il sistema energetico analizzato, è stata condotta un'analisi per individuare i punti di misura strategici al fine di raggiungere un elevato livello di accuratezza nella stima dei consumi.

Tale sistema può essere adottato inizialmente per le utenze più energivore, individuate da considerevole potenza installata ed elevato monte ore di funzionamento annuale.

Nelle pagine seguenti sono sintetizzate le informazioni ottenute dalle analisi effettuate per individuare le utenze strategiche per installare i punti di misura.

Fabbricato	Area funzionale	Utenza	Potenza nominale totale [kW]	Ore di funzionamento [h/anno]
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Portoni automatici ENTRATA	319	163
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Portone automatico USCITA	319	163
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Portone automatico ricezione/biotunnel	14	13
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Miscelatore	3.014	38
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Trasportatore a nastro 1,2x12	257	38
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Trasportatore a nastro 1,4x32	514	38
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Portone automatico biotunnel/officina	12	13
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Portone automatico biotunnel/maturazione	12	13
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 1	54.037	1.836
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 2		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 3	9.889	336
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 4		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 5		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 6		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 7		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 8		
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Ventilatore 9		
Edificio biotunnel	Trattamento aerobico di matrici organiche	Ventilatore (N.12 da 22Kw)	392.936	4.491
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Portone automatico	12	13
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Portone automatico	12	13
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Portone automatico	12	13
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Portone automatico	12	13
Edificio raffinazione	Selezione	Compressore	731	116
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	164.453	1.691
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	164.453	1.691
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	13.585	1.389
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	13.585	1.389
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	153.752	4.295
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	153.752	4.295
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Compressore	1.040	116

Fabbricato	Area funzionale	Utenza	Potenza nominale totale [kW]	Ore di funzionamento [h/anno]
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Portone automatico	20	20
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Portone automatico	20	20
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Portone automatico	20	20
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Portone automatico	20	20
Edificio pompe	Rilancio percolati	Pompe rilancio percolati	118.318	3.874
Edificio pompe	Trattamento acque	Pompe-vasca di la pioggia	4.375	1.172
Edificio pompe	Trattamento acque	Serranda by-pass vasca la pioggia	2.005	1.172
Edificio pompe	Trattamento acque	Pompa pozzo 50 mt	5.729	1.172
Edificio pompe	Messa in pressione acque industriali	Pompe autoclave	3.686	602
Edificio pompe	Rifornimento	Serbatoio erogazione carburante	1.913	978
Capannoni	Capannoni	Illuminazione interna	150.699	3.913
Intero complesso	Intero complesso	Illuminazione esterna	40.531	4.266
Palazzina uffici	Intero complesso	Prese servizio	6.654	3.010
Accoglienza	Lavaggio automezzi	Pompa lavaggio ruote	2.698	276
Accoglienza	Pesatura automezzi	Pesa a ponte	63	138
Intero complesso	Intero complesso	QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	4.423	7.224
Intero complesso	Intero complesso	Impianto supervisione	6.309	8.832
Palazzina uffici	Uffici	Illuminazione- forza motrice servizi	2.908	2.089
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Pompe di calore sala controllo sala quadri	2.005	434
Palazzina uffici	Uffici	Condizionamento uffici	25.120	1.195
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Pompe di calore sala controllo sala quadri	2.005	434

Tabella 89 – Ore di funzionamento e assorbimenti per utenza

A seguito dell'analisi i punti di misura individuati sono riepilogati in tabella.

Punti di misura	
Processo produttivo	
Miscelatore	160 kW
Trasportatore a nastro 1,2x12	7,5 kW
Trasportatore a nastro 1,4x32	15 kW
Ventilatori biotunnel per compostaggio	22 kW
Ventilatori biotunnel per biostabilizzazione	37 kW
Ventilatori aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	132 kW
Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	45 kW
Pompa ricircolo scrubber	11 kW
Servizi ausiliari	
Pompe ricircolo percolati (uno di 4 presenti)	4,2 kW
Illuminazione esterna	10 kW
Illuminazione interna	59,3 kW
Servizi generali	
P.d.C condizionamento uffici	4,2 kW

Tabella 90 – Punti di misura individuati per il complesso

Installazione punti di misura	
Costo di investimento stimato	€ 1.365,50

Tabella 91 – Investimento previsto per l'installazione dei punti di misura

Il sistema proposto ha il vantaggio di permettere la visualizzazione di dati di consumo in tempo reale anche per più edifici, e consente di confrontare i consumi reali delle utenze monitorate con dati medi, così da individuare consumi fuori norma o anomalie nel sistema.

L'installazione di un sistema di monitoraggio che permetta di misurare, analizzare e registrare per rendere accessibili nel tempo i dati di consumo energetico è il primo passo verso un eventuale implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia (SGE) come previsto dalla norma ISO 50001:2011 [15].

9.8. Sintesi interventi di efficientamento energetico

La tabella ed i grafici di seguito riportano la sintesi degli interventi studiati.

Intervento	Costo di investimento IVA esclusa	Priorità rispetto al costo di investimento	Tempo di ritorno attualizzato [anni]	Priorità rispetto al tempo di ritorno attualizzato	Mancato esborso conseguibile	Priorità rispetto al mancato esborso conseguibile
IM1	€ 74.429,00		5,26		€ 15.503,00	
IM2	-	-	-	-	-	-
IM3	€ 697.760,00		7,73		€ 75.899,00	
IM4	-	-	-	-	-	-
IM5	€ 1.365,49		circa 1 anno		-	-

Tabella 92 – Sintesi degli interventi di efficientamento energetico proposti

Per quanto riguarda gli interventi IM2 e IM4 non è stato possibile reperire la documentazione tecnica ed economica imprescindibile al fine di ottenere delle stime con un adeguato grado di accuratezza rispetto alla reale situazione attuale. L'inverterizzazione delle pompe addette al rilancio del percolato e la manutenzione ordinaria dei motori elettrici rappresentano comunque due valide proposte, da approfondire a livello progettuale, per la diminuzione dei consumi elettrici del complesso.

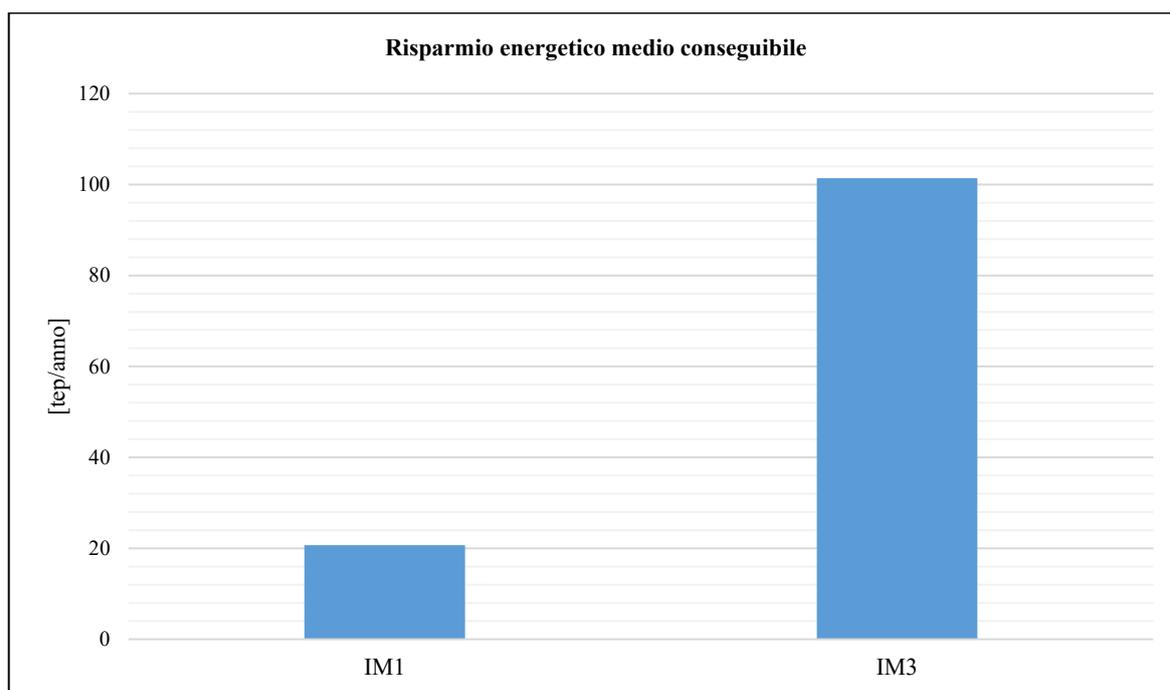


Figura 34 – Risparmio energetico medio conseguibile per ogni intervento

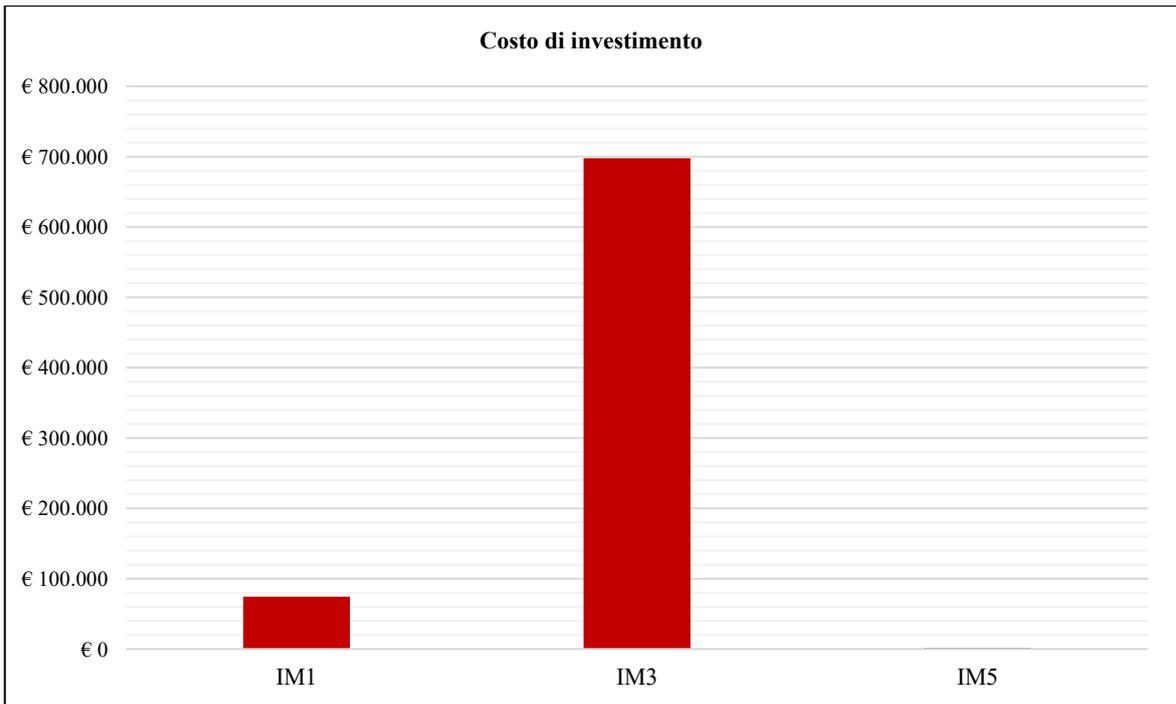


Figura 35 – Costi di investimento

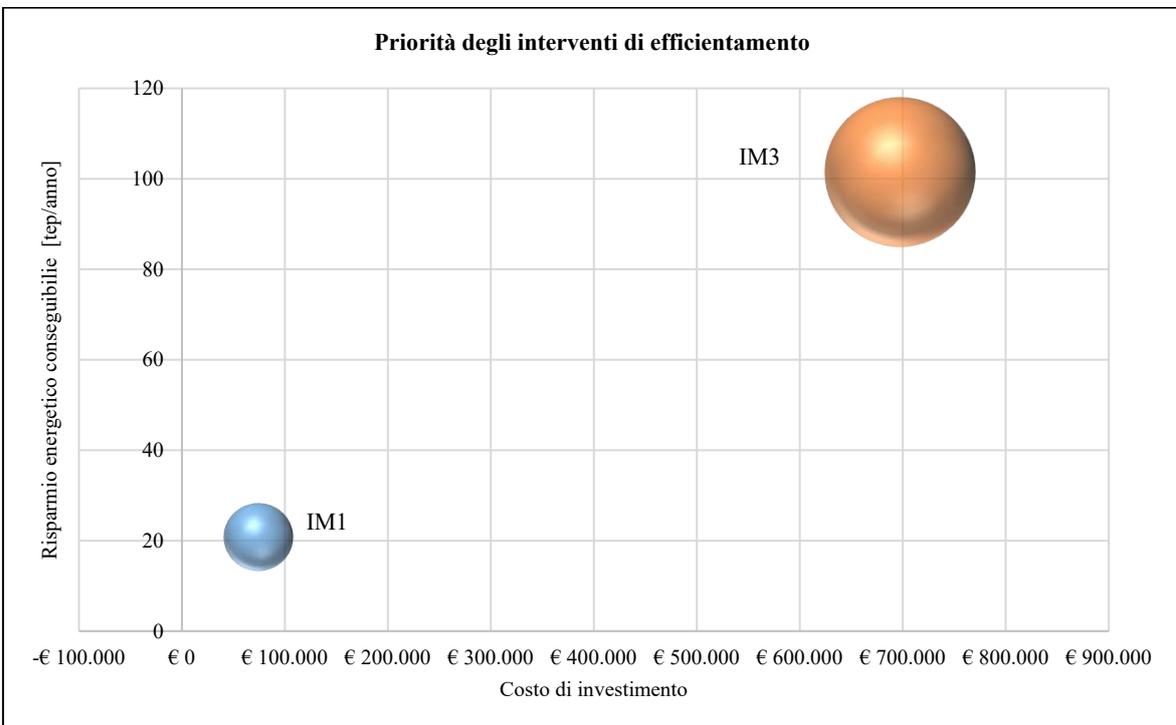


Figura 36 – Rappresentazione grafica della priorità degli interventi

BILANCIO ENERGETICO: il caso studio

10.1. Scopo

Il bilancio energetico si pone lo scopo analizzare i consumi del primo pentamestre del 2018 per verificarne la suddivisione, avendo come base i volumi di rifiuti in ingresso allo stabilimento, l'analisi dei prelievi al quarto orario dei suddetti mesi del 2018 disponibili sul portale del Distributore di energia e la ricostruzione mensile del giorno tipo.

La ricostruzione mensile del giorno tipo e l'analisi dei prelievi al quarto orario sono allegati al presente documento.

La procedura è stata svolta secondo le direttive della norma UNI CEI EN 16247-3 “Diagnosi energetiche – Parte 3: Processi”, la quale impone di rendere disponibile la disaggregazione dei consumi energetici per fonti e per processi in valore assoluto, in adeguate unità di misura dell'energia [25].

10.2. Variazioni nel sistema energetico

Il sistema energetico non ha subito variazioni significative rispetto all'anno 2017 per quanto riguarda il parco utenze elettriche analizzato nella Diagnosi Energetica, ma senza dubbio i profili di funzionamento dipendenti dai dati di input al sistema dovranno essere ridefiniti. La ridefinizione dei profili di funzionamento è stata validata sulla base della ricostruzione mensile del giorno tipo e dall'analisi condotta sugli assorbimenti al quarto orario dello stabilimento.

10.3. Modello elettrico

Nel paragrafo sono sintetizzati i risultati del bilancio energetico strutturati sulla base dei già citati livelli di approfondimento consequenziali proposti da ENEA:

- **Livello A:** consumo complessivo del vettore energetico analizzato;
- **Livello B:** consumi mensili suddivisi per Macrocategoria (Servizi Ausiliari, Servizi Generali e Attività Principali);
- **Livello C:** consumi mensili suddivisi per servizio;
- **Livello D:** consumi mensili suddivisi per uso finale.

La tabella di seguito riportata sintetizza i risultati ottenuti dal modello elettrico ricalibrato, presentando i consumi complessivi di energia elettrica (Livello A) e suddivisi per Macrocategorie (Livello B).

Macrocategoria	Consumo accorpati per Macrocategoria [kWh]					Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag			
Servizi Generali	22.239	20.234	19.306	14.571	16.781	93.130	14,3%	17
Servizi Ausiliari	19.487	16.679	14.720	12.824	12.374	76.085	11,7%	14
Attività Principali	97.176	84.389	112.947	96.355	90.821	481.687	74,0%	90
Totale ricostruito [kWh]	138.901	121.302	146.973	123.750	119.976	650.902	100%	122
Consumi fatturati	145.145	127.522	151.830	129.092	123.823	677.412		
Fatturati + RES [kWh]	145.145	127.522	151.830	129.092	123.823	677.412		
% di copertura	95,7%	95,1%	96,8%	95,9%	96,9%	96,1%		

Tabella 93 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica complessivo e suddiviso per Macrocategoria

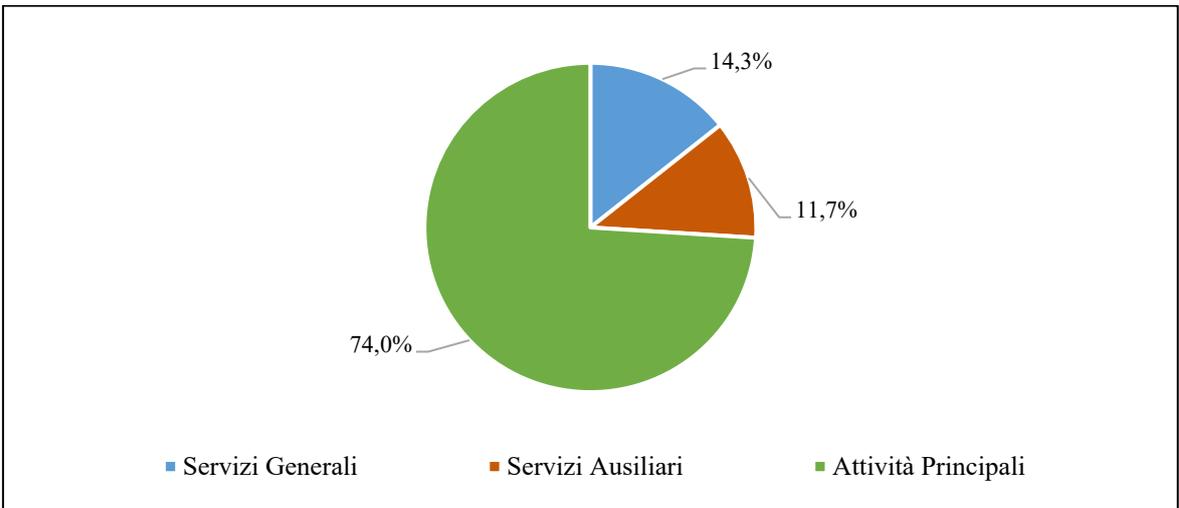
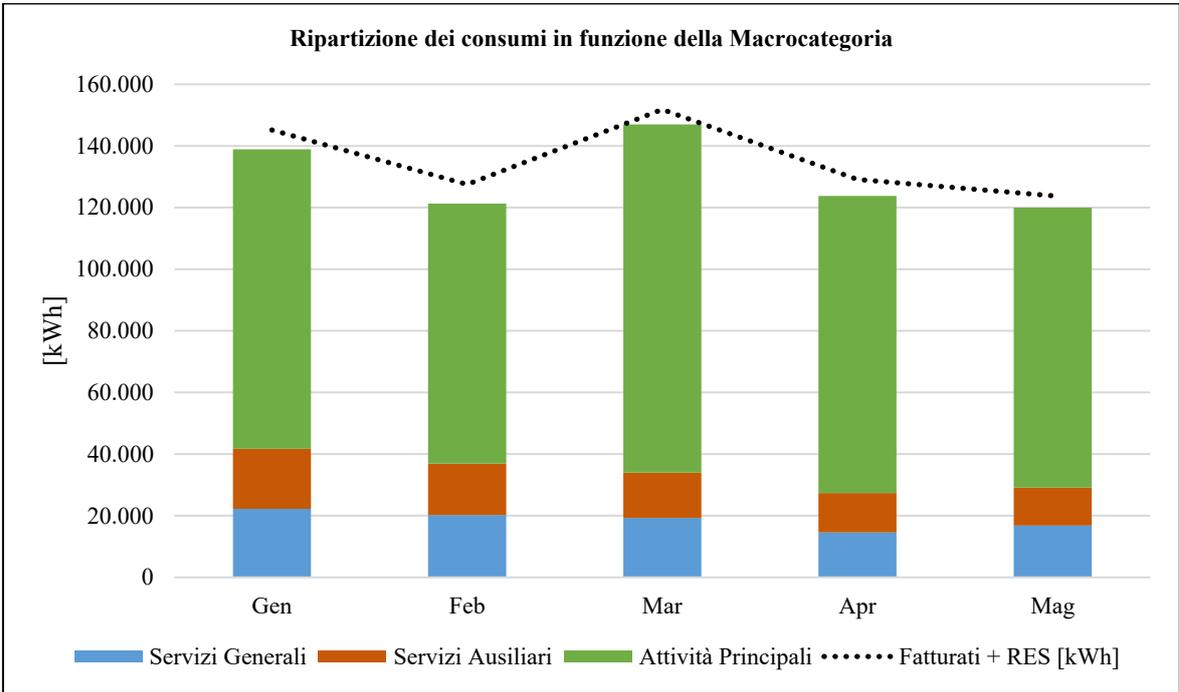


Figura 39 – Ripartizione dei consumi in funzione della Macrocategoria

La tabella di seguito riportata illustra i risultati ottenuti dal modello elettrico ricalibrato presentando i consumi suddivisi per servizio (Livello C).

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo mensile [kWh]					Consumo [kWh]	% sul totale	Consumo [tep]
		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag			
Illuminazione interna	Servizi Generali	12.830	12.283	13.762	10.704	13.252	62.832	9,7%	12
Illuminazione esterna	Servizi Generali	4.418	3.724	3.534	2.850	2.651	17.176	2,6%	3
Impianti di ventilazione	Attività Principali	96.417	84.124	112.399	95.913	90.273	479.125	73,6%	90
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	17.885	15.130	12.935	11.321	10.628	67.899	10,4%	13
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	153	53	110	89	110	516	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	605	212	438	353	437	2.045	0,3%	0
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	4.439	3.697	1.413	553	303	10.404	1,6%	2
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	1.005	976	1.140	1.003	1.126	5.250	0,8%	1
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	67	64	72	56	69	328	0,1%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	147	141	159	124	153	724	0,1%	0
Impianto anti incendio	Servizi Generali	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	383	368	414	322	398	1.884	0,3%	0
Prese rete elettrica	Servizi Generali	553	531	597	464	575	2.719	0,4%	1
Impianti di biofiltrazione	Servizi Ausiliari	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Attrezzatura per la selezione del rifiuto	Attività Principali	0	0	0	0	0	0	0,0%	0
Totale ricostruito [kWh]		138.901	121.302	146.973	123.750	119.976	650.902	100,0%	122
Produzione da fonti rinnovabili [kWh]							0		
Consumi fatturati [kWh]		145.145	127.522	151.830	129.092	123.823	677.412		
% di copertura		95,7%	95,1%	96,8%	95,9%	96,9%	96,1%		

Tabella 94 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per servizio

La tabella di seguito sintetizza i risultati ottenuti dal modello elettrico presentando i consumi di energia elettrica delle utenze elettriche (Livello D).

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo [kWh]	Consumo [tep]	% sul totale
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA	26	25	29	22	28	130	0,02	0,0%
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA	26	25	29	22	28	130	0,02	0,0%
Edificio ricezione	Accessi ricezione	Ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel	1	1	1	1	1	6	0,00	0,0%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore	600	207	432	349	432	2.020	0,38	0,3%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12	51	18	37	30	37	172	0,03	0,0%
Edificio ricezione	Trattamento preliminare per compostaggio	Ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32	102	35	74	59	74	344	0,06	0,1%
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/officina	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Accessi biotunnel	Biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 1	16.423	0	10.036	0	6.387	32.846	6,14	5,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo [kWh]	Consumo [tep]	% sul totale
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 3	0	9.889	10.036	0	0	19.925	3,73	3,1%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 6	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 7	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 8	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Attività di biostabilizzazione e/o bioessiccazione	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 9	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Edificio biotunnel	Trattamento aerobico di matrici organiche	Biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore (N.12 da 22kW)	44.485	43.365	27.125	27.563	21.700	164.238	30,71	25,2%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Accessi raffinazione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	1	1	1	1	1	5	0,00	0,0%
Edificio raffinazione	Selezione	Raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	61	58	66	51	63	299	0,06	0,0%
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	0	0	22.614	24.510	21.106	68.230	12,76	10,5%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo [kWh]	Consumo [tep]	% sul totale
Zona scrubber	Trattamento aria di processo	Scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	0	0	22.614	24.510	21.106	68.230	12,76	10,5 %
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	0	0	1.980	1.643	1.780	5.402	1,01	0,8%
Zona scrubber	Gruppo pompaggio per ricircolo scrubber	Scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	0	0	1.980	1.643	1.780	5.402	1,01	0,8%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	17.755	15.435	9.987	9.665	9.987	62.828	11,75	9,7%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	17.755	15.435	9.987	9.665	9.987	62.828	11,75	9,7%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore	86	83	93	73	90	425	0,08	0,1%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	1	2	8	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	1	2	8	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	1	2	8	0,00	0,0%
Edificio maturazione	Maturazione primaria	Maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico	2	2	2	1	2	8	0,00	0,0%
Edificio pompe	Rilancio percolati	Locale impianti di servizio	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	17.044	14.112	7.575	6.873	5.681	51.286	9,59	7,9%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di 1a pioggia	231	314	463	392	463	1.863	0,35	0,3%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca 1a pioggia	106	144	212	180	212	854	0,16	0,1%
Edificio pompe	Trattamento acque	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	303	411	606	513	606	2.440	0,46	0,4%
Edificio pompe	Messa in pressione acque industriali	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave	306	294	331	257	318	1.506	0,28	0,2%
Edificio pompe	Riformimento	Locale impianti di servizio	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Serbatoio erogazione carburante	159	153	172	133	165	782	0,15	0,1%
Capannoni	Capannoni	Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna	12.517	12.016	13.518	10.514	13.017	61.581	11,52	9,5%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	4.418	3.724	3.534	2.850	2.651	17.176	3,21	2,6%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Consumo [kWh]	Consumo [tep]	% sul totale
Palazzina uffici	Intero complesso	Uffici	Servizi Generali	Prese rete elettrica	Prese servizio	553	531	597	464	575	2.719	0,51	0,4%
Accoglienza	Lavaggio automezzi	Guardiola	Servizi Ausiliari	Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Pompa lavaggio ruote	224	215	242	188	233	1.102	0,21	0,2%
Accoglienza	Pesatura automezzi	Guardiola	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte	5	5	6	4	5	26	0,00	0,0%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo	367	353	397	309	382	1.807	0,34	0,3%
Intero complesso	Intero complesso	Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	531	480	531	514	531	2.589	0,48	0,4%
Palazzina uffici	Uffici	Uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi	313	267	244	190	235	1.250	0,23	0,2%
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Ricezione	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Pompe di calore sala controllo sala quadri	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Palazzina uffici	Uffici	Uffici	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici	4.439	3.697	1.413	553	303	10.404	1,95	1,6%
Edificio ricezione	Sala controllo quadri	Ricezione	Servizi Generali	Impianti di climatizzazione	Pompe di calore sala controllo sala quadri	0	0	0	0	0	0	0,00	0,0%
Totale ricostruito [kWh]						138.901	121.302	146.973	123.750	119.976	650.902	121,72	100%

Tabella 95 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per utenza

10.3.1. Modello elettrico – Sintesi

A seguire sono esposti ed approfonditi i risultati ottenuti riguardo le tre Macrocategorie: i Servizi Generali, i Servizi Ausiliari e le Attività Principali.

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Sintesi dei consumi		
		Consumo [kWh]	% sul totale	Consumo [tep]
Illuminazione interna	Servizi Generali	62.832	9,7%	12
Illuminazione esterna	Servizi Generali	17.176	2,6%	3
Impianti di ventilazione	Attività Principali	479.125	73,6%	90
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	67.899	10,4%	13
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	516	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	2.045	0,3%	0
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	10.404	1,6%	2
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	5.250	0,8%	1
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	328	0,1%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	724	0,1%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	1.884	0,3%	0
Prese rete elettrica	Servizi Generali	2.719	0,4%	1
Totale ricostruito [kWh]		650.902	100,0%	122

Tabella 96 – Sintesi dei consumi per servizio

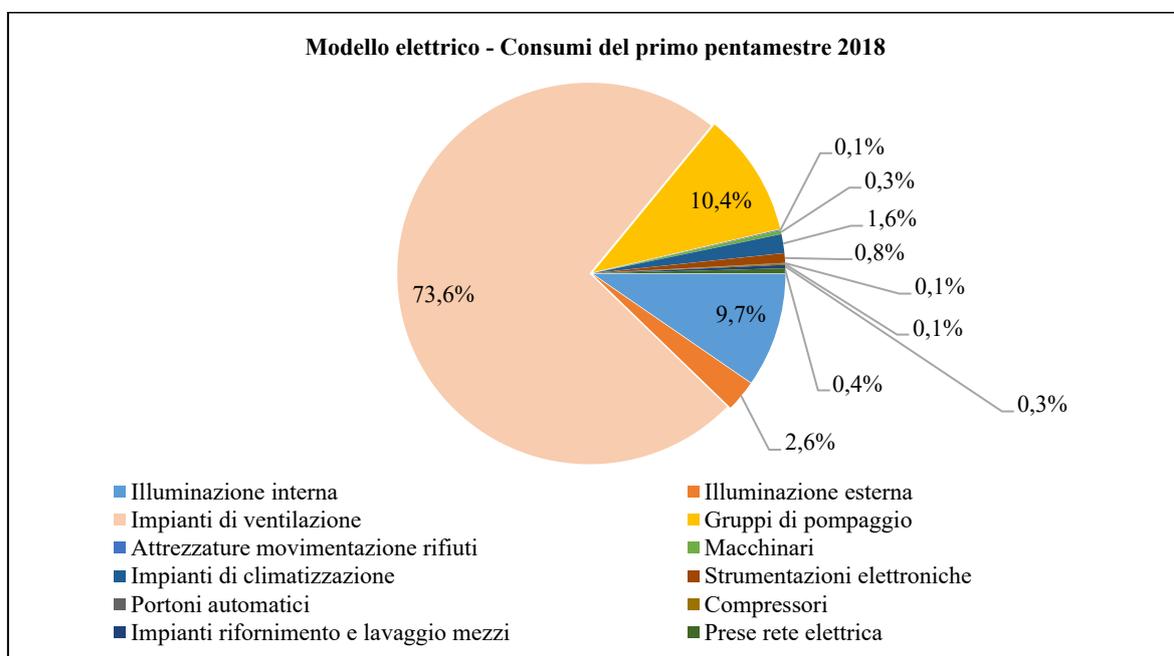


Figura 38 – Modello elettrico: Distribuzione dei consumi

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Illuminazione interna	Servizi Generali	62.832	67,5%	12
Illuminazione esterna	Servizi Generali	17.176	18,4%	3
Impianti di climatizzazione	Servizi Generali	10.404	11,2%	2
Prese rete elettrica	Servizi Generali	2.719	2,9%	1
Totale ricostruito [kWh]		93.130	100,0%	17

Tabella 97 – Sintesi dei consumi dei Servizi Generali

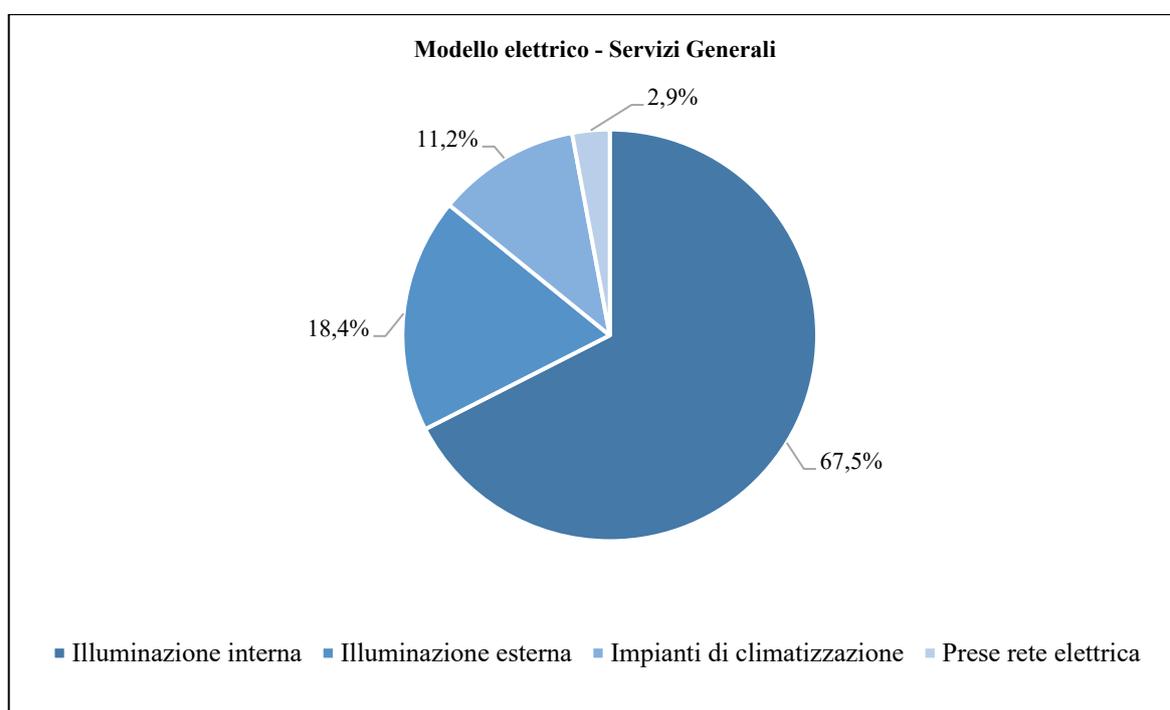


Figura 39 – Modello elettrico: Servizi Generali

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Gruppi di pompaggio	Servizi Ausiliari	67.899	89,2%	13
Strumentazioni elettroniche	Servizi Ausiliari	5.250	6,9%	1
Portoni automatici	Servizi Ausiliari	328	0,4%	0
Compressori	Servizi Ausiliari	724	1,0%	0
Impianti rifornimento e lavaggio mezzi	Servizi Ausiliari	1.884	2,5%	0
Totale ricostruito [kWh]		76.085	100,0%	14

Tabella 98 – Sintesi dei consumi dei Servizi Ausiliari

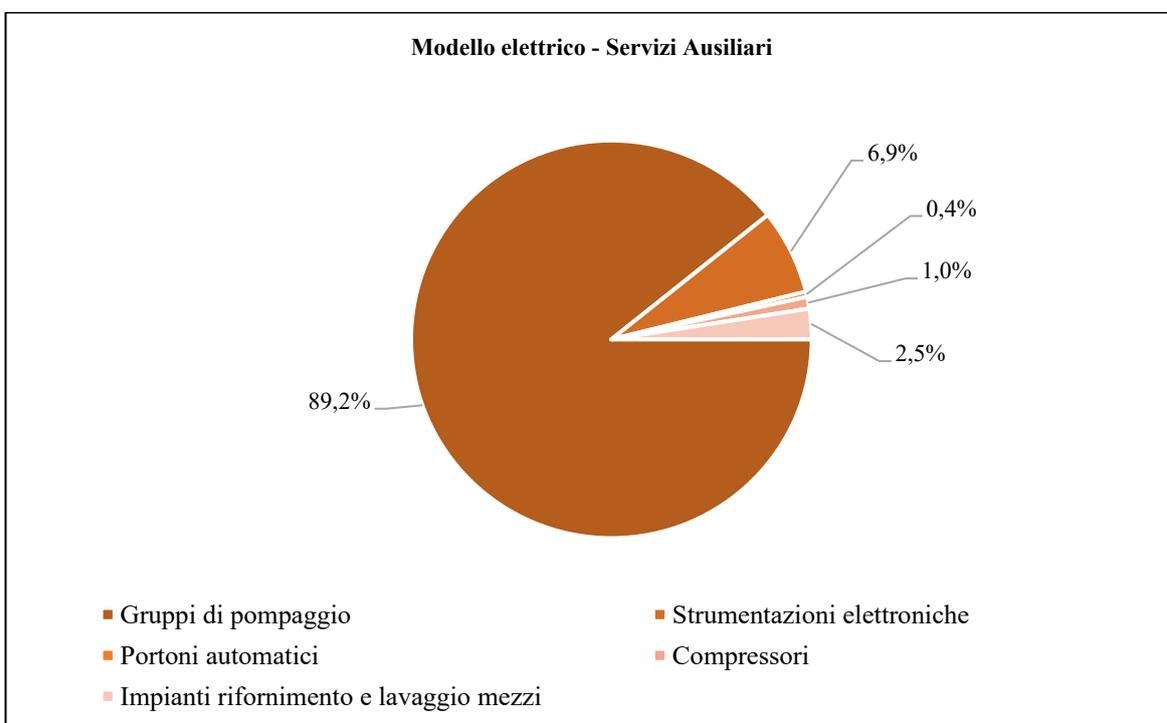


Figura 40 – Modello elettrico: Servizi Ausiliari

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
Impianti di ventilazione	Attività Principali	479.125	99,5%	90
Attrezzature movimentazione rifiuti	Attività Principali	516	0,1%	0
Macchinari	Attività Principali	2.045	0,4%	0
Totale ricostruito [kWh]		481.687	100,0%	90

Tabella 99 – Sintesi dei consumi delle Attività Principali

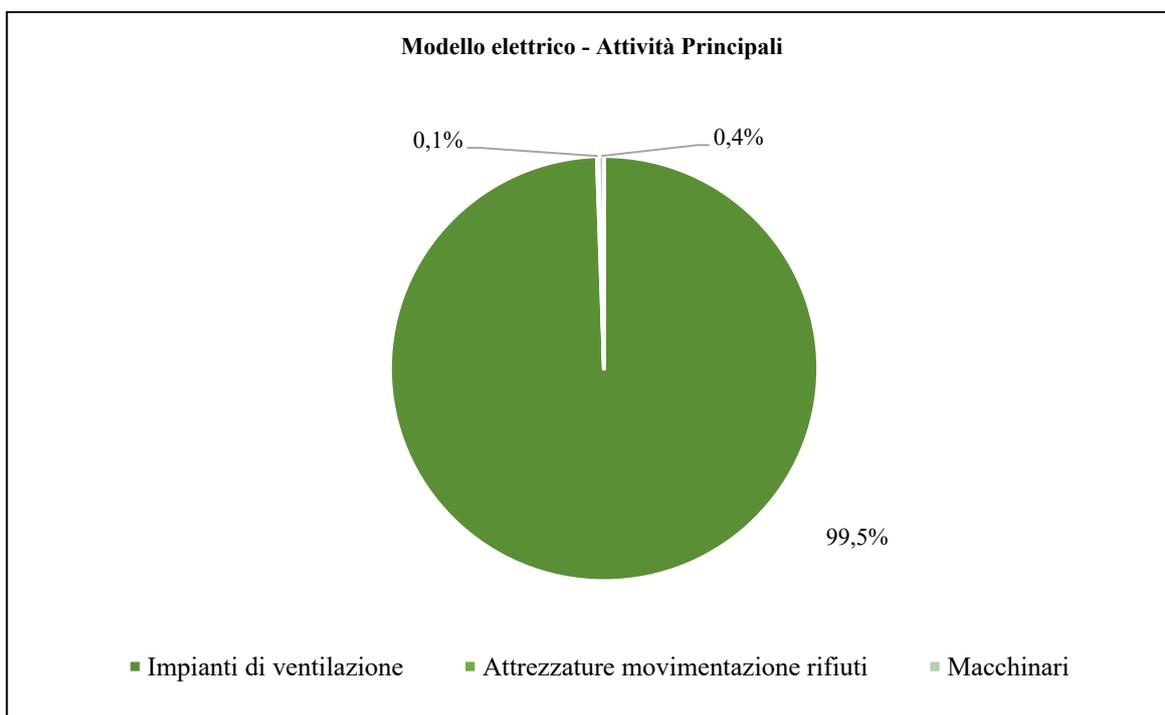


Figura 41 – Modello elettrico: Attività Principali

10.3.2. Modello elettrico suddiviso per edificio

Fabbricato	Consumo mensile [kWh]					Consumo [kWh]	% sul totale
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag		
Edificio ricezione	808	312	601	484	599	2.802	0,4%
Edificio biotunnel	60.910	53.256	47.200	27.564	28.089	217.019	33,3%
Edificio raffinazione	65	62	70	54	67	319	0,0%
Edificio maturazione	35.602	30.959	20.074	19.408	20.070	126.113	19,4%
Edificio pompe	18.150	15.426	9.359	8.348	7.446	58.730	9,0%
Zona scrubber	0	0	49.187	52.306	45.771	147.265	22,6%
Accoglienza	229	220	248	193	238	1.128	0,2%
Zona biofiltro	0	0	0	0	0	0	0,0%
Palazzina uffici	5.305	4.494	2.254	1.207	1.113	14.373	2,2%
Intero complesso	5.316	4.557	4.462	3.673	3.564	21.572	3,3%
Capannoni	12.517	12.016	13.518	10.514	13.017	61.581	9,5%
Totale ricostruito [kWh]	138.901	121.302	146.973	123.750	119.976	650.902	100,0%

Tabella 100 – Sintesi dei consumi ripartiti per edificio

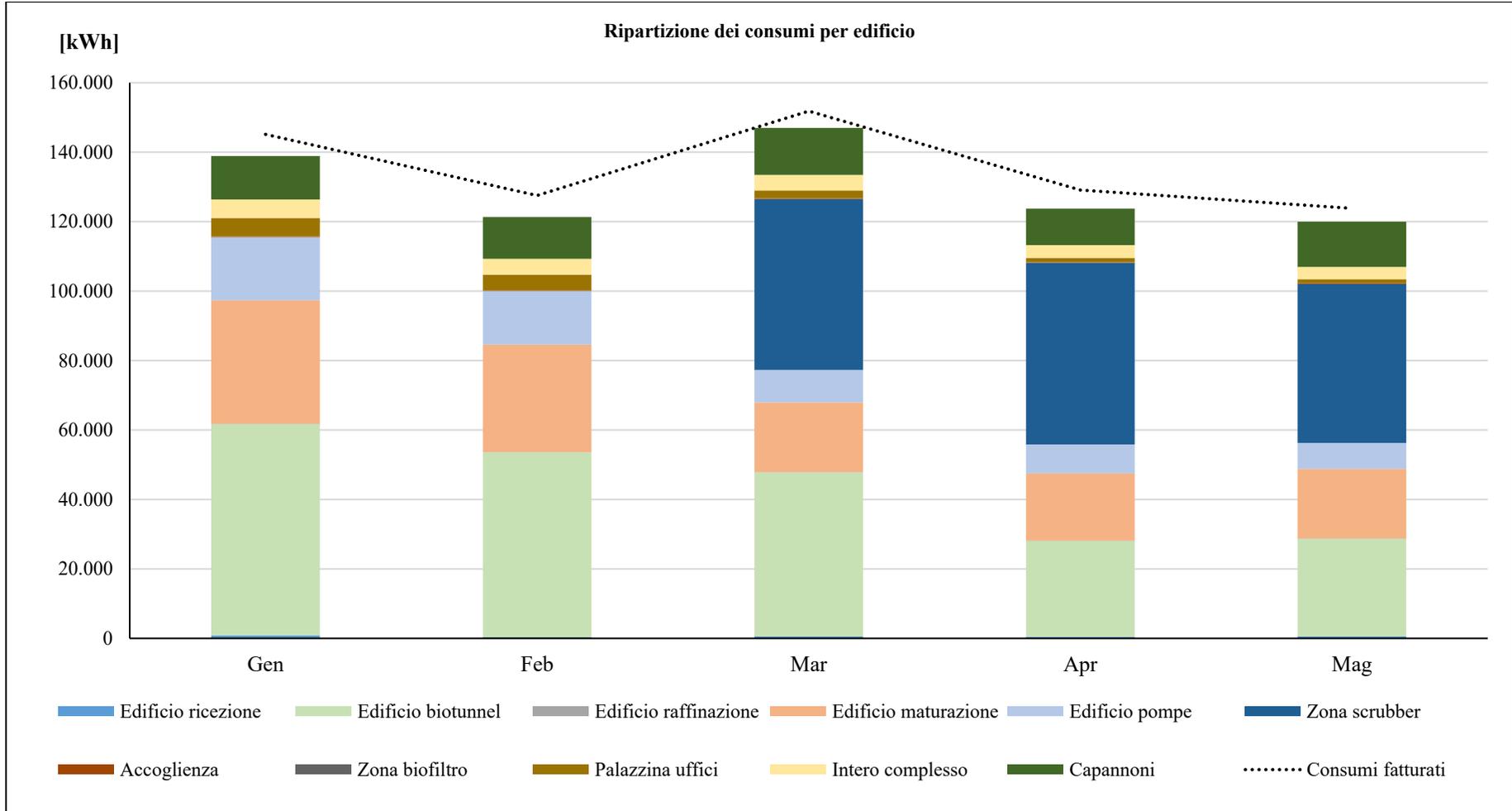


Figura 42 – Consumi elettrici attribuibili a ciascun edificio

10.4. Considerazioni sui consumi elettrici del primo pentamestre del 2018

Il bilancio energetico condotto sui consumi del primo pentamestre dell'anno 2018, derivante sostanzialmente dall'analisi degli assorbimenti al quarto orario e dall'analisi del giorno tipo, conferma ulteriormente la ripartizione dei consumi derivante dalla Diagnosi Energetica sull'anno di riferimento 2017.

A sostegno dei risultati ottenuti si evidenzia inoltre, come risulta dai documenti in allegato, che il complesso in esame non presenta significative variazioni nei profili di assorbimento mensili rispetto all'anno di riferimento 2017.

CONFRONTO PRESTAZIONE ENERGETICA: il caso studio

11. CONFRONTO ANNO DI RIFERIMENTO 2017 CON L'ANNO 2018

A seguito della Diagnosi Energetica è stata condotta un'analisi con l'obiettivo di confrontare gli indicatori di prestazione energetica dell'anno di riferimento 2017, assunti come *baseline*, con gli stessi del primo pentamestre del 2018, di cui è stato possibile reperire le quantità mensili di rifiuti in ingresso e la bollettazione.

Nei grafici e nelle tabelle sottostanti sono riepilogati i dati estrapolati dalla bollettazione.

	Consumi di energia elettrica anno di riferimento 2017					
	F1	F2	F3	TOTALE		
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
giu-17	46.956	32.877	61.058	140.891	€ 19.360	€/kWh 0,137
lug-17	46.343	34.812	61.507	142.662	€ 20.628	€/kWh 0,145
ago-17	48.320	31.640	59.641	139.601	€ 19.157	€/kWh 0,137
set-17	43.161	33.677	54.605	131.443	€ 12.200	€/kWh 0,093
ott-17	41.401	28.816	53.299	123.516	€ 16.423	€/kWh 0,133
nov-17	47.671	32.113	59.932	139.716	€ 18.655	€/kWh 0,134
dic-17	42.700	32.317	69.982	144.999	€ 19.202	€/kWh 0,132
gen-17	39.808	27.536	57.818	125.162	€ 18.432	€/kWh 0,147
feb-17	35.781	25.945	45.908	107.634	€ 15.959	€/kWh 0,148
mar-17	41.082	29.325	51.239	121.646	€ 17.880	€/kWh 0,147
apr-17	33.527	27.821	56.975	118.323	€ 17.010	€/kWh 0,144
mag-17	43.864	30.748	53.966	128.578	€ 18.728	€/kWh 0,146
TOTALE	510.614	367.627	685.930	1.564.171	€ 213.635	€/kWh 0,137

Tabella 101 – Consumi di energia elettrica anno di riferimento

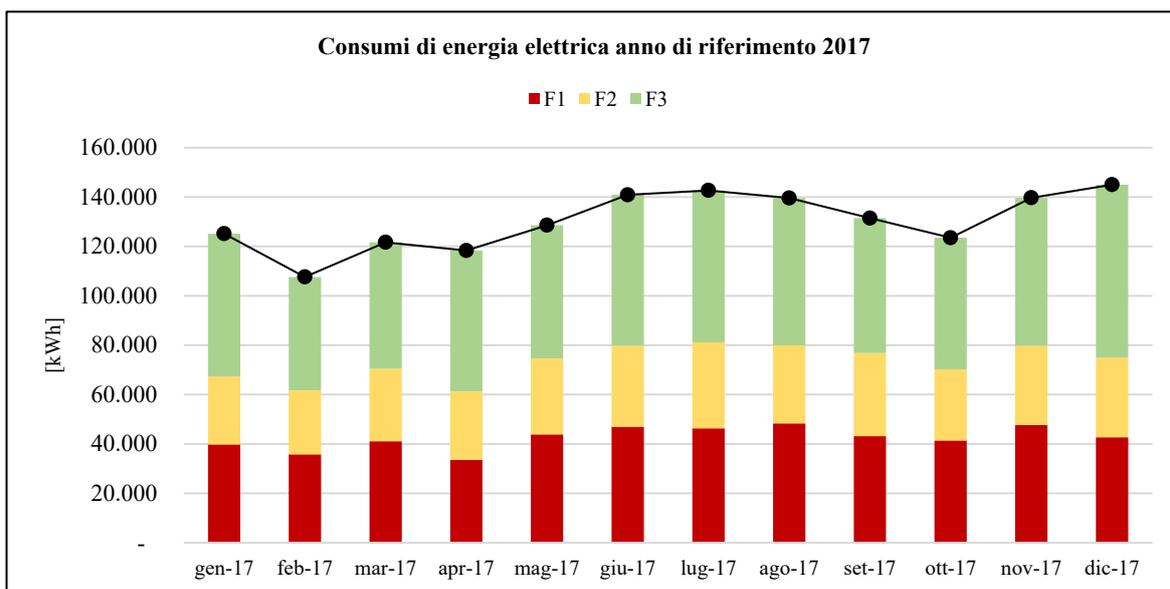


Figura 43 – Consumi di energia elettrica anno di riferimento

	Consumi di energia elettrica primo pentamestre del 2018					
	F1	F2	F3	TOTALE		
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
gen-18	51.093	30.243	63.809	145.145	€ 21.107	€/kWh 0,145
feb-18	45.272	30.359	51.891	127.522	€ 18.633	€/kWh 0,146
mar-18	52.241	38.402	61.187	151.830	€ 22.116	€/kWh 0,146
apr-18	39.498	28.425	61.169	129.092	€ 18.868	€/kWh 0,146
mag-18	44.049	29.253	50.521	123.823	-	€ -
TOTALE	232.153	156.682	288.577	677.412	€ 80.724	€/kWh 0,146

Tabella 102 – Consumi di energia elettrica del primo pentamestre del 2018

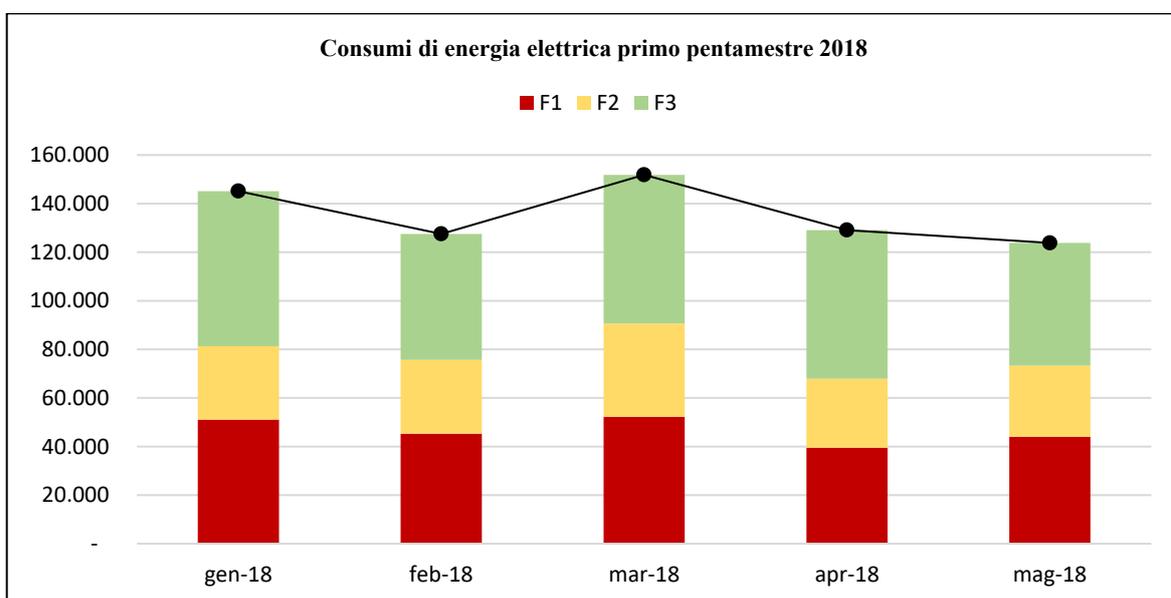


Figura 44 – Consumi di energia elettrica del primo pentamestre del 2018

11.1. Indicatori di prestazione

Nelle tabelle a seguire i consumi elettrici sono normalizzati rispetto al quantitativo mensile di rifiuti in ingresso così da poter confrontare il sistema nei due periodi in base allo stesso fattore energetico¹⁰.

Anno di riferimento 2017			
Mesi	Rifiuti in ingresso [t]	Consumi elettrici [kWh]	Consumo specifico [kWh/t]
gen-17	2.676	125.162	46,76
feb-17	2.374	107.634	45,34
mar-17	3.500	121.646	34,75
apr-17	4.191	118.323	28,23
mag-17	3.647	128.578	35,26
giu-17	3.569	140.891	39,48
lug-17	3.898	142.662	36,60
ago-17	3.566	139.601	39,15
set-17	2.960	131.443	44,41
ott-17	3.229	123.516	38,25
nov-17	3.417	139.716	40,89
dic-17	3.191	144.999	45,44
Totale	40.217	1.564.171	38,89

Primo pentamestre anno 2018			
Mesi	Rifiuti in ingresso [t]	Consumi elettrici [kWh]	Consumo specifico [kWh/t]
gen-18	3.784	145.145	38,36
feb-18	3.125	127.522	40,80
mar-18	3.749	151.830	40,50
apr-18	2.965	129.092	43,54
mag-18	4.324	123.823	28,64
Totale	17.947	677.412	37,74

Tabella 103 – Consumi di energia elettrica mensili normalizzati mediante i rifiuti in ingresso al complesso

¹⁰ Per fattori energetici si intendono i parametri che influenzano il consumo di energia dello stabilimento.

Nei grafici sottostanti è illustrata la relazione tra il volume di rifiuti in ingresso allo stabilimento e i consumi elettrici conseguenti. L'intercetta della regressione lineare rappresenta il consumo fisso di energia dello stabilimento per i periodi analizzati.

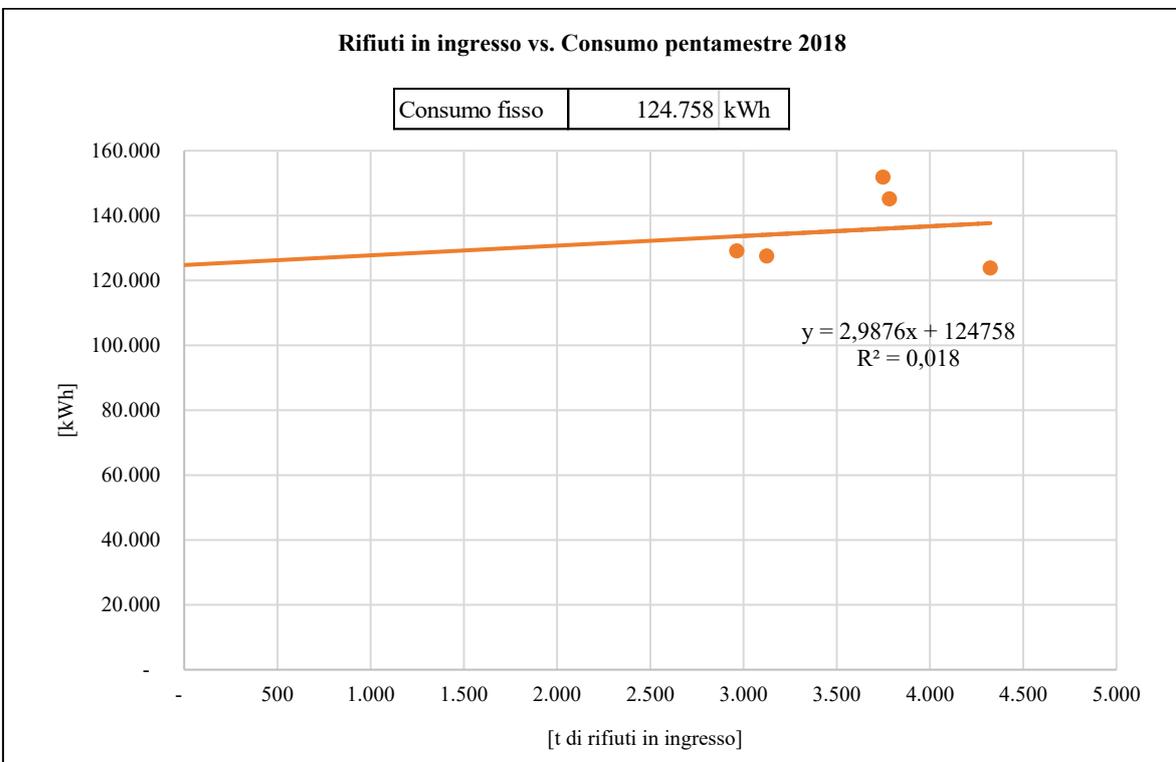
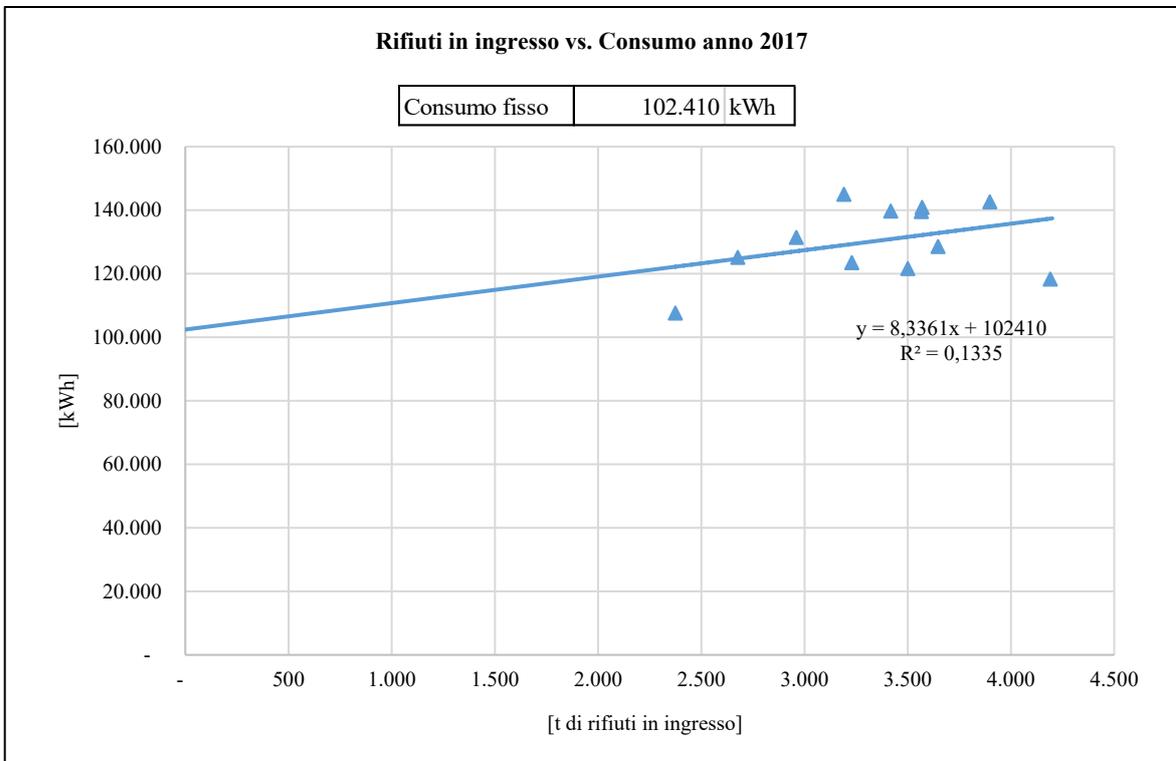


Figura 45 – Relazione tra rifiuti in ingresso allo stabilimento e consumi elettrici

11.2. Confronto EnPI annuali e mensili con la *baseline*

Nel paragrafo sono sintetizzati i risultati relativi al confronto tra la *baseline* dell'anno di riferimento 2017 e gli indicatori riferiti al primo pentamestre dell'anno 2018.

Confronto consumo elettrico specifico		
Anno di riferimento 2017	38,89	kWh/t
Primo pentamestre 2018	37,74	kWh/t
Scostamento rispetto all'anno di riferimento	-3%	

Tabella 104 – Confronto consumo elettrico specifico nei due periodi considerati

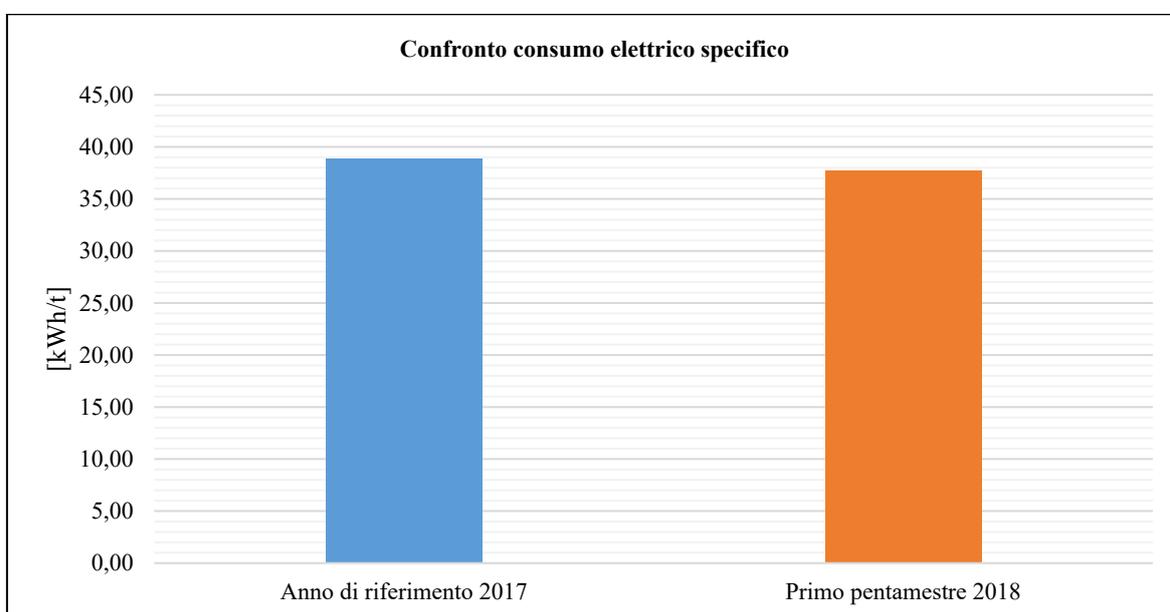


Figura 46 - Confronto consumo elettrico specifico nei due periodi considerati

Confronto consumo elettrico specifico mensile										
	gen-17	gen-18	feb-17	feb-18	mar-17	mar-18	apr-17	apr-18	mag-17	mag-18
Consumo elettrico specifico mensile [kWh/t]	46,76	38,36	45,34	40,80	34,75	40,50	28,23	43,54	35,26	28,64
Scostamento rispetto all'anno di riferimento	-18%		-10%		17%		54%		-19%	

Tabella 105 – Confronto consumo elettrico specifico mensile

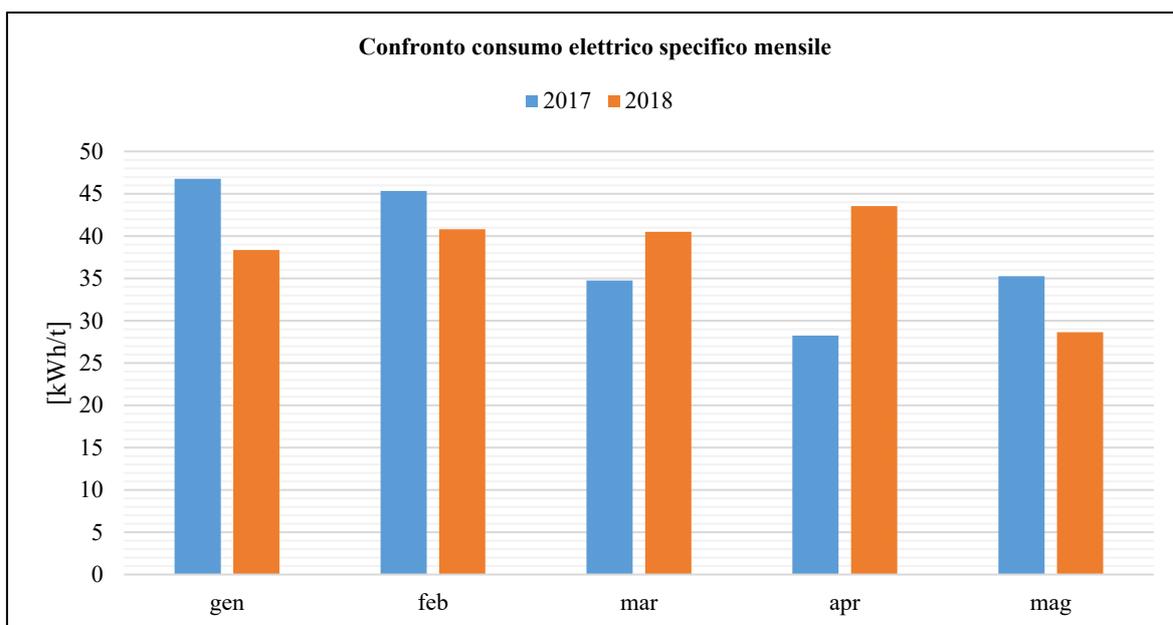


Figura 47 – Confronto consumo elettrico specifico mensile

11.3. Considerazioni

Per quanto riguarda il confronto mensile l'elevato valore di scostamento rispetto all'anno di riferimento, è molto probabilmente dovuto al fatto che il consumo non è direttamente correlato al parametro mensile di volume di rifiuti in ingresso (come si evince anche dal ridotto valore dell'indice di correlazione lineare di Pearson). Tale parametro infatti è composto da volumi destinati a trattamento nell'immediato, a stoccaggio ed in seguito trattamento, o solamente a stoccaggio in attesa di essere prelevati e trasferiti in impianti terzi.

Invece il confronto su un arco temporale maggiore, consente di attenuare lo scostamento derivante dai vari cicli di lavorazione interna.

Tale risultato è un'ulteriore conferma che l'indicatore di prestazione energetica scelto per rappresentare i consumi dello stabilimento al variare del fattore energetico non rappresenta in maniera accurata la specificità dell'organizzazione. Si rende quindi necessario un colloquio approfondito con la Committenza al fine di comprendere adeguatamente i cicli di lavorazione del rifiuto e affinare l'indicatore.

SISTEMA DI GESTIONE DELL'ENERGIA

12. NORMA ISO 50001

Nell'ottica di una gestione dei consumi ottimale e sempre più consapevole è stata pubblicata nel giugno del 2011 la norma internazionale di carattere volontario UNI CEI EN ISO 50001 "Sistemi di Gestione dell'Energia – Requisiti e guida all'utilizzo".

Tale norma *"specifica i requisiti per stabilire, implementare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia, il cui scopo è di consentire che l'organizzazione persegua, mediante un approccio sistematico, il miglioramento continuo delle proprie prestazioni energetiche"* [15].

La norma non definisce in maniera univoca il concetto di prestazione energetica, ma lascia all'organizzazione libera facoltà decisionale. La prestazione energetica può essere intesa come *intensità energetica*, misurata in consumi totali per unità di fatturato; *efficienza energetica* dell'intera organizzazione o di un edificio o di un reparto, misurata in pezzi prodotti all'anno per unità di tep consumato; *consumo specifico* per tipologia di prodotto o servizio offerto oppure come i *consumi assoluti* di energia [16].

Una volta individuato il parametro o la combinazione di parametri che costituiscono la prestazione energetica su cui si ritiene opportuno agire, non impone obiettivi minimi da raggiungere, ma anche in questo caso è l'organizzazione a fissare unilateralmente i livelli minimi di prestazione energetica da conseguire [16].

I benefici attesi dall'implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia si possono così riassumere:

- Ottimizzazione dei costi gestionali;
- Riduzione degli impatti antropici;
- Sensibilizzazione all'uso razionale ed efficiente dell'energia.

La norma UNI CEI EN ISO 50001 è stata seguita da una serie di norme che costituiscono dei validi strumenti che supportano e chiariscono alcuni aspetti chiave del sistema e ne amplificano l'efficacia.

La serie 50000 è composta da:

- UNI CEI EN ISO 50003:2016 "Sistemi di Gestione dell'Energia – Requisiti per organismi che forniscono audit e certificazione dei Sistemi di Gestione dell'Energia". In pratica definisce i requisiti di competenza e imparzialità per gli organismi che svolgono attività di certificazione [5];

- UNI CEI EN ISO 50004:2014 “Sistemi di Gestione dell’Energia – Guida per l’implementazione, mantenimento e miglioramento del SGE”. Fornisce esempi e suggerimenti riguardo all’implementazione e l’aggiornamento del sistema di gestione [16];
- UNI CEI EN ISO 50006: 2015 “Sistemi di Gestione dell’Energia – Misurazione della prestazione energetica utilizzando il consumo di riferimento (*Baseline* – EnB) e gli indicatori di prestazione energetica (EnPI) – Principi generali e linee guida”. Illustra i principi generali e le linee guida della misurazione della prestazione energetica usando il consumo di riferimento e gli indicatori di prestazione energetica. Inoltre guida le organizzazioni su come definire, utilizzare e integrare gli EnPI e i consumi di riferimento nel processo di misura della prestazione energetica [5];
- UNI CEI EN ISO 50015:2016 “Sistemi di Gestione dell’Energia – Misura e verifica della prestazione energetica delle organizzazioni – Principi generali e linee guida”. Definisce i principi generali e le linee guida per il processo di misura e verifica della prestazione energetica [5].

Si sottolinea come la flessibilità della norma consente l’adattamento alle esigenze di qualsiasi organizzazione in termini di complessità del sistema da implementare, documentazione da gestire e risorse da impegnare. Inoltre la norma non va a sovrapporsi ad altri sistemi di gestione, come ad esempio il Sistema per la Gestione della Qualità (UNI EN ISO 9001:2015) o il Sistema per la Gestione Ambientale (UNI EN ISO 14001:2015), ma si integra alla perfezione [26] contribuendo a rendere l’attività amministrativa meno dispersiva ed aderente alle reali necessità dell’organizzazione.

12.1. Il ciclo PDCA: Plan - Do - Check - Act

Ogni sistema gestionale si basa sul ciclo PDCA, anche chiamato ciclo di Deming. Tale ciclo fissa la procedura con la quale condurre e mantenere un Sistema di Gestione dell'Energia.

Le fasi di cui si compone il ciclo sono le seguenti:

- *Plan*: in primo luogo è necessario fissare la strategia dell'organizzazione per poi definire l'articolazione del programma da introdurre;
- *Do*: attuazione del programma;
- *Check*: verifica del raggiungimento dei risultati previsti dalla strategia e dal programma;
- *Act*: aggiornamento del SGE in funzione delle esigenze e/o delle condizioni al contorno [16].

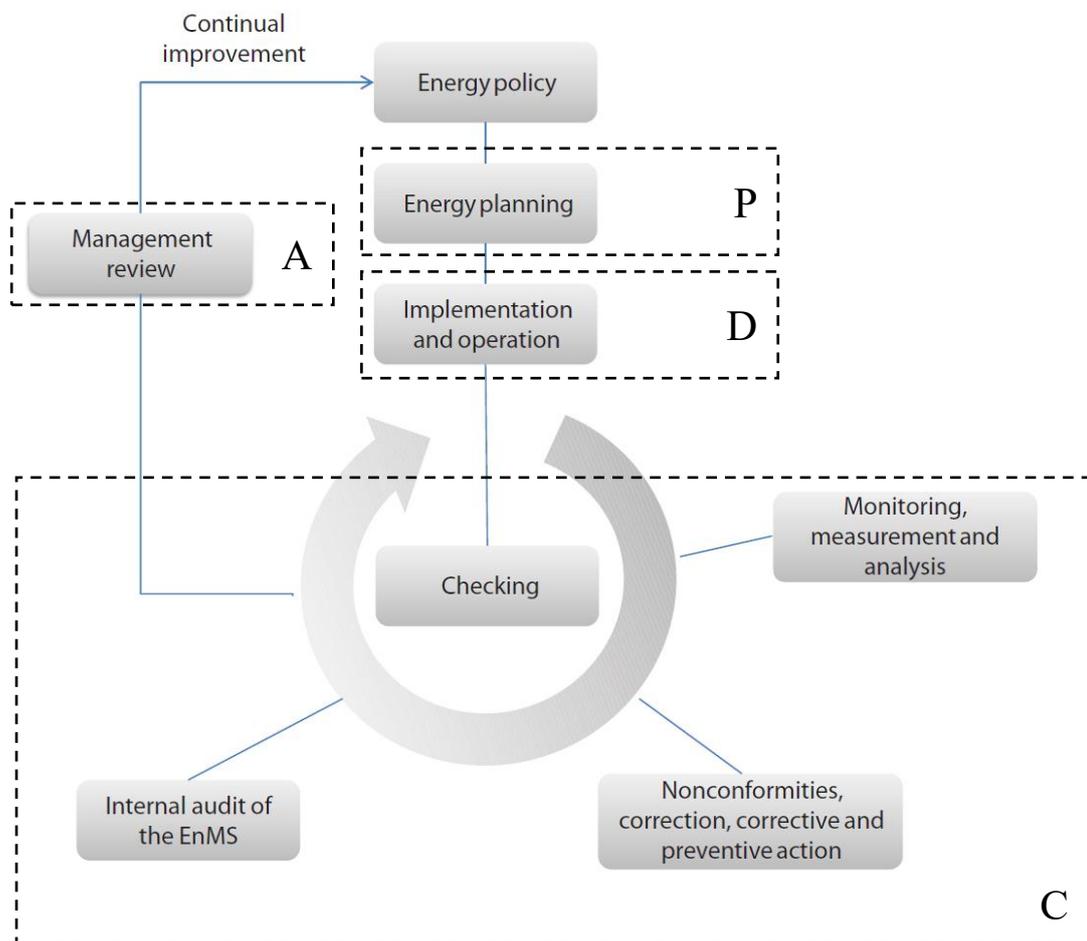


Figura 48 – Il processo PDCA per il Sistema di Gestione dell'Energia

12.1.1. Responsabilità dell'alta direzione e del responsabile del SGE

L'efficacia del SGE dipende dall'impegno di tutta l'organizzazione, in primis della direzione. L'alta direzione in particolare deve dimostrare il suo sostegno al SGE e a migliorarne continuamente l'efficacia attraverso:

- La redazione e la diffusione di un documento di politica energetica, che prendendo atto delle attuali modalità di approvvigionamento ed uso dei vettori energetici e delle condizioni sociali, economiche e di mercato, definisca la strategia che l'organizzazione intende adottare nel futuro, oltre agli obiettivi da perseguire [16];
- La nomina di un rappresentante della direzione e l'approvazione della formazione di un gruppo di gestione dell'energia;
- La disponibilità a rendere disponibili le risorse necessarie (umane, finanziarie, tecnologiche e capacità specialistiche) all'introduzione, al mantenimento ed al miglioramento del SGE;
- La produzione della documentazione riguardo lo scopo ed i confini del SGE;
- L'adozione di una politica informativa rivolta al personale riguardo all'iniziativa, ai suoi scopi, alle tempistiche e agli obiettivi;
- La definizione di obiettivi di miglioramento della prestazione energetica realistici, ovvero non eccessivamente ambiziosi o poco sfidanti [16];
- La considerazione nella pianificazione a lungo termine delle ricadute derivanti dall'azione sulla prestazione energetica;
- La garanzia di oggettività nella misurazione e nella comunicazione al personale e alle parti interessate dei risultati conseguiti;
- La pianificazione degli audit periodici.

Il responsabile nominato dalla direzione è la figura attorno alla quale ruota l'intero processo di implementazione e gestione della ISO 50001 [16]. Egli deve:

- Garantire il miglioramento e la manutenzione del SGE;
- Costituire l'interfaccia tra la direzione ed il resto dell'organizzazione;
- Formare un proprio team di supporto;
- Assicurarsi che la pianificazione della attività di gestione dell'energia sia tradotta in progetti che consentano il raggiungimento degli obiettivi aziendali;
- Definire tutti i portatori di interesse e la suddivisione delle responsabilità al fine di facilitare una gestione dell'energia efficace;
- Definire criteri e metodi per assicurarsi che il funzionamento ed il controllo del SGE siano efficaci;
- Promuovere la consapevolezza e il contenuto della politica energetica e degli obiettivi preposti a tutti i livelli gerarchici dell'organizzazione.

La già citata norma ISO 50004 indica una serie di capacità che il responsabile deve possedere, tra cui il saper motivare i collaboratori, comunicare a tutti i livelli, avere attitudine al *problem solving* e padroneggiare l'energetica [16]. Il riconoscimento di tali doti è comprovato dalla certificazione di cui deve essere in possesso, la UNI CTI 11339 "Esperto in Gestione dell'Energia".

12.1.2. Politica energetica

La politica energetica è il manifesto dell'impegno dell'organizzazione al raggiungimento del miglioramento delle prestazioni energetiche, pertanto l'alta direzione deve definirla ponendo attenzione ai seguenti aspetti:

- Coerenza con la natura e dimensione dell'organizzazione;
- Impegno al miglioramento continuo delle prestazioni energetiche;
- Impegno ad assicurare le risorse necessarie per raggiungere obiettivi e traguardi;
- Rispetto della normativa in campo energetico;
- Fissazione e monitoraggio degli obiettivi;
- Supporto alla progettazione e all'acquisto di prodotti e servizi ad alta efficienza;
- Comunicazione a tutti i livelli;
- Garanzie di riesame e aggiornamento della politica energetica stessa.

12.1.3. Pianificazione energetica (Plan)

La pianificazione energetica è definita secondo uno schema logico preciso e dettagliato. Partendo dalla conoscenza dei consumi attuali e passati delle prestazioni che si ritiene necessario migliorare, viene eseguita l'analisi energetica iniziale¹¹, che ha lo scopo di fornire come output una serie di risultati ed evidenze alla base della pianificazione [16].

L'analisi energetica iniziale deve vagliare gli attuali consumi energetici suddivisi per vettori, e individuarne con chiarezza la loro distribuzione interna e la successiva eventuale conversione in vettori secondari, con l'obiettivo di identificare le aree di consumo principali (USE¹²). Le misure di risparmio energetico dovranno focalizzarsi su tali aree così da garantire un sensibile miglioramento della prestazione.

¹¹ Definizione ISO 50001: determinazione della prestazione energetica dell'organizzazione basata su dati ed altre informazioni tali da portare all'identificazione di opportunità di miglioramento

¹² Area Uso Significativo dell'Energia, costituita da quantità significativa di consumo o con potenziali di miglioramento della prestazione energetica elevati [28].

Gli output del processo di pianificazione energetica sono così sintetizzati:

- Consumo di riferimento (EnB);
- Indicatori energetici (EnPI – *Energy Performance Indicator* o KPI – *Key Performance Indicator*);
- Obiettivi;
- Traguardi, ossia i limiti quantitativi per ogni obiettivo con le rispettive tempistiche;
- Piani d'azione, ossia le modalità grazie alle quali sarà possibile conseguire traguardi e obiettivi.

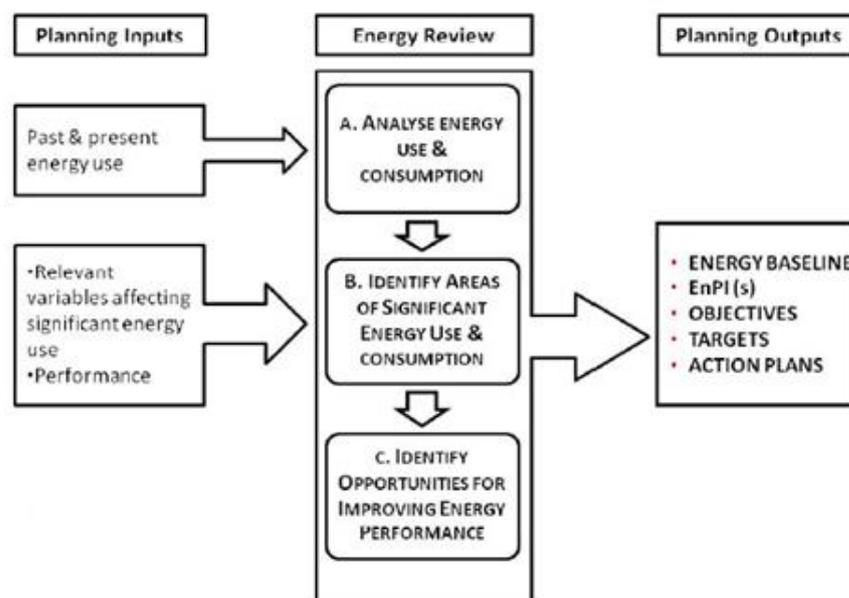


Figura 49 – Pianificazione energetica

È importante che l'organizzazione scelga gli indicatori energetici più adatti in funzione della propria specificità produttiva, poiché il contenimento dei consumi va dimostrato a parità di effetto utile [16], che può essere ad esempio il numero di pezzi prodotti o il numero di servizi erogati su base annua.

Gli indicatori ottenuti sono poi confrontati con i rispettivi consumi di riferimento o *baseline*, i quali vengono determinati da un'appropriata analisi energetica iniziale, al fine di fissare realisticamente obiettivi, traguardi e piani d'azione.

È implicito che l'organizzazione debba identificare e aggiornarsi in ogni momento in merito ai requisiti legislativi applicabili al suo uso, consumo ed efficienza energetica.

12.1.4. Attuazione e funzionamento (Do)

L'organizzazione impugnando i piani di azione e gli altri risultati derivanti dal processo di pianificazione deve procedere all'attuazione. In tale fase è molto importante che la direzione si adoperi affinché il personale sia consapevole dell'importanza del processo in atto e dei benefici conseguibili dall'intera organizzazione. L'organizzazione deve assicurare e incentivare la comunicazione *top-down* e *bottom up*, al fine di ricevere indicazioni e suggerimenti sul SGE [16]. Inoltre si deve prendere in considerazione di comunicare all'esterno riguardo alla propria politica energetica, al proprio SGE, e alla prestazione energetica. In caso affermativo è necessario definire un metodo per questa comunicazione.

Si sottolinea che ogni decisione assunta riguardo il SGE deve essere documentata.

Nell'ottica di un miglioramento continuo delle prestazioni energetiche, la progettazione della nuova impiantistica deve considerare l'incremento dell'efficienza energetica dei propri componenti. Molto spesso in realtà prive di una gestione ottimale dell'energia si preferisce minimizzare i costi di investimento andando a penalizzare i flussi di cassa futuri, acquisendo apparecchi dal rendimento non ottimale che invece garantirebbero un mancato esborso sulla spesa energetica maggiore se fossero più performanti. L'adozione del SGE corregge questa irrazionalità imponendo che le procedure di acquisto debbano tenere in considerazione l'efficienza energetica dei componenti [16].

12.1.5. Verifiche (Check)

Affinché il SGE poggi su basi solide è necessario che le variabili da cui dipende la prestazione energetica che si intende migliorare in continuo siano monitorate, misurate, analizzate regolarmente nel tempo e archiviate. Le variabili chiave devono includere come minimo gli usi energetici significativi (USE), le variabili correlate agli USE, gli indici di prestazione energetica, l'efficacia dei piani di azione nel raggiungimento di obiettivi e traguardi e la valutazione dei consumi attuali rispetto a quelli previsti.

L'organizzazione deve fissare procedure per le verifiche di conformità a prescrizioni legislative cogenti o a regolamenti cui abbia aderito [16], i risultati di tali verifiche sono da registrare e conservare. Inoltre deve condurre audit interni ad intervalli regolari per garantire che il SGE sia conforme alla norma ISO 50001, sia implementato efficacemente e sia in grado di conseguire gli obiettivi e traguardi stabiliti.

Il processo di verifica ha lo scopo di individuare non conformità. Qualora ne venga individuata una è necessario scoprirne e rimuoverne le cause, oltre ad introdurre misure correttive preventive per evitare l'insorgenza di nuove non conformità nel futuro. I risultati dell'attività devono essere registrati e l'efficacia del piano di azioni correttive deve essere continuamente testata [16].

12.1.6. Riesame della direzione (Act)

L'organizzazione deve riesaminare il SGE ad intervalli pianificati, per assicurarsi che tale sistema continui ad essere adeguato ai fini del miglioramento continuo della prestazione energetica, conservando tutti i documenti redatti durante il riesame, perché siano consultabili al prossimo riesame.

12.2. Criticità del SGE

Uno studio condotto dalla rivista FIRE [27] evidenzia che una delle maggiori criticità da affrontare in un percorso di SGE risiede nell'individuare degli indicatori di prestazione (EnPI) che siano in grado di rappresentare con elevato grado di accuratezza il consumo di energia al variare dei fattori di aggiustamento, ossia quei parametri quantificabili in grado di influire sul consumo di energia (ad esempio livello produttivo, livello di occupazione dei locali, condizioni climatiche ed ambientali, ecc.) [27]. Malgrado esista una vasta letteratura in ambito industriale è necessario scendere nel dettaglio del sito in esame ed avere una conoscenza profonda dei processi e degli impianti, oltre ad una certa padronanza degli strumenti statistici, per definire un EnPI significativo.

L'altro aspetto, strettamente legato agli EnPI, che concorre a rendere impegnativo il sistema di gestione è il programma di verifica e misura. Il Piano di Misura deve sostanzialmente analizzare e misurare gli EnPI individuati da un'organizzazione e garantirne la tracciabilità e l'adeguatezza [28]. Il sistema di monitoraggio atto a svolgere tale compito comprende tutto il complesso di strumentazione e di gestione della misura da mettere in campo, come può essere ad esempio un *Energy Data Management* (EDM). L'EDM integra il sistema architetturale necessario per la raccolta, la tracciabilità e l'archiviazione dei dati, nonché un adeguato sistema di elaborazione dei dati e un'efficace rappresentazione dei risultati con interfacce grafiche [28]. La difficoltà nell'individuare l'indicatore può portare all'implementazione di un sistema di monitoraggio molto esteso e di conseguenza poco significativo, ma sicuramente oneroso. Per questo motivo la costruzione di un EDM deve adattarsi alla specificità dell'organizzazione in esame e deve essere il risultato di un'attenta e puntuale progettazione di un Piano di Misura che abbia chiari indicatori da monitorare e non viceversa [28].

Per ovviare alle suddette criticità con discreto successo è possibile ricorrere alla famiglia di norme 50000 e al Protocollo Internazionale di Misura e Verifica delle Prestazioni (IPMVP), che rappresentano dei buoni supporti per intraprendere un SGE efficiente [27]. L'IPMVP è una raccolta delle migliori pratiche ad oggi disponibili per verificare i risultati di progetti di efficienza energetica, efficienza idrica e fonti rinnovabili in qualsiasi campo, dagli edifici ai siti industriali, e se seguito correttamente, consente di individuare parametri e procedure per caratterizzare i benefici conseguenti dai progetti di efficienza e di tenerli sotto controllo [29].

Occorre però precisare il grado di complessità che comunque comporta l'attuazione di un sistema di gestione all'interno di un'organizzazione, a causa dell'istituzione ex novo di una struttura interna che si occupi solamente della gestione dell'energia.

CONCLUSIONI

Lo scopo del presente elaborato era di presentare due strumenti volti a migliorare l'efficienza energetica di un'organizzazione: la Diagnosi Energetica ed il Sistema di Gestione dell'Energia.

La Diagnosi Energetica è stata condotta in campo lavorativo, giorno per giorno, confrontandosi con tutte le difficoltà che si sono riscontrate nei contatti con la Committenza per reperire la documentazione necessaria ad un audit adeguato. Il tema del Sistema di Gestione dell'Energia, invece, è stato esposto a livello teorico, illustrandone i passaggi che portano alla sua implementazione e ne definiscono l'applicazione.

La vera finalità e l'elemento qualificante di una Diagnosi Energetica sono le raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici espresse mediante le proposte di intervento. Tra le proposte di efficientamento le più interessanti per il sito in esame si sono dimostrate essere quelle riguardanti l'efficientamento del vettore elettrico, tra cui si evidenziano l'installazione di un impianto solare fotovoltaico (IM3) e il relamping dell'area interna dei capannoni e dell'area esterna (IM1). Dalla Diagnosi Energetica, inoltre, è emerso che il servizio di pompaggio dello stabilimento è un servizio tra i più energivori, è stata quindi proposta l'installazione di inverter per adattarne il profilo di funzionamento alle reali necessità di lavoro. Tuttavia, non è stato possibile analizzare tale proposta in ottica di costi e benefici, poiché non si era in possesso delle specifiche tecniche necessarie alla progettazione preliminare dell'impiantistica. Malgrado ciò, l'intervento è stato caldamente consigliato in previsione di una gestione razionale dell'energia, così come l'intervento di manutenzione ordinaria da focalizzarsi sui motori elettrici dei ventilatori a servizio dei biotunnel, essendo tali macchine soggette a condizioni di lavoro non ottimali. La proposta di installare un sistema di monitoraggio deriva, invece, dal fatto che, avendo monitorato in continuo il funzionamento degli impianti e riducendo al minimo sia i tempi di intervento sia la diagnostica degli stessi, è possibile garantire un elevato livello prestazionale.

A corredo della Diagnosi Energetica riferita all'anno 2017, è stato svolto un bilancio energetico sui primi mesi del 2018 e sono stati confrontati gli indici di prestazione energetica dello stesso periodo in riferimento alla *baseline* dell'anno 2017. Il bilancio ha sostanzialmente confermato gli usi energetici derivanti dalla Diagnosi, sottolineando la bontà delle assunzioni fatte. Invece il confronto tra le prestazioni energetiche dei due periodi ha mostrato che l'indice scelto per rappresentare i consumi dello stabilimento al variare del fattore energetico non è accurato, infatti dal momento che il sistema energetico non ha subito variazioni sostanziali, gli scostamenti rispetto alla *baseline* non dovrebbero essere così marcati. Come già accennato, quindi, è necessario approfondire la conoscenza con la Committenza con riguardo ai cicli di lavorazione dei rifiuti in ingresso allo stabilimento, ciò al fine di affinare la definizione di tale indicatore.

La difficile definizione di un indicatore di prestazione significativo sui cui comprovare l'efficienza di un'organizzazione è anche una delle maggiori criticità sulla strada dell'implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia efficace. Tuttavia, gli strumenti e le linee guida fornite dalla famiglia delle norme 50.000 e dal Protocollo Internazionale di Misura e Verifica delle Prestazioni dovrebbero essere sufficienti a colmare in maniera soddisfacente tale lacuna [27].

Un efficace analisi delle prestazioni energetiche passa necessariamente attraverso la disponibilità di dati energetici adeguati e affidabili [28]. Questo risultato si può ottenere solamente attraverso un attento studio che porti alla redazione di un buon Piano di Misura che abbia come conseguenza la consapevolezza dei propri consumi.

La Diagnosi Energetica mi ha permesso di acquisire un'approfondita conoscenza riguardo l'utilizzo dei flussi energetici e la loro suddivisione all'interno dello stabilimento, e sono convinto che l'implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia consentirebbe allo stabilimento di trarre benefici considerevoli. Infatti, la definizione dell'indicatore di prestazione non sarebbe più così difficoltosa, ma andrebbe solo affinata, potendo attingere dal bagaglio di conoscenze acquisite durante la Diagnosi Energetica; inoltre, e a differenza di quanto avviene con la Diagnosi, il SGE è in grado di garantire un'analisi continuativa e dettagliata della modalità di consumo che porterebbe ad aumentare il grado di consapevolezza e a promuovere la diffusione di pratiche virtuose all'interno dello stabilimento.

Diagnosi Energetica e Sistema di Gestione dell'Energia, quindi, possono sembrare due strumenti da impugnare separatamente, ma in realtà non si escludono a vicenda, anzi, una buona Diagnosi Energetica è la base per un altrettanto efficace Sistema di Gestione dell'Energia.

In conclusione, si può affermare che Diagnosi Energetica e Sistema di Gestione dell'Energia non debbano essere considerati due strumenti in opposizione: la Diagnosi Energetica deve essere l'azione propedeutica alla decisione di implementare un sistema di gestione da parte di un'organizzazione *ad hoc* [5]. Poi, ovviamente, a valle della Diagnosi, in base all'incidenza della spesa energetica sui costi operativi totali, un'organizzazione potrà valutare se ritiene conveniente mettere in campo un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia oppure perseguire il miglioramento dell'efficienza mediante Diagnosi Energetiche ad intervalli regolari, soluzione che comporta un livello di complessità strutturale minore rispetto ad un sistema di gestione.

Pertanto, malgrado tutte le complessità del caso, la combinazione di questi due strumenti può arrivare a garantire ottime prospettive di efficientamento ad un'organizzazione, che si traducono in benefici non solo economico-finanziari ma anche di immagine, capaci di dare una grande spinta nel breve e lungo periodo all'intera struttura aziendale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] N. M. Caminiti e S. La Motta, «L'Accordo di Parigi,» ENEA, 2016.
- [2] I. Bertini, D. F. Nino, A. Federici e R. Moneta, «Rapporto annuale efficienza energetica,» ENEA, 2016.
- [3] Commissione Europea, «Unione dell'Energia e clima,» [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_it. [Consultato il giorno Luglio 2018].
- [4] Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, «D.LGS. 4 luglio 2014 n.102,» 2014.
- [5] S. Ferrari, «Tra diagnosi energetica e Sistemi di Gestione dell'Energia,» *Gestione Energia: strumenti e buone pratiche per l'energy management*, n. 1, pp. 28-30, 2018.
- [6] Consiglio dell'Unione Europea e Parlamento Europeo, «Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica,» 2012.
- [7] Ente Italiano di Normazione, *UNI CEI EN 16247-1 Diagnosi energetiche. Parte 1: Requisiti generali*, 2012.
- [8] Ministero dello Sviluppo Economico, *Circolare del 18 dicembre 2014*, 2014.
- [9] Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, «D.P.R. 26 agosto 1993, n.412,» 1993.
- [10] Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, «D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74,» 2013.
- [11] M. Cali e P. Gregorio, *Termodinamica*, Società editrice Esculapio, 2006.
- [12] Unità Tecnica Efficienza Energetica, «Valutazione di indici di prestazioni energetiche per i settori: fonderie, ceramica e produzione della carta,» ENEA, 2017.
- [13] Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *UNI CEI/TR 11428 - Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche. Requisiti generali dei servizi di diagnosi energetica*, 2011.
- [14] P. De Stefanis, «Certificati Bianchi. Presentazione dei progetti a Consuntivo (PPPM). Guida operativa per il Settore della Gestione dei Rifiuti,» ENEA, 2013.

- [15] Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *UNI CEI EN ISO 50001 - Sistemi di Gestione dell'Energia. Requisiti e linee guida per l'uso*, 2011.
- [16] N. Di franco, *Energy management. Fondamenti per la valutazione, la pianificazione e il controllo dell'efficienza energetica*, Milano: FrancoAngeli, 2017.
- [17] A. Pellegrino, *Corso di studi. Sistemi per l'illuminazione e controllo del rumore*, Torino: Politecnico di Torino, 2017.
- [18] Omron, «Elettropompe a velocità variabile nella gestione delle acque. Quaderni di automazione,» Omron Electronics Spa.
- [19] D. Costanzo, D. Esquivel, A. Negri e L. Sabaini, «Gli inverter».
- [20] ITT Industries Flygt, «Sistemi di pompaggio con inverter,» ITT Industries Flygt.
- [21] M. Badami, *Corso di studi. Impiego industriale dell'energia*, Torino: Politecnico di Torino, 2017.
- [22] I.I.S. "Marconi-Galletti", «Impianti fotovoltaici,» [Online]. Available: http://marconi-galletti.it/solare/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=16.
- [23] «Solare B2B. Efficienza e risparmio energetico,» 10 gennaio 2018. [Online]. Available: <http://solareb2b.it/super-ammortamento-confermato-modifica-nel-2018-aliquota-dal-140-al-130/>.
- [24] VEM, «Istruzioni per il montaggio, l'uso e la manutenzione. Motori asincroni trifase per bassa tensione con rotore a gabbia. Motori asincronit trifase per bassa tensione ad anello collettore.,» VEM motors Thurm GmbH.
- [25] Ente Italiano di Normazione, *UNI CEI EN 16247-3 Diagnosi energetiche. Parte 3: Processi*, 2014.
- [26] P. Zilio, «Convegno FIRE,» in *IMPLEMENTAZIONE ISO 50001. Un'opportunità di crescita grazie alla gestione dei costi legati all'energia*, Milano, 2017.
- [27] A. Sbicego, «Dalla diagnosi energetica all'adozione di un SGE ISO 50001,» *Gestione Energia. Strumenti e buone pratiche per l'energy management*, n. 1, pp. 38-40, 2018.

- [28] C. Artioli, «Il Piano di Misura della efficienza energetica nelle Diagnosi Energetiche e nei Sistemi di Gestione dell'Energia:nuova ISO 50001,» *Gestione Energia. Strumenti e buone pratiche per l'energy management*, n. 1, pp. 34-37, 2018.
- [29] «FIRE - Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia,» [Online]. Available: <http://fire-italia.org/ipmvp/>.
- [30] C. Artioli, «Vantaggi e criticità del SGE ISO 50001,» in *Convegno ISO 50001. I Sistemi di Gestione dell'Energia: un trampolino per il futuro*, Milano, 2017.
- [31] I. Bertini, N. Di Franco e R. Moneta, «Rapporto annuale efficienza energetica. Analisi e risultati delle policy di efficienza energetica del nostro paese,» ENEA, 2017.
- [32] Clivet, *Bollettino Tecnico: ELFOEnergy Extended Inverter*.
- [33] Clivet, *Bollettino Tecnico: ELFOEnergy Magnum - Pompa di calore*.
- [34] S. Ferrari, D. Ranieri, M. Salvio e D. Santino, «Linee Guida per il Monitoraggio nel settore industriale per le diagnosi energetiche ex art. 8 del d.lgs. 102/2014,» ENEA.
- [35] ENEA, «Diagnosi energetiche: risultati e obbligo 2019,» in *Enermanagement 2017*, Milano, 2017.
- [36] Unità Tecnica Efficienza Energetica, «Valutazione di indici di prestazioni energetiche per i settori: fonderie, ceramica e produzione della carta,» ENEA, 2017.
- [37] Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *UNI CEI EN 16231 - Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica*, 2012.
- [38] S. Mancò, *Dispense del corso di Gestione dei Sistemi Energetici*, Politecnico di Torino: Politeko, 2016.
- [39] «Wikipedia,» [Online]. Available: <https://it.wikipedia.org/wiki/FORSU>.
- [40] D. Forni, «La misura e verifica del risparmio e il protocollo IPMVP,» FIRE, 2016.
- [41] Ing. Domenico Santino , «Innovazione e Dintorni: Enea Advanced Manufacturing, PATENT BOX, HORIZON 2020,» in *Il decreto legislativo 102 e le diagnosi energetiche: un'opportunità per il sistema produttivo*, Legnano, 2016.

[42] ENEA. Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, «Enermanagement 2017,» in *Diagnosi energetiche: risultati e obbligo 2019*, Milano, 2017.

ALLEGATI

A. Report prelievi al quarto d'ora di potenza attiva dell'anno 2017

Il presente report ha come oggetto di studio l'analisi dei prelievi al quarto d'ora di potenza attiva dello stabilimento in esame per l'anno di riferimento della Diagnosi Energetica.

L'assorbimento al quarto orario è un dato facilmente reperibile, se previsto contrattualmente è scaricabile online dal proprio portale nel sito del Distributore di energia.

L'elaborazione di tale dato costituisce un valido strumento per la comprensione dei profili di assorbimento del sistema energetico a livello mensile ed annuale, consentendo quindi di verificare e validare con un elevato grado di accuratezza le assunzioni fatte in sede di Diagnosi riguardo i profili di funzionamento delle utenze elettriche.

Inizialmente il focus dell'analisi è stato posto a livello annuale fornendo una visione d'insieme dei prelievi di potenza, per poi spostarsi ad un livello di dettaglio mensile più puntuale.

I risultati dell'analisi annuale sono esposti dapprima illustrando gli andamenti dei prelievi di potenza media, massima e minima, per poi giungere alla settimana tipo dell'anno di riferimento 2017. La settimana tipo è composta dai consumi orari mediati su tutto l'anno per ogni giorno settimanale e rappresenta il comportamento medio giornaliero dello stabilimento.

Si espone poi la settimana tipo per ogni mese dell'anno, suddividendo i giorni settimanali in feriali festivi e sabato.

I grafici mostrano chiaramente che il profilo di assorbimento annuale dello stabilimento non presenta particolari variazioni, si nota un leggero aumento dei consumi nei mesi estivi e nel periodo invernale nei mesi di novembre e dicembre. Settimanalmente invece, nei giorni feriali e parzialmente il sabato l'attività lavorativa genera un incremento graduale dei consumi che inizia all'incirca alle 7:00 e termina alle 19:00.

Nelle tabelle orarie si evidenzia cromaticamente la suddivisione delle fasce di costo dell'energia elettrica stabilite dall'AEEG.

A.1. Analisi annuale

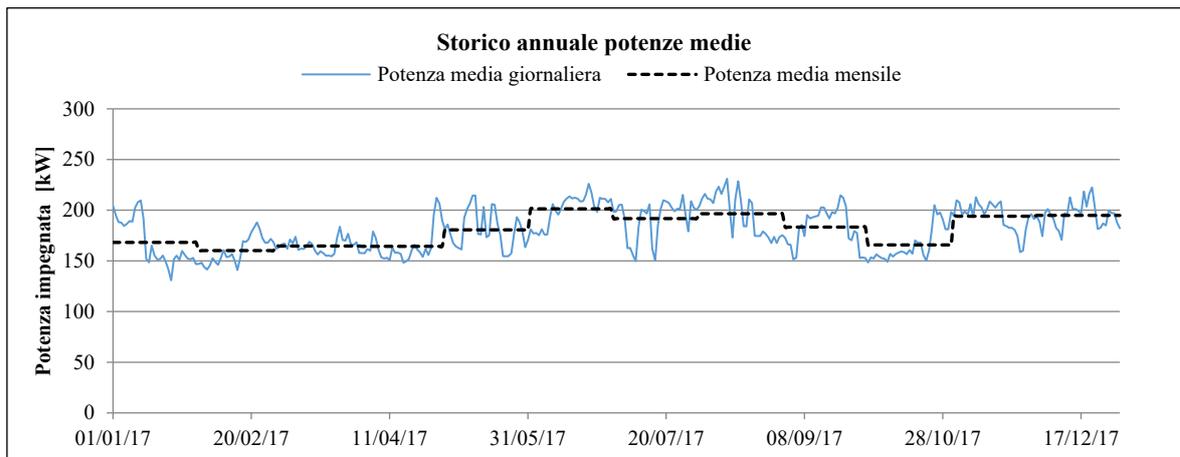


Figura 50 – Storico annuale potenze medie del 2017



Figura 51 – Storico annuale potenze massime del 2017

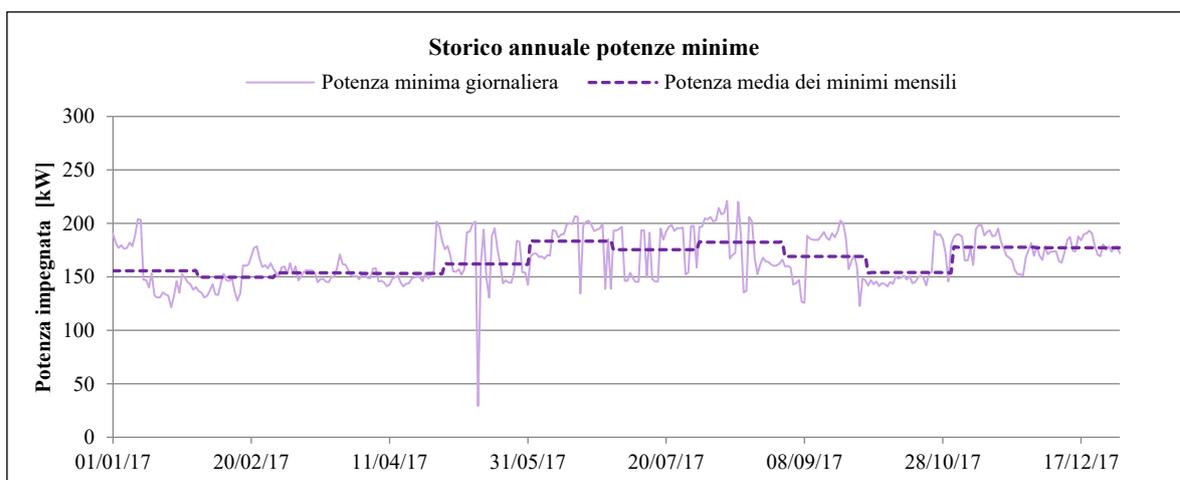
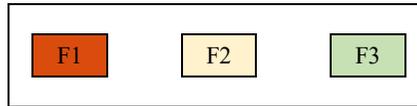


Figura 52 – Storico annuale potenze minime del 2017



	Consumo medio orario [kWh/h]																							Consumo medio giornaliero per fascia [kWh/giorno]			
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	F1	F2	F3
lunedì	176,2	176,4	176,7	177,5	177,6	178,2	176,1	178,2	184,2	187,6	187,9	188,2	185,0	186,3	185,0	183,3	181,3	180,3	177,7	176,6	176,7	178,6	179,8	180,1	2.027	890	1.419
martedì	178,9	179,3	179,5	179,5	179,3	179,1	177,4	180,8	185,3	185,6	184,1	185,7	184,6	183,4	182,5	181,8	180,9	179,7	175,7	175,0	174,9	177,3	178,3	178,2	2.009	886	1.431
mercoledì	178,7	179,1	178,9	178,7	178,3	178,3	176,0	183,2	189,2	191,9	193,4	192,7	191,8	192,5	189,7	186,0	183,9	181,9	177,6	177,4	178,6	180,0	180,7	181,0	2.070	900	1.429
giovedì	181,3	180,6	181,4	181,3	181,0	180,9	179,4	187,1	195,4	196,8	196,6	195,6	191,6	192,8	190,9	189,7	183,8	182,8	176,7	175,4	174,8	176,1	177,2	177,7	2.093	891	1.444
venerdì	177,4	177,9	177,5	177,9	178,0	177,6	175,7	181,3	189,5	193,1	193,0	190,5	189,7	189,7	189,7	187,9	182,6	182,5	179,2	178,5	179,7	181,4	182,3	182,3	2.067	903	1.424
sabato	182,1	182,8	182,7	183,0	182,4	181,3	178,8	181,9	181,2	179,7	179,1	179,0	177,6	177,8	176,0	175,1	174,0	175,5	174,3	174,0	172,8	174,1	174,5	175,3	0	2.826	1.448
domenica	181,0	180,8	181,2	181,2	181,3	181,1	178,7	177,1	175,6	174,2	173,5	173,2	171,8	171,2	170,5	170,4	170,5	172,5	173,8	174,7	175,8	178,0	178,4	178,5	0	0	4.225
Media oraria	179,4	179,5	179,7	179,9	179,7	179,5	177,4	181,3	185,8	187,0	186,8	186,4	184,6	184,8	183,5	182,0	179,6	179,3	176,4	175,9	176,2	177,9	178,8	179,0	10.267	7.296	12.820

Tabella 106 – Consumi medi orari della settimana tipo dell'anno di riferimento 2017

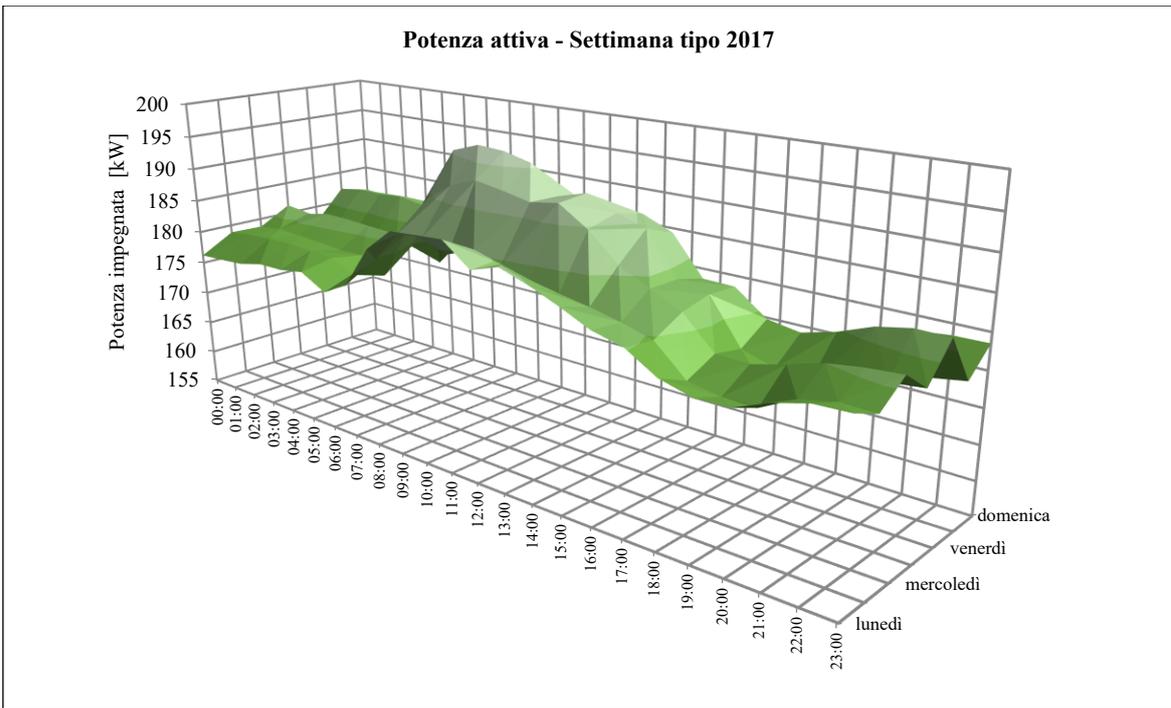
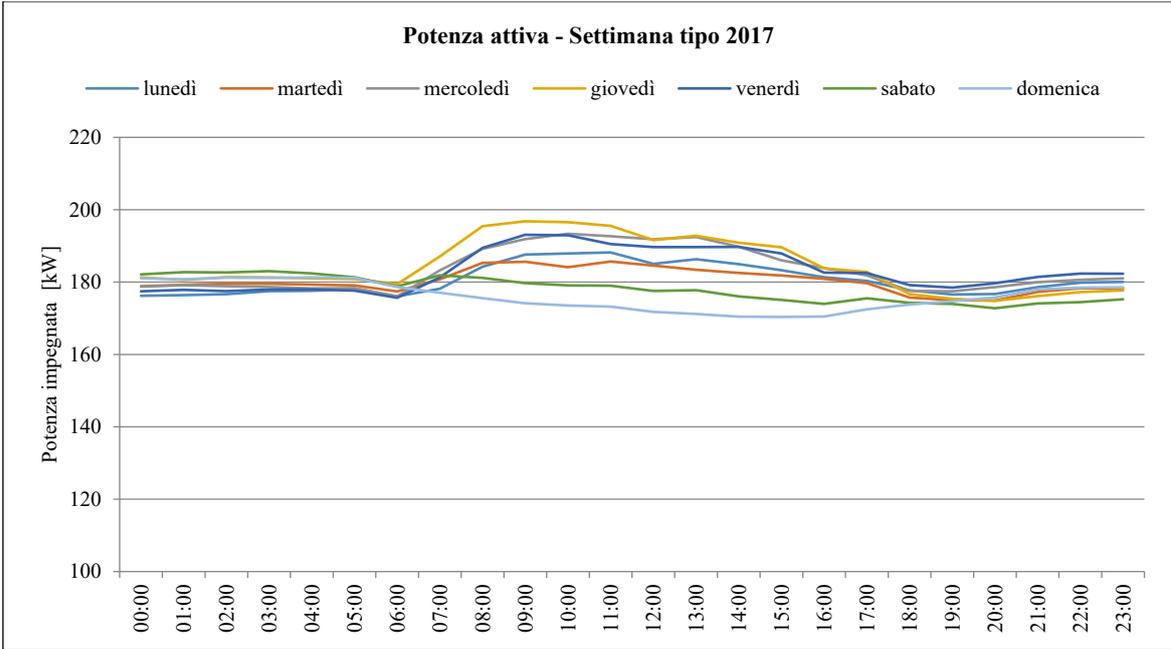


Figura 53 – Prelievi di potenza attiva della settimana tipo 2017

A.2. Analisi mensile

Gennaio 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min	
Feriali	166	166	166	168	166	169	168	179	176	176	174	174	171	168	167	166	166	169	166	163	160	160	161	161	161	179	160
Sabato	157	157	158	159	160	159	158	166	159	157	158	156	154	155	154	155	155	157	165	161	157	158	158	159	166	154	
Festivi	171	175	175	176	176	175	176	181	170	169	168	167	164	163	162	161	162	169	175	176	174	175	176	175	181	161	

Tabella 107 – Consumi medi orari di gennaio 2017 [kWh/h]

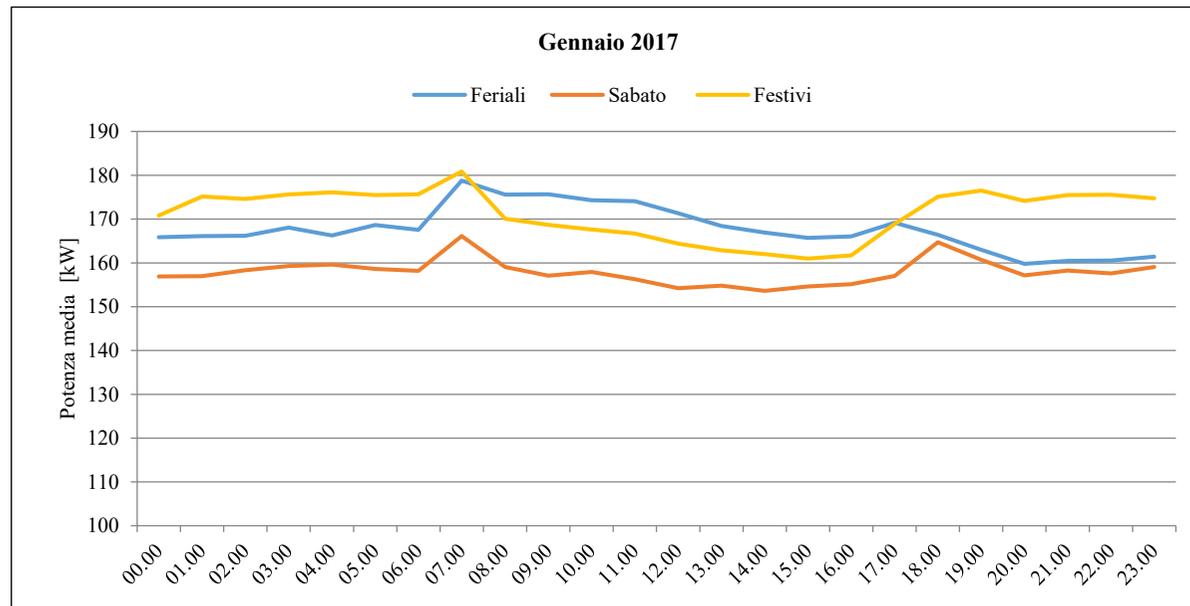


Figura 54 – Andamento consumi medi orari gennaio 2017

Febbraio 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	159	159	159	159	161	160	160	164	168	169	168	166	162	161	161	161	158	159	159	158	156	156	156	157	169	156
Sabato	157	158	156	158	160	160	158	161	157	157	157	155	155	156	155	153	153	155	161	161	161	161	162	163	163	153
Festivi	162	162	163	163	163	164	165	164	157	156	154	155	153	153	153	154	153	156	163	166	163	162	164	163	166	153

Tabella 108 - Consumi medi orari di febbraio 2017 [kWh/h]

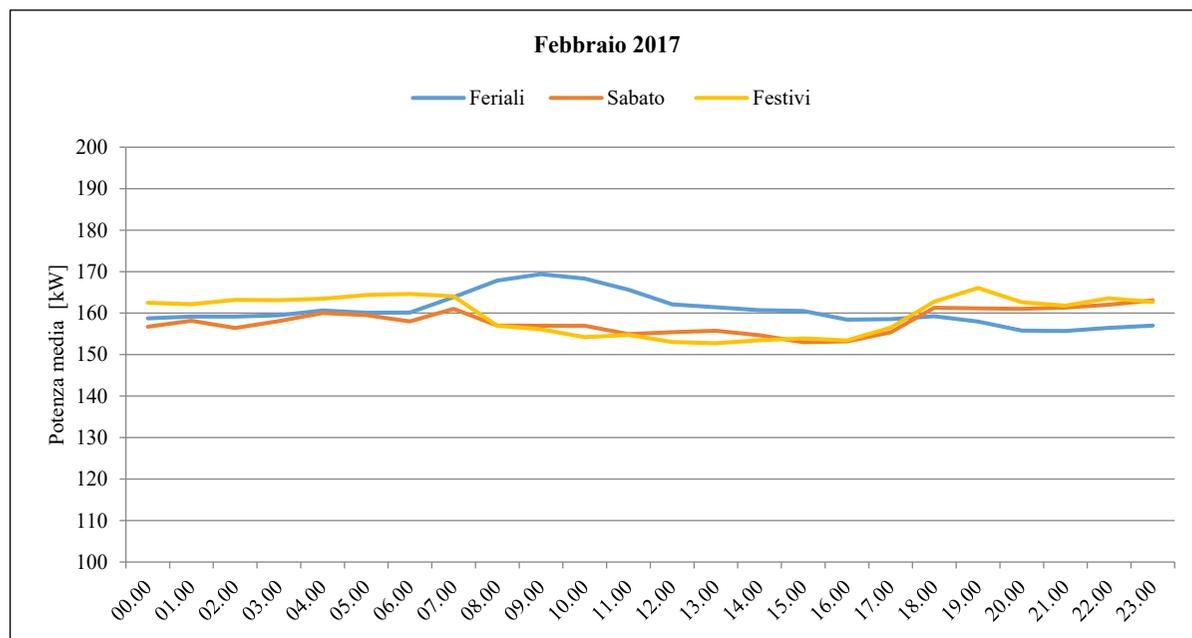


Figura 55 - Andamento consumi medi orari febbraio 2017

Marzo 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	165	165	165	166	166	167	167	167	171	171	169	168	166	163	163	163	160	158	159	163	163	164	164	165	171	158
Sabato	166	166	166	166	165	166	163	166	164	163	162	161	160	162	164	161	158	159	162	169	169	168	168	169	169	158
Festivi	169	170	170	169	169	170	168	163	162	160	159	159	156	156	155	155	155	156	157	163	165	167	166	167	170	155

Tabella 109 - Consumi medi orari di marzo 2017 [kWh/h]

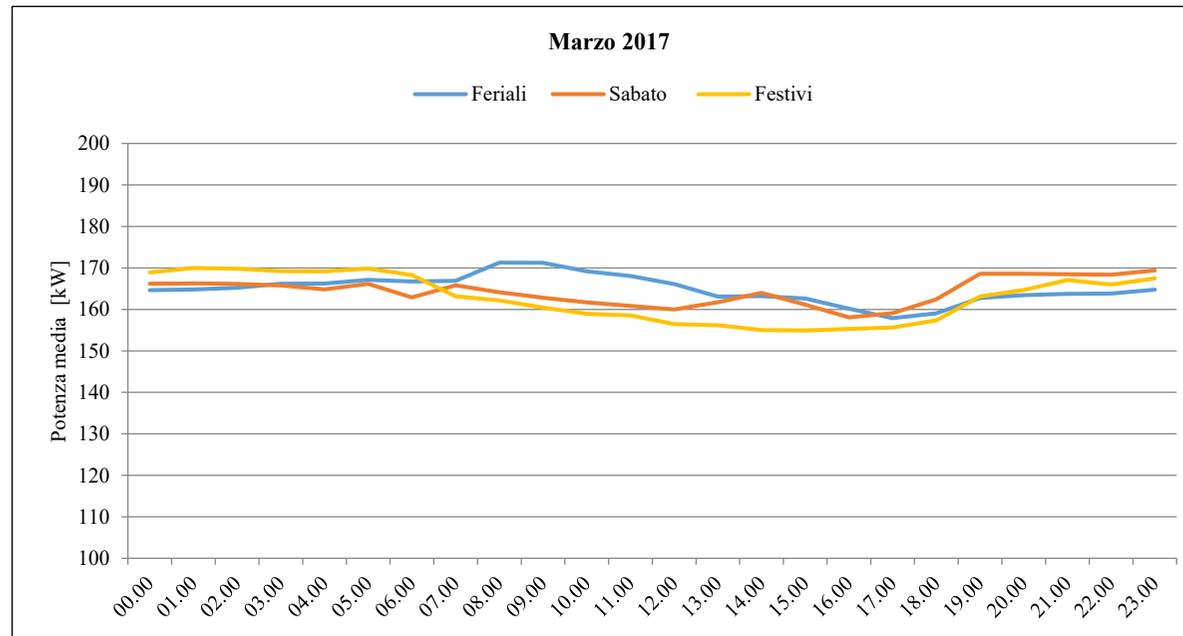


Figura 56 - Andamento consumi medi orari marzo 2017

Aprile 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min	
Feriali	163	164	164	164	164	164	161	163	171	176	176	175	173	175	175	173	165	161	158	158	164	168	168	168	168	176	158
Sabato	171	171	171	171	171	171	168	165	169	166	165	163	164	169	168	165	164	160	159	158	165	168	168	168	169	171	158
Festivi	166	166	166	164	164	164	160	155	158	156	156	155	153	154	153	153	153	153	153	153	153	159	161	162	161	166	153

Tabella 110 - Consumi medi orari di aprile 2017 [kWh/h]

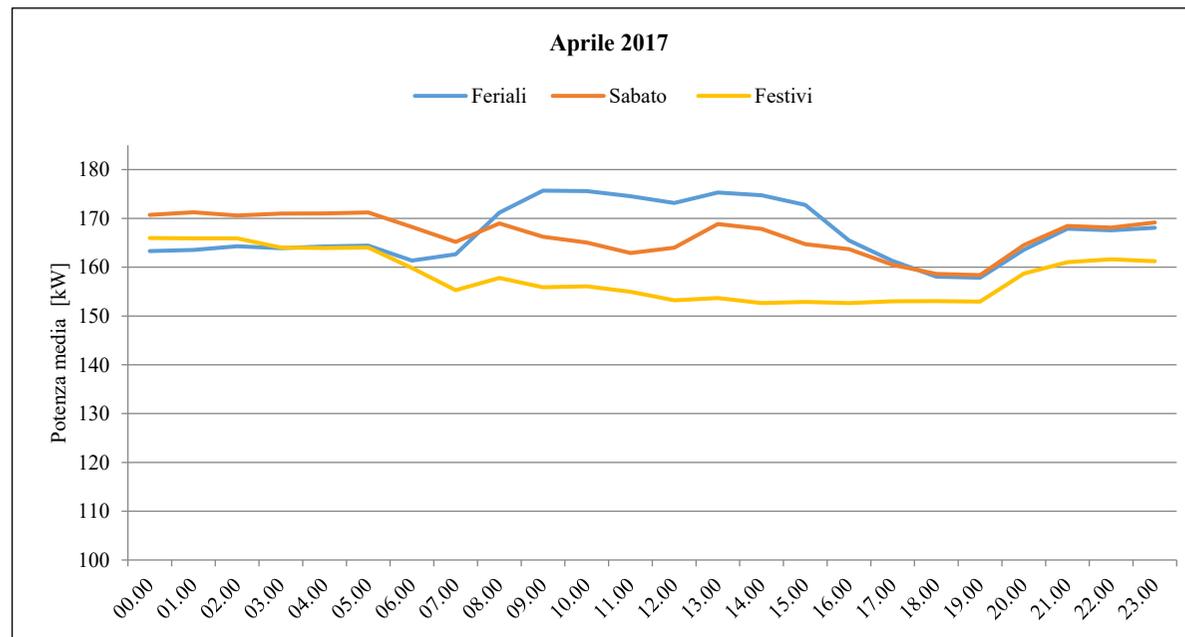


Figura 57 - Andamento consumi medi orari aprile 2017

Maggio 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	181	181	181	180	180	178	170	177	187	187	188	187	183	184	181	179	178	178	175	174	175	182	184	183	188	170
Sabato	199	199	196	195	196	194	187	187	191	188	185	184	184	188	179	179	178	178	175	175	142	142	144	145	199	142
Festivi	185	185	185	185	185	183	176	175	178	176	175	174	175	176	174	174	174	167	168	168	168	176	177	178	185	167

Tabella 111 - Consumi medi orari di maggio 2017 [kWh/h]

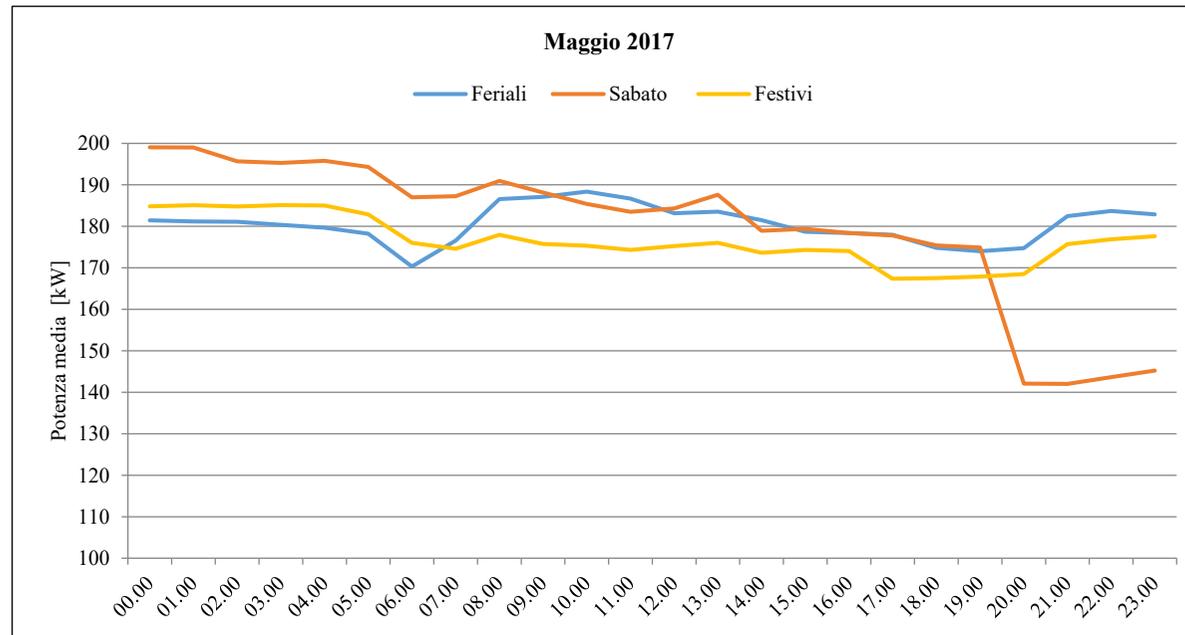


Figura 58 - Andamento consumi medi orari maggio 2017

Giugno 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	199	199	199	199	199	195	189	186	199	209	209	208	207	209	211	212	203	202	196	194	192	196	201	201	212	186
Sabato	202	203	203	204	204	198	194	196	200	198	198	200	195	199	198	197	196	195	194	192	192	196	200	202	204	192
Festivi	198	197	198	198	197	193	188	188	191	189	191	191	189	187	187	188	188	187	189	188	189	192	196	197	198	187

Tabella 112 - Consumi medi orari di giugno 2017 [kWh/h]

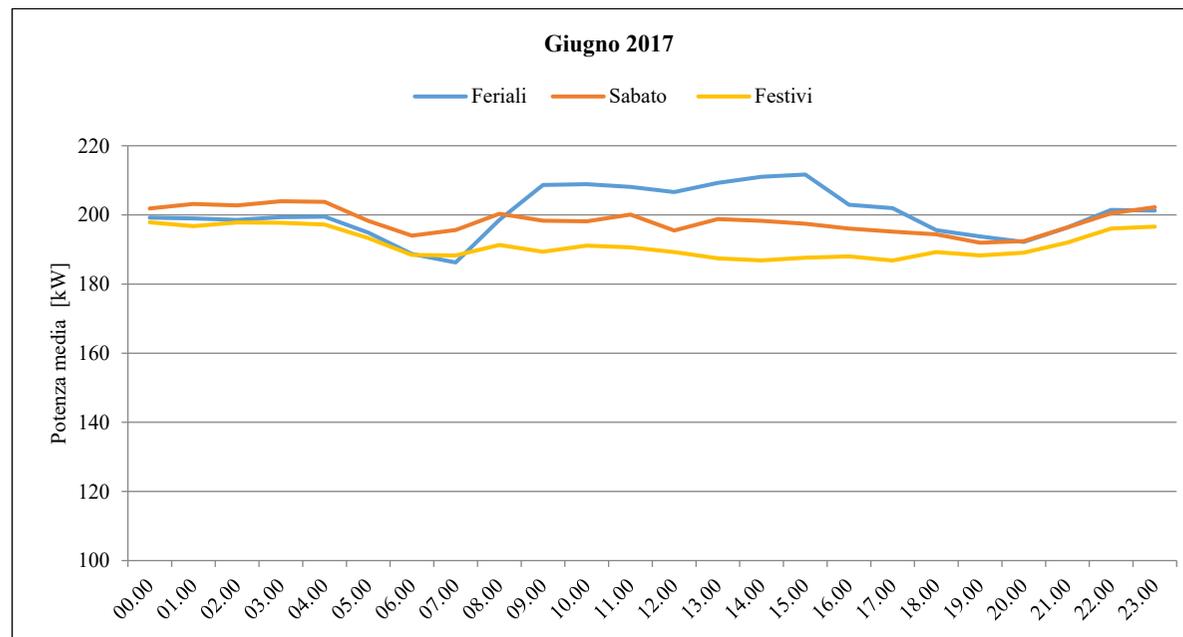


Figura 59 - Andamento consumi medi orari giugno 2017

Luglio 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	194	195	195	196	195	194	188	193	198	199	202	204	197	201	204	205	201	197	193	192	191	194	197	197	205	188
Sabato	195	196	195	195	188	183	178	183	188	189	187	187	185	182	182	180	180	182	181	180	180	183	185	185	196	178
Festivi	184	184	185	185	184	184	178	179	181	180	179	178	176	177	177	177	177	178	178	178	177	180	182	183	185	176

Tabella 113 - Consumi medi orari di luglio 2017 [kWh/h]

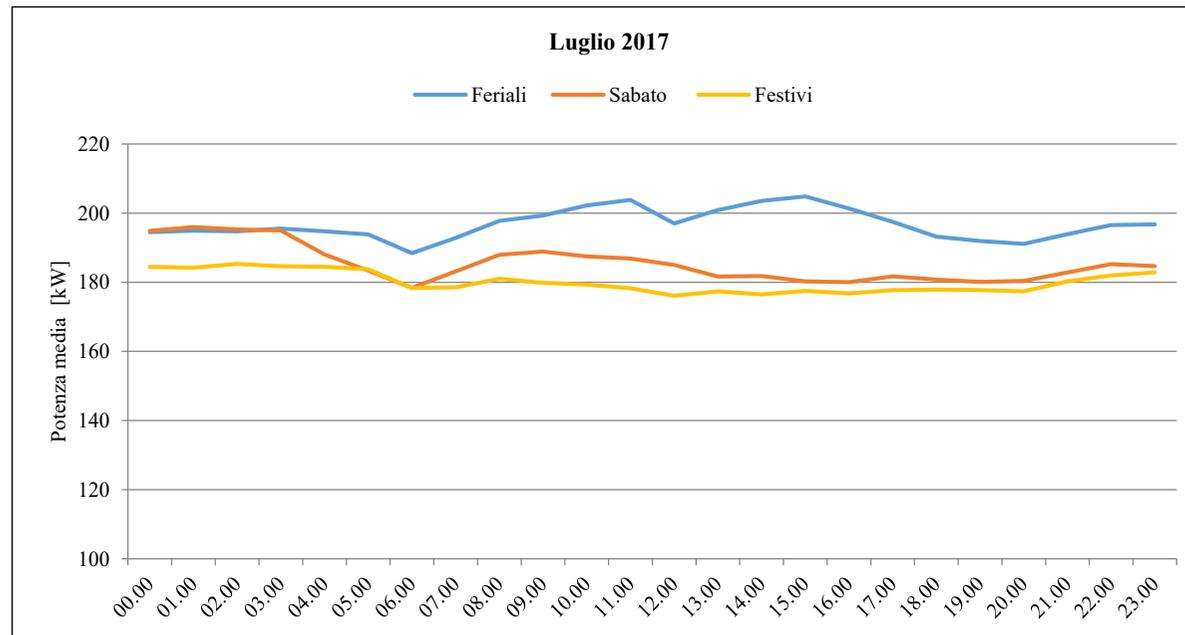


Figura 60 - Andamento consumi medi orari luglio 2017

Agosto 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	189	189	189	189	190	190	186	194	212	211	210	206	202	202	202	204	200	196	193	192	195	200	200	200	212	186
Sabato	205	206	207	209	207	207	203	205	208	206	204	206	199	195	192	193	192	189	186	186	188	192	191	190	209	186
Festivi	201	201	201	200	200	202	197	193	196	195	194	194	193	193	194	192	192	194	195	195	195	201	201	201	202	192

Tabella 114 - Consumi medi orari di agosto 2017 [kWh/h]

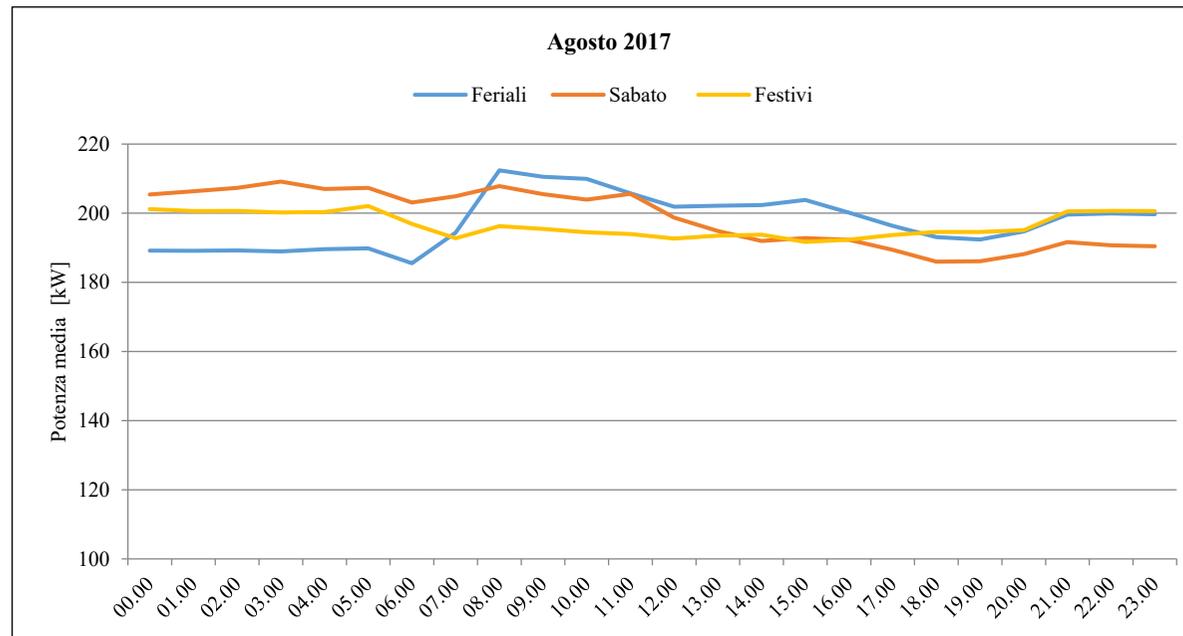


Figura 61 - Andamento consumi medi orari agosto 2017

Settembre 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	181	179	181	181	181	181	180	179	189	189	192	187	189	185	183	181	180	177	175	176	183	181	181	181	192	175
Sabato	186	186	187	185	187	186	186	183	185	184	185	186	183	184	182	182	180	179	174	176	182	183	182	182	187	174
Festivi	189	189	189	190	189	190	189	180	177	176	176	175	174	173	173	172	172	173	174	176	184	184	184	184	190	172

Tabella 115 - Consumi medi orari di settembre 2017 [kWh/h]

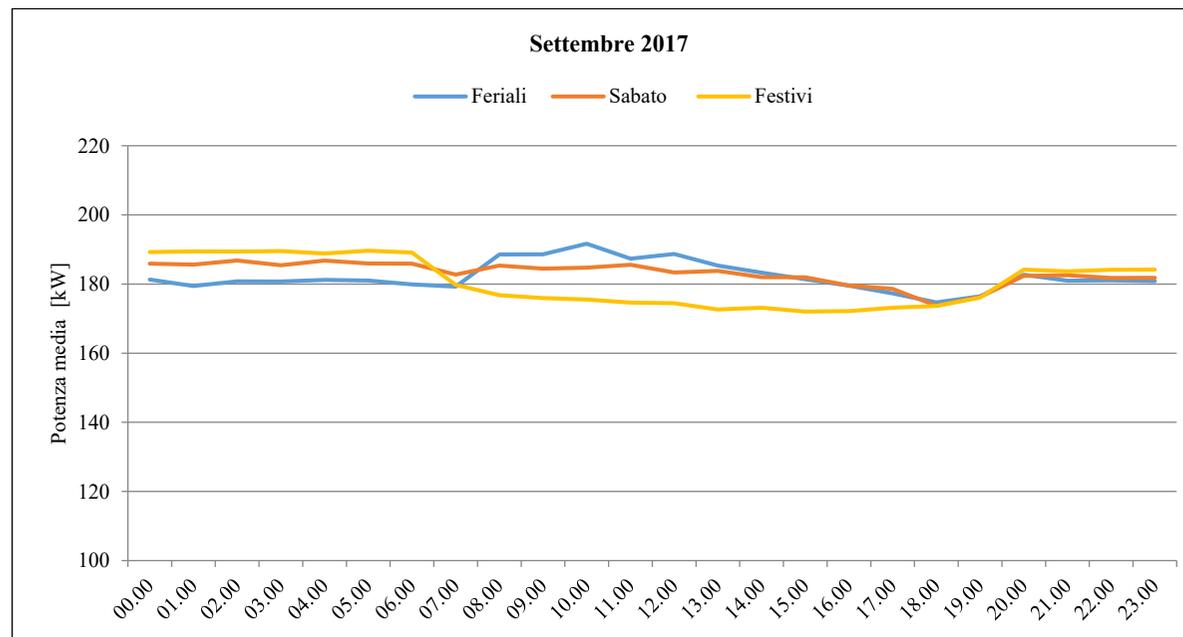


Figura 62 - Andamento consumi medi orari settembre 2017

Ottobre 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	165	166	165	166	165	166	166	168	176	178	175	179	179	181	178	172	170	164	165	170	170	170	170	169	181	164
Sabato	167	166	168	167	168	167	167	169	164	164	163	164	163	162	160	160	160	160	158	165	167	165	165	165	169	158
Festivi	163	163	163	163	163	163	163	158	154	153	153	153	153	151	151	150	149	151	153	161	161	160	160	160	163	149

Tabella 116 - Consumi medi orari di ottobre 2017 [kWh/h]

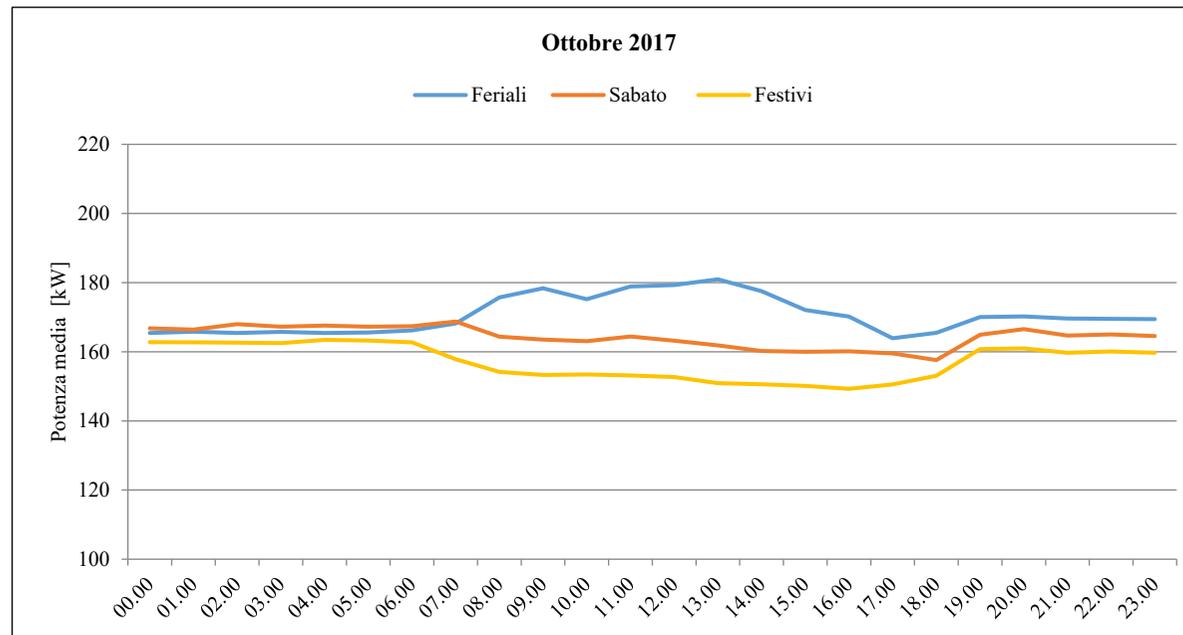


Figura 63 - Andamento consumi medi orari ottobre 2017

Novembre 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	187	188	188	187	187	188	190	199	208	217	214	214	212	215	210	205	199	204	194	188	186	186	186	187	217	186
Sabato	188	191	190	192	191	190	191	199	195	193	193	194	195	195	191	191	189	201	192	186	186	188	186	189	201	186
Festivi	191	190	191	193	192	193	190	188	181	182	184	185	185	182	182	182	182	187	190	190	189	189	185	184	193	181

Tabella 117 - Consumi medi orari di novembre 2017 [kWh/h]

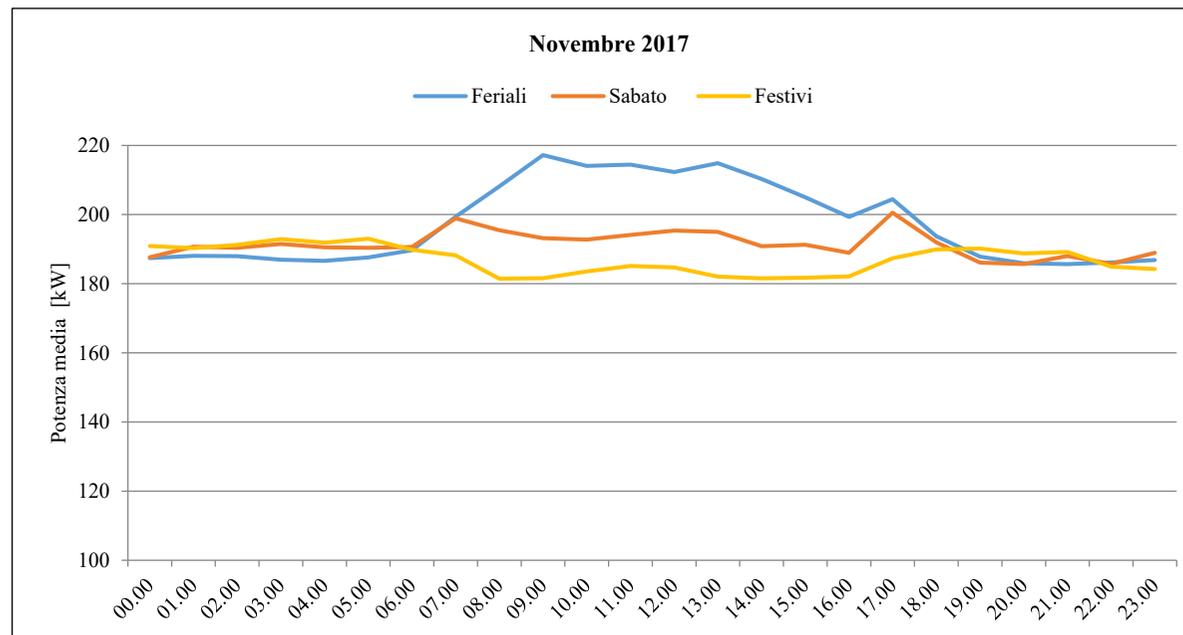


Figura 64 – Andamento consumi medi orari di novembre 2017 [kWh/h]

Dicembre 2017

	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Max	Min
Feriali	185	187	187	187	187	189	194	211	216	218	219	219	217	216	213	209	206	210	197	189	188	188	189	189	219	185
Sabato	190	190	191	192	192	192	191	202	191	189	189	190	189	186	185	182	180	189	185	179	180	180	181	181	202	179
Festivi	183	182	182	184	185	186	188	195	187	184	181	181	177	176	175	174	176	186	186	182	181	184	184	184	195	174

Tabella 118 - Consumi medi orari di dicembre 2017 [kWh/h]

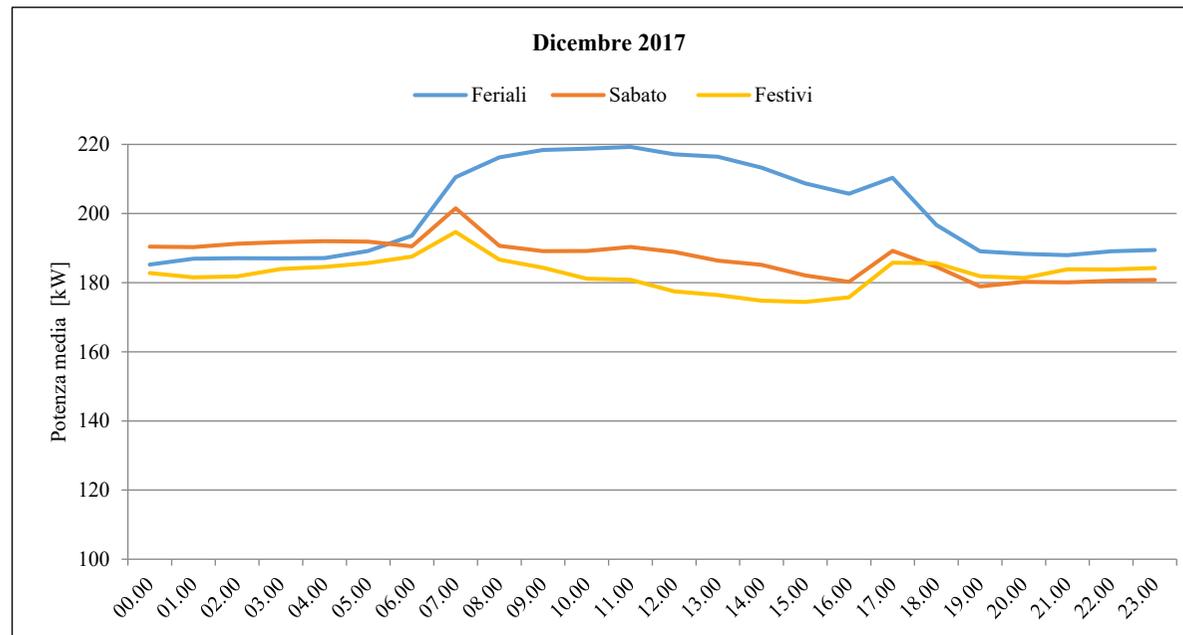


Figura 65 - Andamento consumi medi orari di dicembre 2017 [kWh/h]

B. Report prelievi al quarto d'ora di potenza attiva dell'anno 2018

Il presente report ha come oggetto di studio i prelievi al quarto d'ora di potenza attiva e reattiva induttiva. Tali dati, disponibili online sul portale dello Distributore di Energia, sono stati acquisiti per il primo pentamestre dell'anno 2018.

L'elaborazione dei prelievi di potenza attiva costituisce un valido strumento per la comprensione dei profili di assorbimento del sistema energetico a livello mensile ed annuale, consentendo quindi di verificare e validare con un elevato grado di accuratezza le assunzioni fatte nella costruzione del giorno tipo.

Inoltre, l'analisi dei quarti dell'energia reattiva induttiva permette anche di evidenziare la presenza di eventuali anomalie negli assorbimenti di potenza reattiva induttiva, comportate da potenziali malfunzionamenti delle utenze elettriche.

Di seguito sono sintetizzati i risultati dell'analisi inizialmente fornendo una panoramica d'insieme per poi approfondire ogni mese.

Non si riportano i risultati ottenuti per quanto riguarda la potenza reattiva poiché si evince dalle analisi che il fattore di potenza si attesta stabilmente sopra la soglia di 0,95 e lo stabilimento non incorre in sanzioni.

B.1. Analisi pentamestre

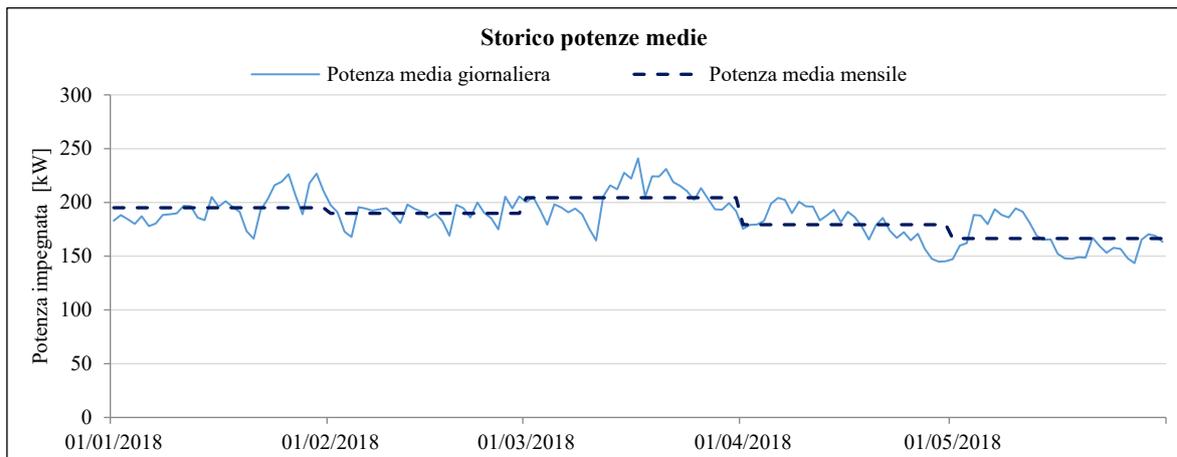


Figura 66 – Andamento potenza media giornaliera e media mensile nel pentamestre 2018

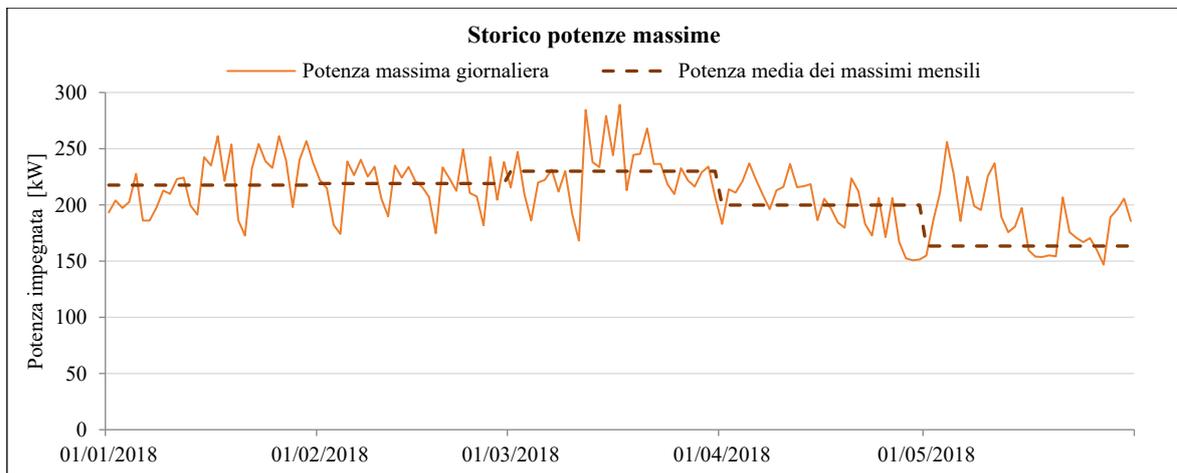


Figura 67 - Andamento potenza massima giornaliera e media dei massimi mensile nel pentamestre 2018

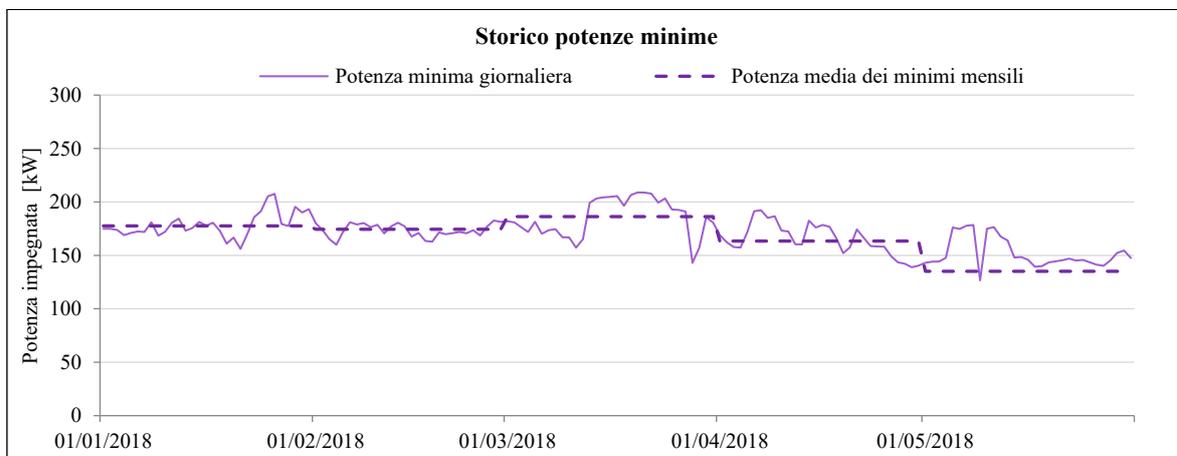


Figura 68 - Andamento potenza minima giornaliera e media dei minimi mensile nel pentamestre 2018

B.2. Analisi mensile

Gennaio 2018

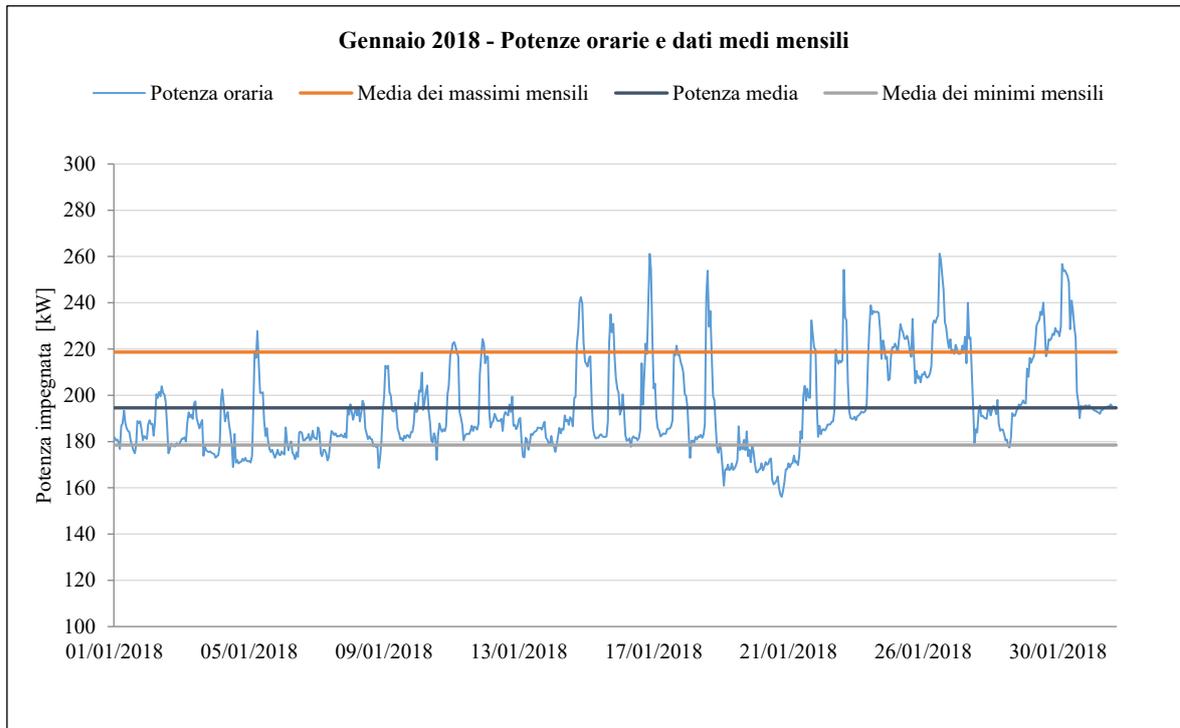


Figura 69 – Potenze orarie e dati mensili di gennaio 2018

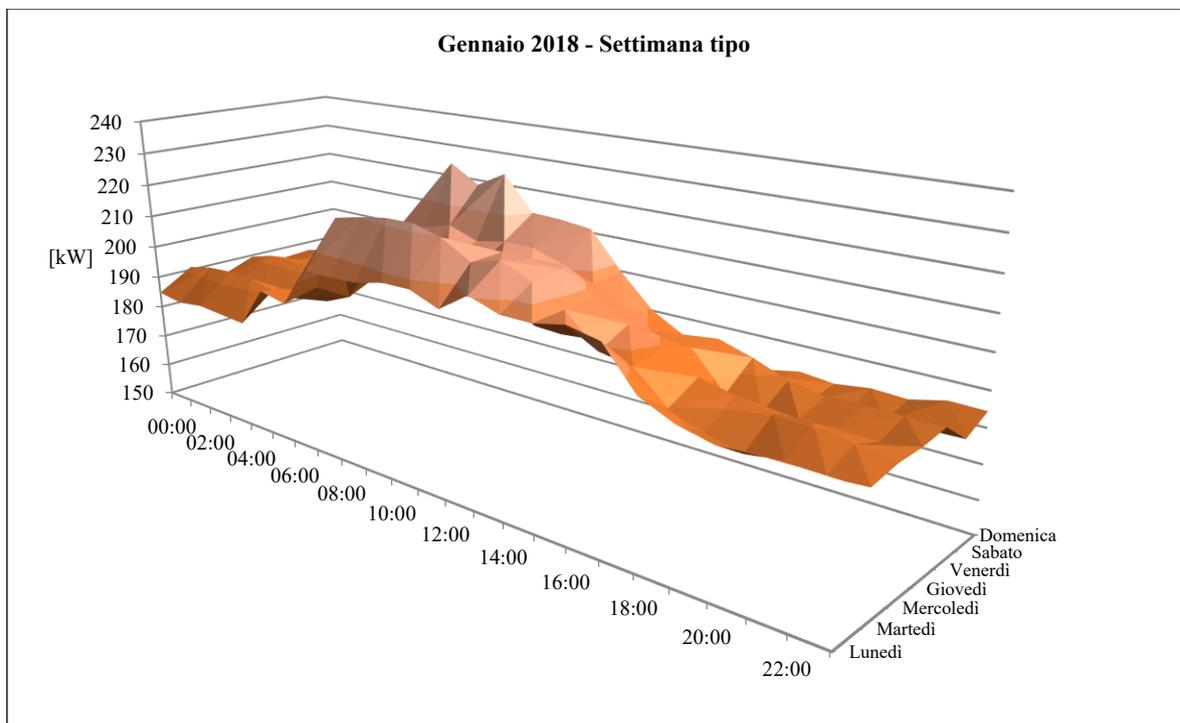


Figura 70 – Settimana tipo di gennaio 2018

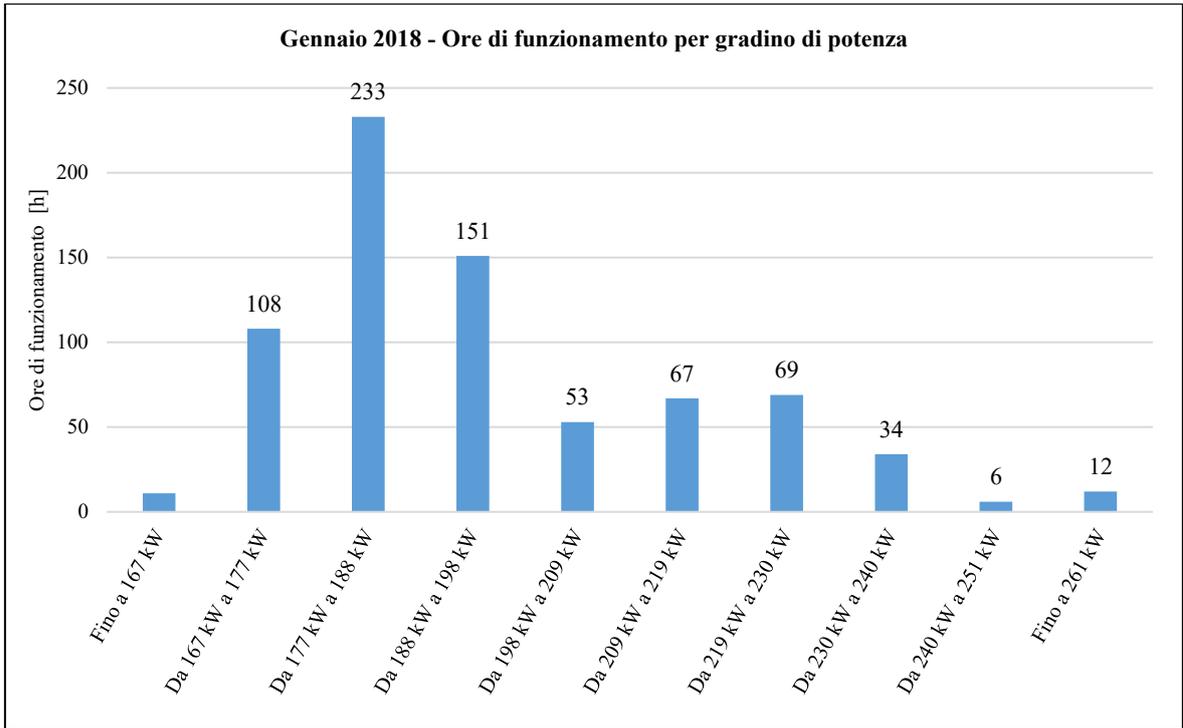


Figura 71 – Ore di funzionamento per gradino di potenza a gennaio 2018

Febbraio 2018

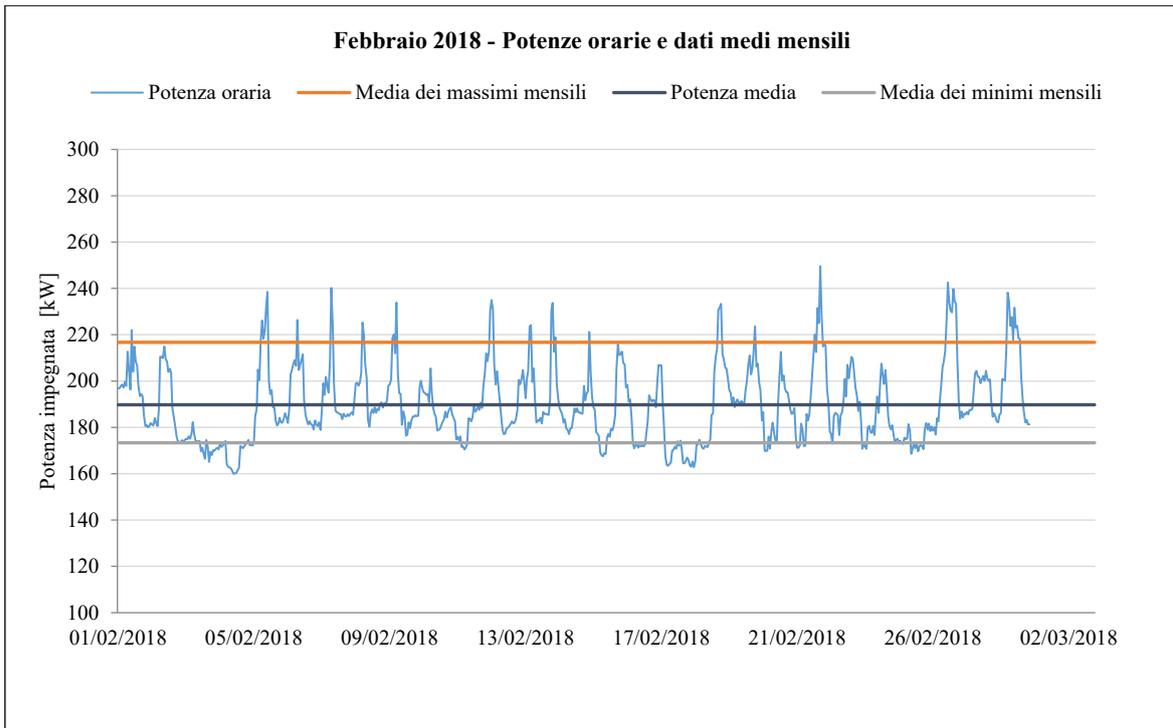


Figura 72 - Potenze orarie e dati mensili di febbraio 2018

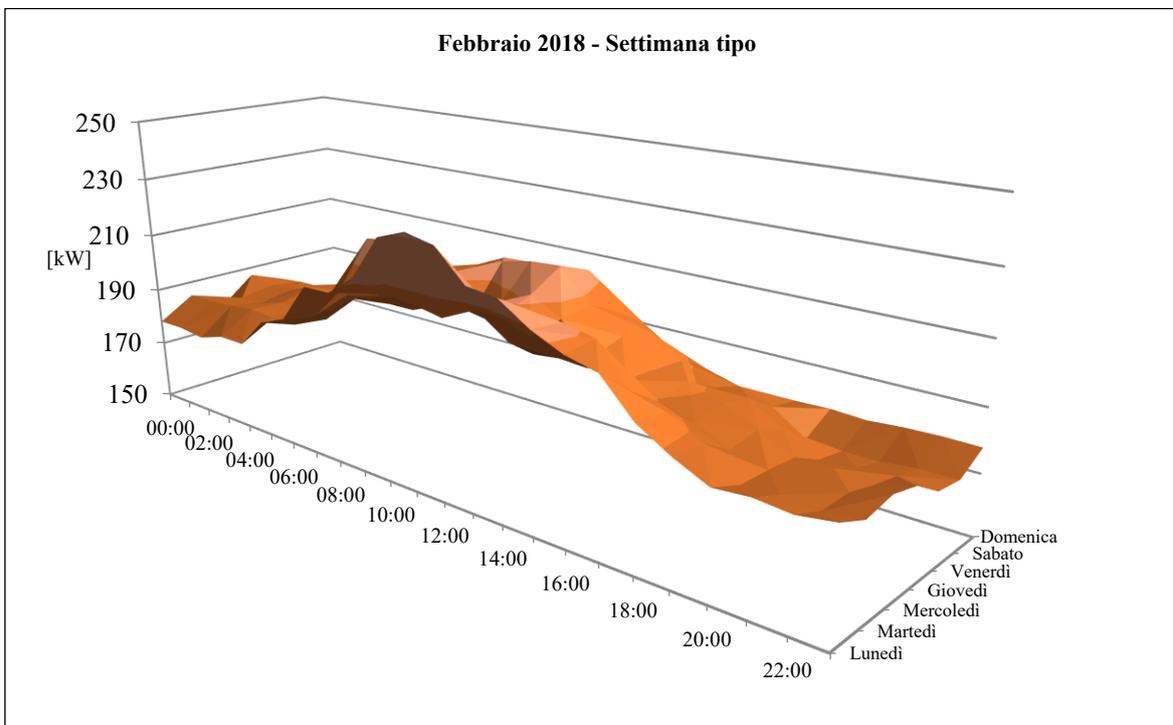


Figura 73 - Settimana tipo di febbraio 2018

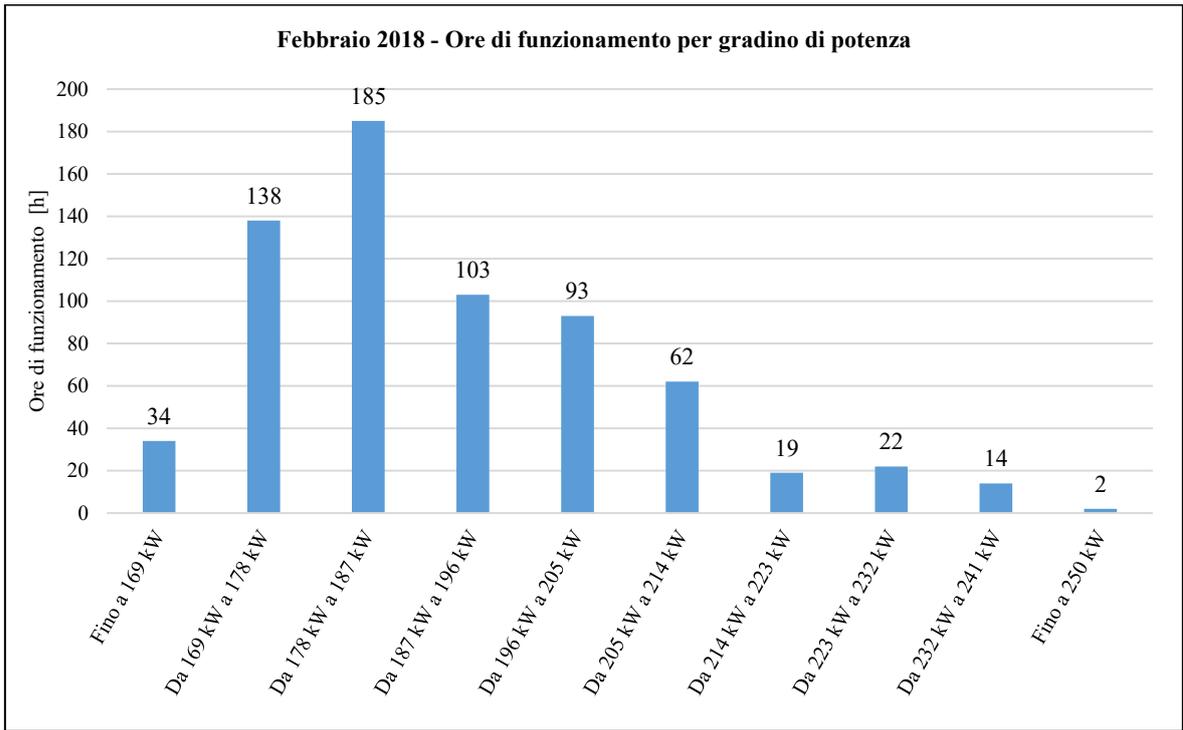


Figura 74 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a febbraio 2018

Marzo 2018

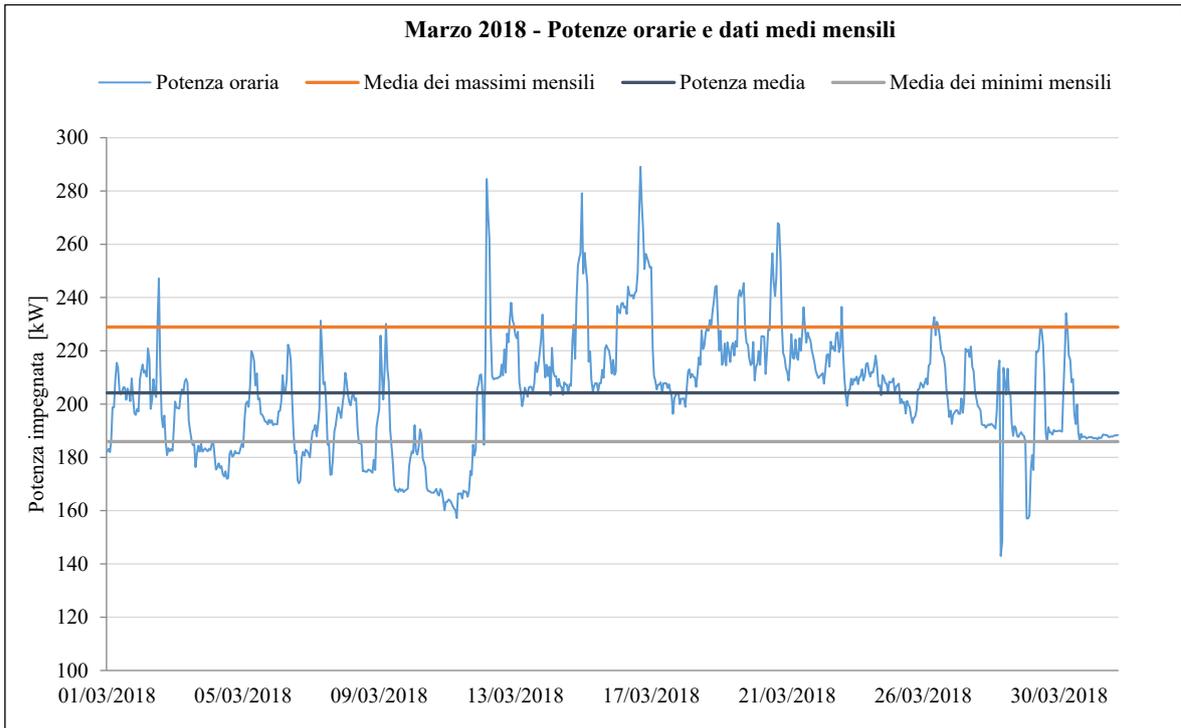


Figura 75 - Potenze orarie e dati mensili di marzo 2018

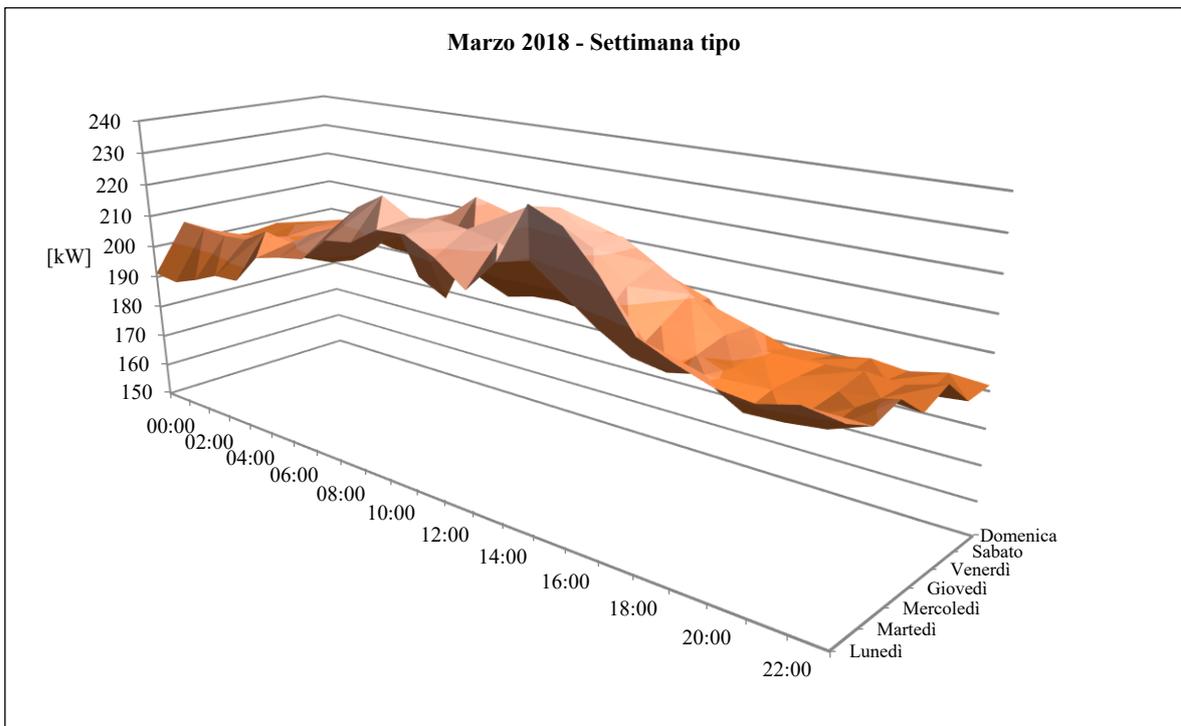


Figura 76 - Settimana tipo di marzo 2018

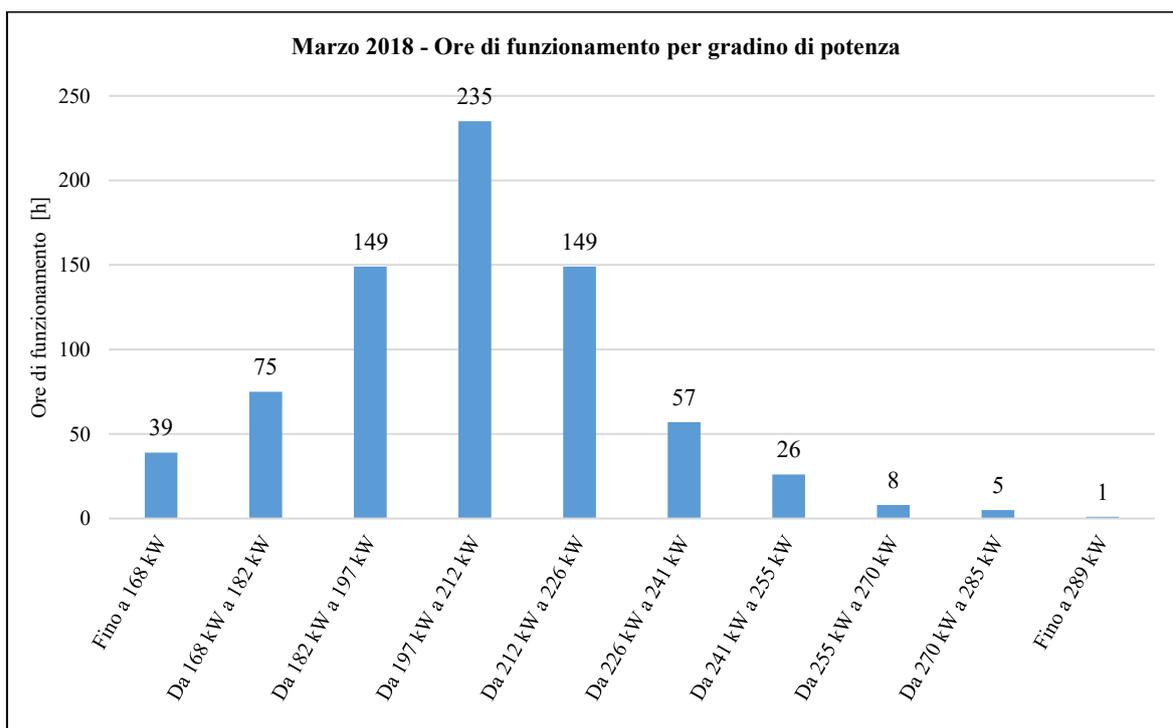


Figura 77 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a marzo 2018

Aprile 2018

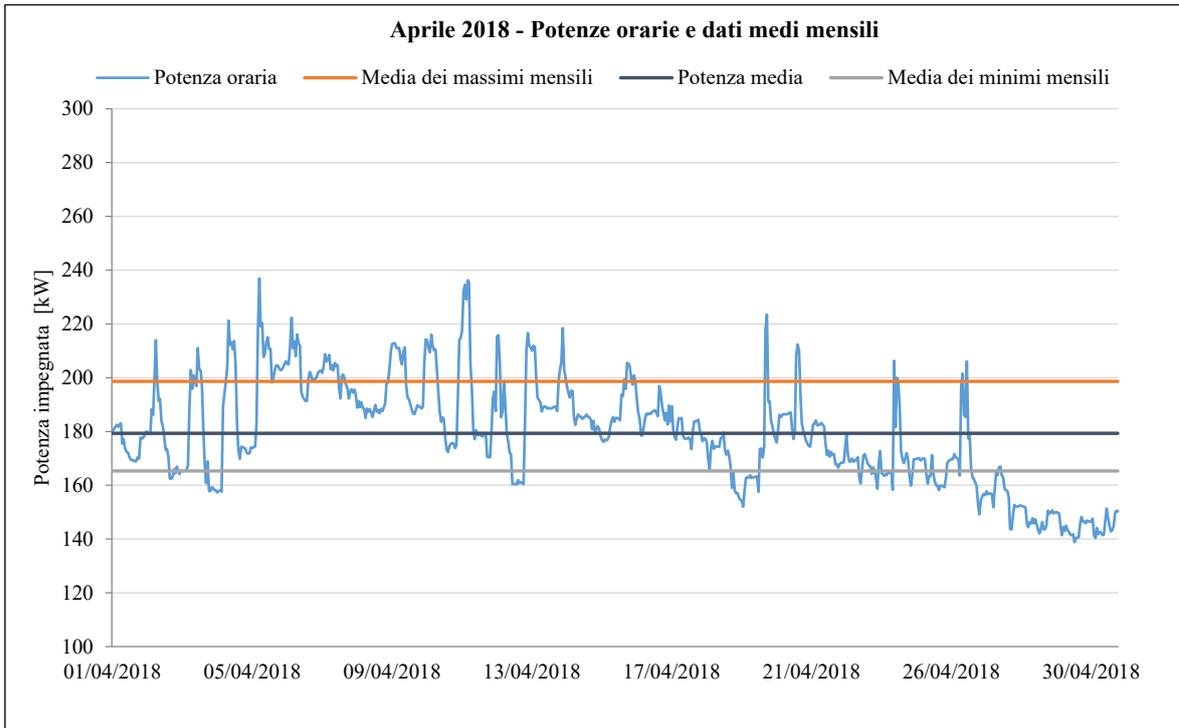


Figura 78 - Potenze orarie e dati mensili di aprile 2018

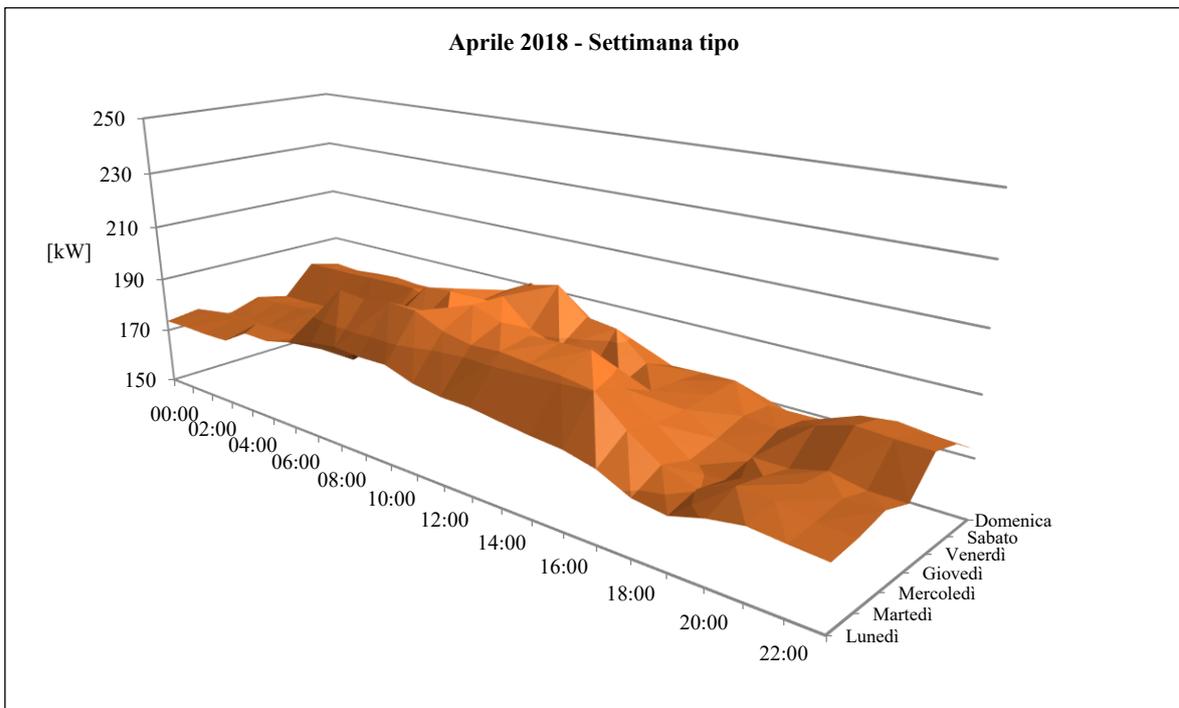


Figura 79 – Settimana tipo di aprile 2018

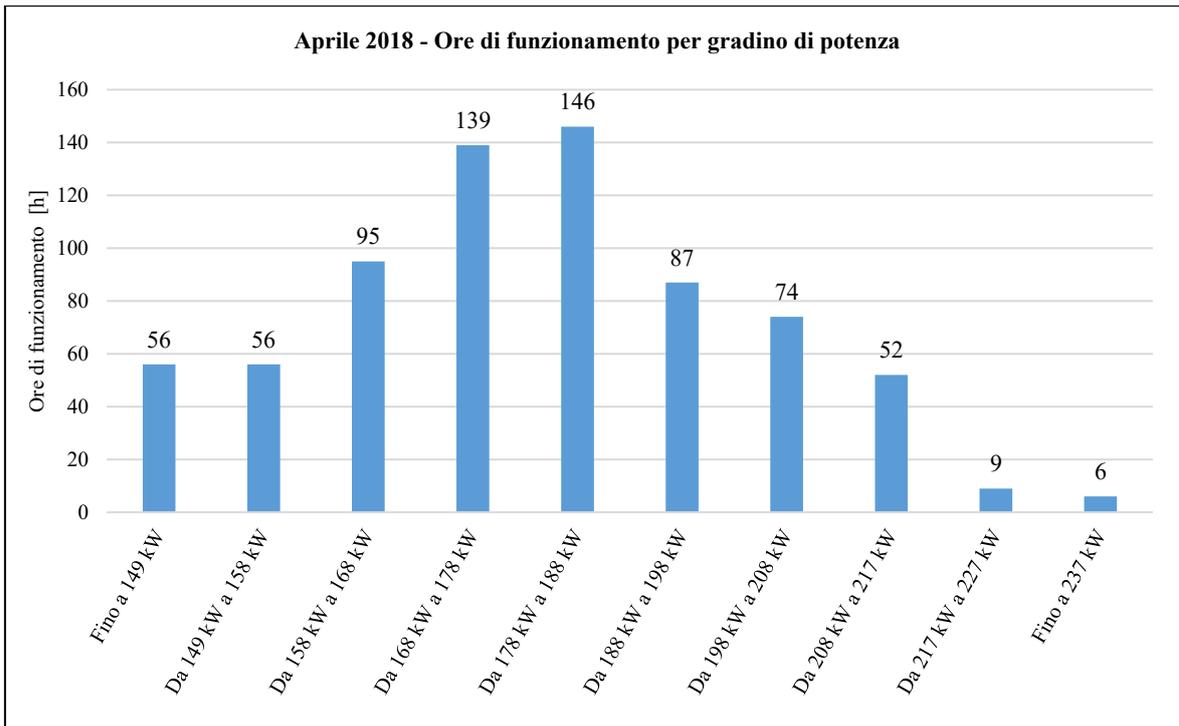


Figura 80 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a aprile 2018

Maggio 2018

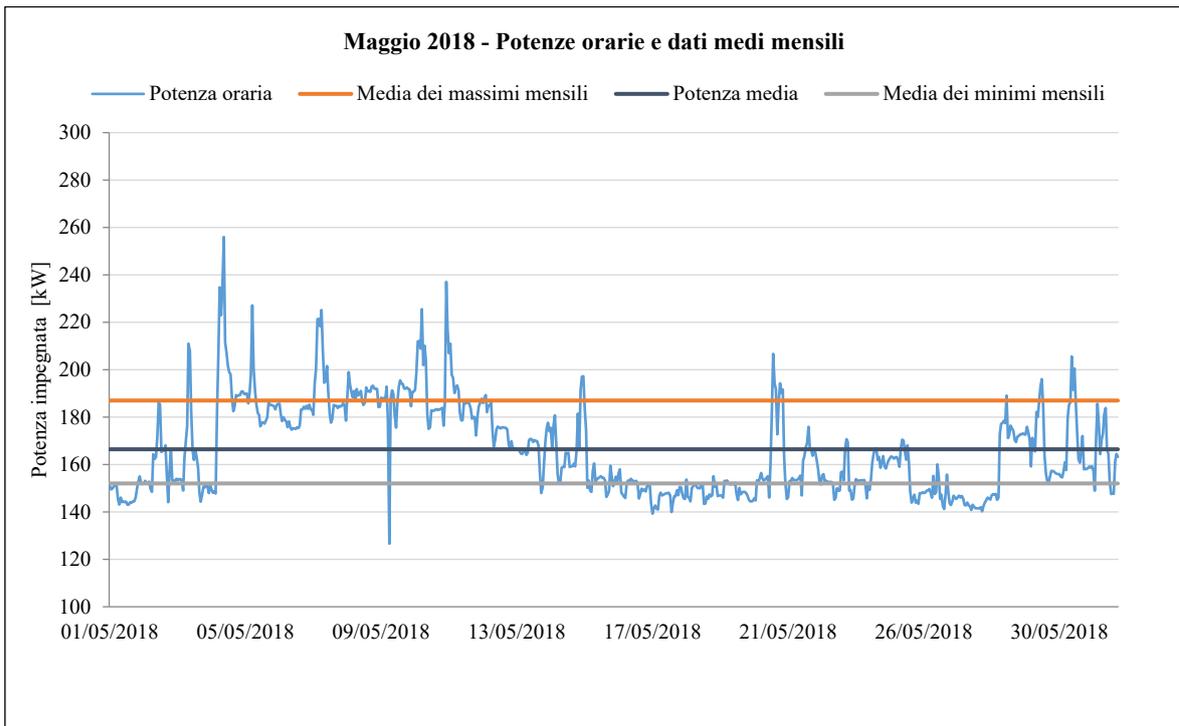


Figura 81 - Potenze orarie e dati mensili di maggio 2018

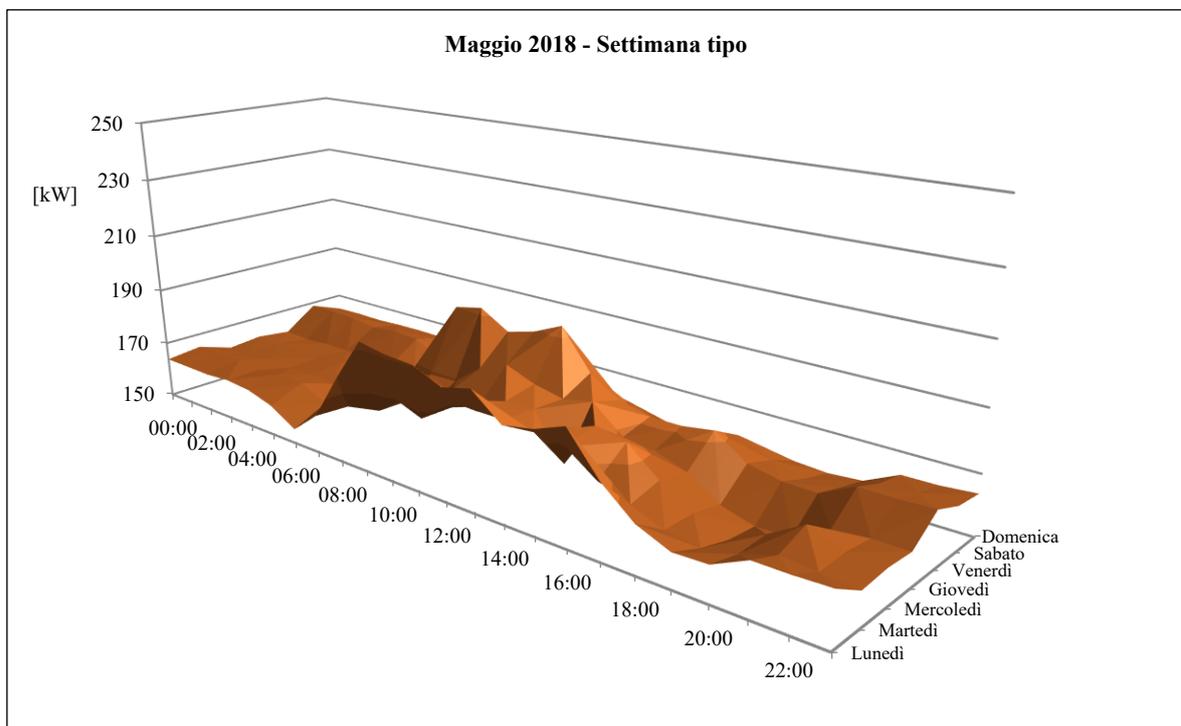


Figura 82 - Settimana tipo di maggio 2018

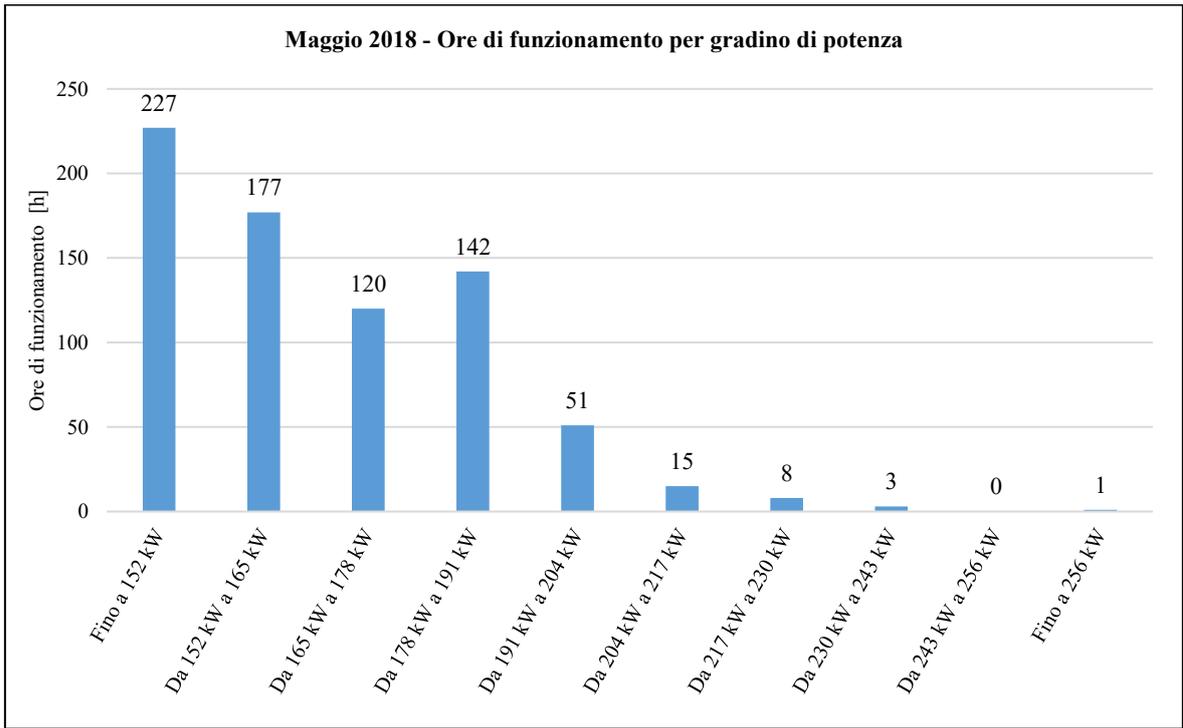


Figura 83 - Ore di funzionamento per gradino di potenza a maggio 2018

C. Report ricostruzione mensile del giorno tipo per l'anno 2018

Il presente report si pone l'obiettivo di ricostruire il giorno tipo mensile per il primo pentamestre dell'anno 2018.

Ricostruire un giorno tipo significa sostanzialmente calarsi nella realtà produttiva e determinare quando l'utenza sta operando, ora per ora, pertanto è un'operazione complessa che necessita di dati ausiliari e conoscenza del sito e dei suoi cicli di lavorazione, spesso acquisibili solamente mediante diversi colloqui con la Committenza. In quest'ottica sono state reperite le quantità di rifiuti in ingresso allo stabilimento e la bollettazione relativa al periodo considerato. Come ulteriore verifica delle assunzioni fatte, si è validato il tutto con i risultati derivanti dall'analisi dei prelievi al quarto d'ora dello stesso periodo.

La ricostruzione del giorno tipo consente di giungere ad una profonda comprensione dei profili di funzionamento delle utenze elettriche, ciò comporta l'elaborazione di un modello elettrico molto vicino alla reale specificità dello stabilimento.

Di seguito sono sintetizzati i risultati mensili della ricostruzione.

Gennaio 2018

Fabbricato	Macrocategoria	Tipologia di attività / servizio	Nome utenza	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Totale giornaliero [kWh]	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	
Edificio ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16,62	
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro L2d2								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,42		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro L4c2								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,83		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/ufficio								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturozone								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5.8k32 (da 37Kw) - Biotunnel 1	20	20	20	20	20	20	23	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	20	20	20	20	20	20	466,91	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5.8k20 (N9 da 22Kw)	72	72	72	72	72	72	77	67	72	72	72	72	72	72	72	72	72	68	72	70	72	72	72	72	1.727,37	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,35		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm ³ /h +inverter	25	25	25	25	25	25	30	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	21	23	21	25	25	25	25	598,52	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm ³ /h +inverter	25	25	25	25	25	25	27	28	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	21	23	21	29	25	25	602,52	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07		
Edificio pompe	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	17	16	17	19	19	19	19	451,18	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,47	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca la pioggia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,91	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,78	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12,24	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Sebatoio erogazione carburante								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,36	
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna								24	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	21	18	18				305,90	
Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	145,41
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Prese rete elettrica	Prese servizio								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,74	
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa lavaggio ruote								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8,96	
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	QE-CC Aliment. Quadro comando e controllo																										
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22,04	
Zona biofiltro	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto prese, elettrovalvole lav biofiltri																										
Paluzina uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11,36	
Paluzina uffici	Servizi generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici								20	20	20	14	14	14	14	14	14	14	14	12						174,83	
				173	173	173	173	173	175	187	201	205	206	206	204	205	204	200	195	193	192	187	182	177	173	173	173	4.505	
				187	189	189	188	188	190	192	209	210	211	212	211	209	210	204	201	197	197	191	187	186	187	186	186	186	4.717
				92%	92%	92%	92%	92%	92%	97%	96%	98%	97%	97%	97%	97%	98%	97%	98%	97%	98%	97%	98%	97%	95%	93%	93%	93%	95%
				Copertura del consumo orario																									

Figura 84 – Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di gennaio 2018

Febbraio 2018

Fabbricato	Macrocategoria	Tipologia di attività / servizio	Nome utenza	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Totale giornaliero [kWh]	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06	
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	
Edificio ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore									0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	4,79	
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12									0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,37	
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32									0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,73	
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/ufficio								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04	
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 3	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	14,72	353,18	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x20 (N9 da 22Kw)	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	72,38	72,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	74,38	1.781,00
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore								0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,35	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm3/h +inverter	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	20,37	20,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	532,93	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm3/h +inverter	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	20,37	20,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	22,37	532,93
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	
Edificio pompe	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	21,36	27,36	16,36	16,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	488,73	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	11,20	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca la pioggia	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	5,87	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	14,67	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave								0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	12,24	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Serbatoio erogazione carburante								0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	6,36	
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna								23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	39,30	23,58	23,58	23,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	310,25	
Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	4,85	4,85								4,85	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	135,71	
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Prese rete elettrica	Prese servizio									1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	14,74	
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa lavaggio ruote								0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	8,96	
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte								0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21	
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	22,04	
Palazzina uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione-forza motrice servizio								1,42	1,42	1,42	1,42	0,71	0,71					0,71	0,71	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	12,78	
Palazzina uffici	Servizi generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici								25,67	25,67	12,84	12,84	12,84	12,84					12,84	12,84	12,84	12,84	12,84	12,84	12,84	154,04	

166	166	166	166	166	167	173	200	199	199	199	199	199	201	198	198	193	187	184	177	166	166	166	166					4.368
181	182	182	184	184	185	191	204	204	205	209	209	210	210	206	201	197	192	188	182	177	178	178	179					4.621
92%	91%	91%	90%	90%	90%	90%	98%	98%	97%	95%	95%	94%	95%	96%	98%	98%	97%	98%	97%	94%	93%	93%	93%					95%

Copertura del consumo orario

Figura 85 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di febbraio 2018

Marzo 2018

Fabbricato	Macrocategoria	Tipologia di attività / servizio	Nome utenza	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Totale giornaliero [kWh]		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA									0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA									0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05		
Edificio ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore									1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	9,57		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12									0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,73		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32									0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	1,47		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/uffici									0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione									0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 1	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	323,75	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 2	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	147,16	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 3	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	323,75	
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x20 (N.9 da 22kw)	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	36,46	871,00	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore									0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,35		
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nm ³ /h +inverter	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	28,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	28,39	27,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	722,47	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nm ³ /h +inverter	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	28,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	28,39	27,39	30,39	30,39	30,39	30,39	30,39	722,47	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm ³ /h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	11,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	318,16	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm ³ /h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	11,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	318,16	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06		
Edificio pompe	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	244,36	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	14,93	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca 1a pioggia	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	7,82	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	19,56	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave									0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	12,24		
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Seratoio erogazione carburante									0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	6,36		
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna									23,51	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51	25,51	25,51	25,51	25,51	22,51			342,62		
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	4,85																	116,33	
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Prese rete elettrica	Prese servizio									1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	14,74		
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa lavaggio ruote									0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	8,96	
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte									0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21		
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	22,04	
Palazzina uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi									1,42	1,42	1,42	1,42	0,71	0,71				0,71	0,71	0,71					9,94		
Palazzina uffici	Servizi generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici																											
				186	186	186	186	186	186	186	201	210	211	211	211	211	210	211	210	211	207	201	194	195	186	186	186	186	4.731	
				198	199	200	201	201	202	208	212	217	215	215	217	217	219	218	218	212	206	201	200	196	196	197	198			4.965
				94%	94%	93%	93%	93%	92%	90%	95%	97%	98%	98%	97%	97%	96%	96%	97%	97%	97%	97%	96%	98%	95%	95%	95%	94%	95%	
				Copertura del consumo orario																										

Figura 86 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di marzo 2018

Aprile 2018

Fabbricato	Macrocategoria	Tipologia di attività / servizio	Nome utenza	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Totale giornaliero [kWh]		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05		
Edificio ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore								1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	9,57		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12								0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,73		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32								0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	1,47		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/officina								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x20 (N.9 da 22Kw)	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	40,10	958,50	
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore								0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	3,35		
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nm3/h +inverter	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	867,37	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nm3/h +inverter	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	36,47	867,37
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm3/h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	322,16	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nm3/h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	322,16
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio pompe	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	10,18	244,36	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	13,07	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca la pioggia	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	6,84	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	17,11	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave								0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	12,24	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Seratoio erogazione carburante								0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	6,36		
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna								25,51	25,51	27,51	27,51	27,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	313,62	
Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69																		96,94		
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Prese rete elettrica	Prese servizio								1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	14,74		
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa lavaggio ruote								0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	8,96		
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte								0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21		
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	22,04	
Palazzina uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi								1,42	1,42	1,42	1,42	0,71	0,71					0,71	0,71	0,71					9,23		
Palazzina uffici	Servizi generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici																											
				169	169	169	169	169	169	169	182	184	188	189	190	188	185	182	180	179	175	170	165	159	169	169	169	4,204		
				174	174	175	175	176	176	174	185	191	192	193	195	192	189	187	185	183	179	173	171	174	176	175	175	175	4,336	
				97%	97%	97%	96%	96%	96%	97%	98%	96%	98%	98%	97%	98%	98%	97%	97%	98%	98%	98%	97%	91%	96%	96%	97%	97%		
				Copertura del consumo orario																										

Figura 87 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di aprile 2018

Maggio 2018

Fabbricato	Macrocategoria	Tipologia di attività / servizio	Nome utenza	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	Totale giornaliero [kWh]		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portoni automatici ENTRATA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico USCITA								0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,06		
Edificio ricezione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico ricezione/biotunnel								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05		
Edificio ricezione	Attività Principali	Macchinari	Miscelatore									1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	9,94		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,2x12									0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,76		
Edificio ricezione	Attività Principali	Attrezzature movimentazione rifiuti	Trasportatore a nastro 1,4x32									0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1,53		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/uffici								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico biotunnel/maturazione								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 1	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	266,02		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x32 (da 37Kw) - Biotunnel 3	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	235,45		
Edificio biotunnel	Attività Principali	Impianti di ventilazione	Ventilatore 5,8x20 (N.9 da 22Kw)	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	688,00		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04		
Edificio raffinazione	Servizi Ausiliari	Compressori	Compressore								0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,35		
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	670,84		
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 70.000 Nmc/h +inverter	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	28,37	670,84	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22	
Zona scrubber	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa ricircolo scrubber 11Kw	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	78,22	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	322,16	
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Impianti di ventilazione	Ventilatore aspirazione aria 25.000 Nmc/h +inverter	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	322,16
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio maturazione	Servizi Ausiliari	Portoni automatici	Portone automatico								0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07		
Edificio pompe	Attività Principali	Gruppi di pompaggio	Pompe rilancio percolati	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	7,64	183,27		
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe-vasca di la pioggia	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	14,93	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Serranda by-pass vasca la pioggia	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	7,82	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa pozzo 50 mt	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	19,56	
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompe autoclave								0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	12,24		
Edificio pompe	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Serbatoio erogazione carburante								0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	6,36		
Capannoni	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione interna								23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	23,58	306,53		
Intero complesso	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	4,85																4,85	9,69	87,24		
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Prese rete elettrica	Prese servizio									1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	14,74		
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Gruppi di pompaggio	Pompa lavaggio ruote								0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	8,96		
Accoglienza	Servizi Ausiliari	Macchinari	Pesa a ponte								0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21		
Intero complesso	Servizi Ausiliari	Strumentazioni elettroniche	Impianto supervisione	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	22,04		
Palazzina uffici	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione- forza motrice servizi								1,42	1,42	1,42	1,42	0,71	0,71					0,71	0,71	0,71					9,23		
Palazzina uffici	Servizi generali	Impianti di climatizzazione	Condizionamento uffici																											
				158	158	158	158	158	158	153	160	169	174	173	175	176	171	168	169	168	164	156	153	148	153	158	158	3.892		
				164	164	164	163	163	163	157	164	173	178	177	180	179	177	172	173	172	168	161	158	160	165	165	164	4.023		
				96%	96%	96%	97%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	97%	98%	97%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	93%	93%	96%	96%	97%		
				Copertura del consumo orario																										

Figura 88 - Ricostruzione consumi orari giorno tipo del mese di maggio 2018

RINGRAZIAMENTI

Innanzitutto ringrazio il Prof. Marco Carlo Masoero, relatore della presente tesi di laurea, per la disponibilità dimostratami nelle fasi che hanno portato alla stesura dell'elaborato.

Si ringrazia l'Ing. Porchietti, che mi ha introdotto nella realtà aziendale in cui ho potuto svolgere l'attività di tesi.

In particolare desidero ringraziare l'Arch. Tartaglia per essere stato un fondamentale supporto in ambito tecnico e per l'opportunità di crescita professionale che ha rappresentato.

Ringrazio inoltre tutta la Light Wire srl per avermi accolto al loro interno e per la fiducia dimostratami nell'arco dell'ultimo anno.

Un ringraziamento speciale va ai miei genitori, senza i loro sacrifici ed il loro sostegno non avrei potuto completare questo lungo percorso, ai miei fratelli Alessandro e Federico, avete dovuto supportarmi e supportarmi malgrado tutto, non ve lo dico mai, ma siete fondamentali nel mio equilibrio.

Un grazie va anche ai miei amici tutti, in particolare quelli che conosciuti un giorno al Liceo Scientifico N. Copernico, non se ne sono mai andati (sebbene il Politecnico in alcuni periodi non si concili benissimo con la vita sociale di una persona).

Un ringraziamento di cuore però lo devo ai miei compagni di sventura, gli Omertosi (Andre, Enri, Fabio, Ignà, Rudi e Simo) che ho avuto modo di conoscere lungo la strada, la nostra amicizia ed il sostegno reciproco è stato molto importante per arrivare fin qua.

Ringrazio Simo, con cui ho condiviso il percorso che ha portato alla tesi e l'esperienza di vita lavorativa, per la sincera amicizia ed il sostegno reciproco nei momenti in cui la crisi prendeva il sopravvento.

Un ringraziamento speciale però va a Tani (Fabio), la prima persona veramente "normale" che ho conosciuto al Poli, che poi è diventato un mio grande amico, con lui ho affrontato tutti gli ostacoli peggiori in campo universitario, la nostra amicizia è stata fondamentale e sono sicuro continuerà ad esserlo.

Ultima, ma non per importanza, Giulia, la mia persona preferita. Non è facile scrivere quanto ho dentro per ringraziarti, lo sai non è il mio forte. Mi hai accompagnato per mano in questo duro e lungo percorso, ci sei sempre stata, mi hai sempre sostenuto e spinto a dare il meglio, anche quando certe volte pensavo di non averne la forza, abbiamo riso, abbiamo pianto, hai addirittura minacciato di fare causa al Politecnico ed ora eccoci qui, alla fine. E se ho tagliato il traguardo è anche e soprattutto grazie a te, questo giorno è anche un po' tuo, grazie di tutto.