POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare

Tesi di Laurea Magistrale

Applicazione della norma UNI CEI EN ISO 50001 alle Cantine Vinicole

Relatore
Prof. Marco C. Masoero

Candidato
Simone Paolino

Correlatori
Arch. Luca A. Tartaglia
Ing. M. Porchietti

A.A. 2017/2018

PREMESSA

Questo 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. Nell'elaborato possono pertanto essere presenti estratti di testo provenienti da documenti della EMCo & Partners.

La Cantina Vinicola Grottarossa Vini srl, oggetto del caso studio di questa trattazione, ha ottenuto nel mese di giugno 2018 la 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, referente interno per la ESCo Light Wire srl.

ABSTRACT

Il presente lavoro di tesi affronta il tema dei benefici derivanti dalla corretta implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia in una realtà produttiva industriale, con particolare riferimento agli stabilimenti enologici.

Verrà dapprima discusso lo stato dell'arte della norma ISO 50001, approfondendo le procedure in essa indicate e le potenziali implicazioni benefiche in termini di miglioramento della prestazione energetica.

Seguirà un'analisi sul settore enologico, atta a fornire un inquadramento sui meccanismi e sui relativi flussi produttivi che normalmente caratterizzano una cantina vinicola. L'attenzione verrà posta principalmente sui processi energetici caratteristici, con lo scopo di argomentare le possibili strategie di efficientamento di queste particolari tipologie di stabilimenti industriali.

L'ultima, e più ampia, sezione avrà come oggetto di analisi il caso studio della cantina Grottarossa Vini srl, esempio pratico di applicazione della norma ISO 50001 ad uno stabilimento enologico. In particolare, verrà presentato il lavoro di Diagnosi Energetica svolto sul sito, unitamente alla Pianificazione Energetica e agli altri step che hanno portato alla definizione di un Sistema di Gestione dell'Energia e all'ottenimento della certificazione.

Alla luce degli spunti discussi nel corso dell'elaborato verrà, infine, fatto il punto sui vantaggi derivanti dalla reale attuazione nelle attuali realtà aziendali delle direttive contenute nella norma ISO 50001.

RINGRAZIAMENTI

Arrivati al termine di un lungo percorso, è doveroso guardarsi indietro per realizzare quanto lungo e tortuoso sia stato il cammino. È solo allora che si riesce a riflettere su quanto numerose siano le persone che hanno svolto un ruolo chiave nei momenti più difficili.

Ecco che il primo ringraziamento, forse il più scontato, ma di sicuro il più importante, va alla mia famiglia, capace di infondermi quella dose costante di fiducia e quel supporto determinanti affinché tutto ciò sia stato possibile. Mio padre Salvatore, mia madre Giorgia e mia sorella Giulia sono sempre stati l'unica certezza nei tanti momenti di smarrimento durante i miei tentativi di realizzazione personale.

Ringrazio sentitamente il Prof. M. C. Masoero, per aver svolto il ruolo di Relatore del presente lavoro di tesi e per avermi fornito preziose indicazioni, rivelatisi determinanti in particolar modo in ambito professionale.

Un sincero ringraziamento è rivolto alla Light Wire srl, Società che ha creduto nelle mie potenzialità sin dal primo momento e che mi ha fornito ogni strumento necessario per poter intraprendere e portare a termine questo impegnativo percorso di tesi in azienda e, al contempo, per poter acquisire un maggior grado di consapevolezza professionale per iniziare a svolgere il mestiere di Ingegnere.

Dedico un ringraziamento particolare all'Arch. L. A. Tartaglia, Correlatore di questa tesi e soprattutto artefice materiale della mia crescita professionale, grazie agli strumenti pratici che è riuscito a trasmettermi. Con dedizione (e soprattutto pazienza) ha dato la sua disponibilità per essere un punto di riferimento costante e una continua fonte di ispirazione durante la redazione del presente lavoro.

Ringrazio con affetto l'Ing. M. Porchietti per aver fornito, in qualità di Correlatore, preziosi spunti per la stesura di questo elaborato. In particolare, le sue indicazioni e la sua pazienza hanno svolto un ruolo chiave per il mio inserimento nella realtà lavorativa all'inizio del percorso di tesi in azienda.

Un ringraziamento speciale lo merita senz'altro Davide, amico/collega che ho avuto il piacere di avere al mio fianco durante l'ultima parte del percorso di studi e, in particolar modo, in questa esperienza di tesi in azienda. Il suo supporto morale e professionale è stato di grande aiuto per superare le inevitabili difficoltà che abbiamo avuto durante il nostro approccio al mondo lavorativo.

Infine, un ringraziamento va mio cugino Christian, che come coinquilino è riuscito a sopportare il mio carattere messo a dura prova dalle pressioni di quest'ultimo anno, e alla mia seconda famiglia, a tutta quella gente che ha deciso di adottare questo ragazzo Siciliano che, alla ricerca della sua strada, è arrivato fin qui a Torino. Un grazie di cuore va a tutti gli amici e colleghi che ho avuto la fortuna di conoscere, per avermi supportato durante questo mio lungo percorso formativo. Tra tutti, ringrazio in particolare: Alby, Andrea, Arcie, Bokkia, Enrico, Fabio, Germa, Giacomo, Ignazio, Jack, Loris, Matti, Rudy, Vigo.

SOMMARIO

INTRODUZIONE **1**

LA NORMA UNI CEI EN ISO 50001:2011 ..... **3**

2.1. ASPETTI SALIENTI 3

2.1. QUADRO NORMATIVO 5

2.1.1. ISO 50001 ..... *5*

2.1.2. Diagnosi Energetica *6*

2.2. ITER PROCEDURALE ISO 50001 8

2.3. LA DIAGNOSI ENERGETICA 10

2.4. IL CICLO DI DEMING (PDCA) 13

2.5. BENEFICI ATTESI DALL'APPLICAZIONE DELLA ISO 50001 15

2.6. STATO DI ATTUAZIONE DELLE CERTIFICAZIONI ISO 50001 IN ITALIA 16

CANTINE VINICOLE **18**

3.1. IL SETTORE VINICOLO DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO 18

3.2. PROCESSI DI PRODUZIONE DEL VINO 19

3.3. MACCHINARI CARATTERISTICI 22

3.4. EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 23

3.4.1. Sistemi di raffreddamento *23*

3.4.2. Utilizzo di decantatori centrifughi *25*

3.4.3. Motori elettrici *26*

3.4.4. Produzione di aria compressa *26*

3.4.5. Illuminazione *27*

3.4.6. Strumenti di gestione *27*

3.5. BENEFICI DERIVANTI DALL'APPLICAZIONE DELLA ISO 50001 28

CASO STUDIO - GROTTAROSSA VINI SRL **29**

4.1. INQUADRAMENTO AZIENDALE 29

4.2. DATI CLIMATICI 35

4.3. ACQUISIZIONE DOCUMENTAZIONE 37

4.4. IDENTIFICAZIONE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE 37

4.4.1. Utenze termiche *38*

4.4.2. Utenze elettriche *39*

- Illuminazione 39
- Gruppi frigo 40
- Compressori 42
- Apparecchiature elettriche 42

4.5. ANALISI DATI DI CONSUMO 45
4.5.1. Analisi bollettazione *46*
4.5.1. Analisi prelievi di potenza *51*
- Potenza attiva 51
- Potenza reattiva e fattore di potenza 55
- Analisi delle frequenze delle potenze 56
- Settimane tipo 56
- Considerazioni sull'analisi dei quarti 58

4.6. PROFILI DI UTILIZZO 59
4.7. RICOSTRUZIONE DEI GIORNI TIPO 61
4.8. RICOSTRUZIONE DEI CONSUMI 63
4.8.1. Modello elettrico *63*
4.8.2. Analisi frequenze *72*
- Frequenze dei consumi 72
- Frequenze orarie 74

4.8.3. Modello termico *75*
4.9. CONSIDERAZIONI SUI CONSUMI 76
4.10. INDICATORI ENERGETICI 77
4.10.1. Calcolo degli indicatori (IPE) *77*
4.10.2. Confronto IPE, IVO e IPO *79*
4.11. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 82
4.11.1. Individuazione degli interventi *82*
4.11.2. Tipologie di intervento e costi unitari dei vettori energetici *83*
4.11.3. Premessa all'analisi economica degli interventi *84*
4.11.4. Interventi effettuati in passato *85*
4.11.5. Interventi sul vettore elettrico *86*
- IM1 - Sostituzione gruppi frigo 86
- IM2 - Installazione inverter su macchine e su pompe 91
- IM3 - Rifasamento singoli macchinari 93
- IM4 - Impianto fotovoltaico 94

4.11.6. Interventi sul vettore termico *99*
- IM5 - Recupero termico dai compressori 99
- IM6 - Sostituzione generatore di calore 103

4.11.7. Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda *103*
- IM7 - Formazione e sensibilizzazione del personale interno 103
- IM8 - Installazione sistema di misura 104

4.12. ACCREDITAMENTO UNI CEI EN ISO 50001 105

4.13. POLITICA ENERGETICA 107
4.14. PIANIFICAZIONE ENERGETICA 109
4.15. PIANI D'ATTUAZIONE 110
- Piani già attuati 110
- Piani da attuare 112
4.16. SISTEMA DI MISURAZIONE 115
4.17. BILANCIO ENERGETICO 121
4.17.1. Anno 2016 122
4.17.2. Confronto EnPI Illuminazione 123
- Situazione Ante relamping (ANNO 2016) 123
- Situazione Post relamping (ANNO 2017) 123
4.17.3. Confronto EnPI Compressori 124
- Situazione Ante sostituzione compressori (ANNO 2016) 124
- Situazione Post sostituzione compressori (ANNO 2017) 124
BENEFICI CONSEGUIBILI NELLE CANTINE VINICOLE 125
5.1. RUOLO DEL SISTEMA DI GESTIONE DELL'ENERGIA 125
5.2. CARBON FOOTPRINT 126
CONCLUSIONI 128
BIBLIOGRAFIA 130

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Andamento siti certificati ISO 50001 in Italia....4
Figura 2 - Ripartizione tipologie di siti certificati ISO 50001 [3]....4
Figura 3 - Iter procedurale ISO 50001 9
Figura 4 - Metodologia di Audit secondo la norma UNI CEI EN 16247....11
Figura 5 - Rappresentazione grafica del Ciclo PDCA [7]....14
Figura 6 - Distribuzione del numero dei siti certificati ISO 50001 per macro-settore [2] 16
Figura 7 e 8 - Produzione del Vino rosso [9] e Produzione del Vino bianco [9] 21
Figura 9 - Flussi dei consumi energetici in una tipica cantina vinicola di media taglia [8]....23
Figura 10 - Vista aerea del complesso produttivo....30
Figura 11 - Planimetria con suddivisione in Fabbricati 30
Figura 12 - Piazzale d'ingresso e vista frontale dei Capannoni e dell'Area Ammostatura....32
Figura 13 - Area Pesatura....32
Figura 14 - Area Ammostatura....33
Figura 15 - Corpo Cantina....33
Figura 16 - Corpo Imbottigliamento 34
Figura 17 - Palazzina Uffici e Alloggio Custode 34
Figura 18 - Compressori e gruppo frigo da 580 kW_f....35
Figura 19 - Andamento temperatura media, minima e massima 2017/2018....35
Figura 20 - Valori mensili di temperatura media, minima e massima 2017/2018 36
Figura 21 - Frequenze di temperatura media, minima e massima 2017/2018....36
Figura 22 - Storico consumi elettrici 2015-2018....46
Figura 23 e 24 - Suddivisione consumi per fasce e Storico spesa energetica 46
Figura 25 - Consumi di energia attiva per fasce [F1, F2, F3] 2017/2018 48
Figura 26 - Consumi di energia attiva per fasce [Picco, Fuori Picco] 2017/2018....49
Figura 27 e 28 - Consumi di energia attiva per fasce e Consumi di energia attiva per fasce....49
Figura 29 - Spesa energetica 2017/2018 49
Figura 30 - Confronto consumi elettrici desunti da bollette con analisi quarti 51
Figura 31 - Andamento annuale della Potenza attiva....52
Figura 32 - Potenza media settimanale nelle tre fasce di consumo dell'energia elettrica....53
Figura 33 – Andamento delle potenze medie, massime e minime....53
Figura 34 - Potenza attiva oraria settembre 2017....54
Figura 35 - Potenza attiva oraria settimane settembre 2017 54
Figura 36 - Fattore di potenza nelle fasce F1 e F2....55
Figura 37 - Ore di funzionamento per gradino di potenza [maggio 2017 - aprile 2018] 56
Figura 38 - Andamento giorni tipo potenza attiva periodo maggio 2017 - giugno 2018....57

Figura 39 e 40 - Prelievi medi di potenza attiva per fasce e Consumi di energia attiva per fasce 57
Figura 41 - Andamenti potenza ed energia attiva maggio 2017 - aprile 2018 58
Figura 42 - Ore lavorative mensili 59
Figura 43 - Andamento profili di funzionamento annuali.....60
Figura 44 - Andamento giorni tipo - periodo vendemmia.....61
Figura 45 - Andamento giorni tipo - periodo stoccaggio 61
Figura 46 - Ricostruzione giornaliera consumi - periodo vendemmia 62
Figura 47 - Ricostruzione giornaliera consumi - periodo stoccaggio.....62
Figura 48 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica Complessivo e per Macrocategoria.....64
Figura 49 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per Attività/Servizio (o uso finale) 65
Figura 50 - Dettaglio consumi di energia elettrica suddivisi per attività/servizio (o uso finale).....66
Figura 51 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Area funzionale.....67
Figura 52 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Reparto.....68
Figura 53 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Fabbricato 69
Figura 54 - Frequenze consumi di energia elettrica per utenza.....72
Figura 55 - Frequenze annuali consumi di energia elettrica.....72
Figura 56 - Frequenze mensili consumi di energia elettrica.....73
Figura 57 - Frequenze ore di funzionamento 74
Figura 58 - Frequenze annuali ore di funzionamento.....74
Figura 59 - Consumi di energia termica.....75
Figura 60 - Consumi energetici suddivisi per vettore 78
Figura 61 - Consistency Check 80
Figura 62 - Confronto consumi elettrici e termici con standard di riferimento.....81
Figura 63 - Tassi di interesse.....84
Figura 64 - Piano economico di rientro IM1 90
Figura 65 - Piano economico di rientro.....92
Figura 66 - Legame tra energia generata e consumata 95
Figura 67 - Legame tra energia generata e autoconsumata 96
Figura 68 - Piano economico di rientro IM4 97
Figura 69 - Confronto consumi mensili di GPL con kit recupero termico compressori 101
Figura 70 - Piano economico di rientro.....102
Figura 71 - Schema di flusso applicazione ISO 50001 105
Figura 72 - Schematizzazione del sistema di monitoraggio e controllo.....116
Figura 73 - Ricerca anomalie mediante verifica scostamenti.....120
Figura 74 - Confronto consumi elettrici annuali 121
Figura 75 - Ripartizione consumi annui 2016 in base alla tipologia di Attività/Servizio 122

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Riferimenti normativi e legislativi 7
Tabella 2 - Dati medi di potenza e consumo relativi ad una tipica cantina vinicola di media taglia [8] ... 22
Tabella 3 - Superfici in pianta dei fabbricati 32
Tabella 4 - Suddivisione in Macrocategorie 37
Tabella 5 - Suddivisione in Fabbricati, Reparti e Aree funzionali 38
Tabella 6 - Profilo di funzionamento generatore di calore 38
Tabella 7 – Caratteristiche del generatore di calore 38
Tabella 8 - Censimento apparecchi luminosi 39
Tabella 9 - Gruppi frigo 40
Tabella 10 e 11 - Curve di assorbimento e Curva di assorbimento 40
Tabella 12 - Andamento potenze elettriche assorbite 41
Tabella 13 - Caratteristiche compressori 42
Tabella 14 - Apparecchiature elettriche 44
Tabella 15 - Modalità di acquisizione dei dati di consumo 45
Tabella 16 - Caratteristiche fornitura di energia elettrica 45
Tabella 17 - Fasce di consumo dell'energia elettrica 46
Tabella 18 - Consumi di energia attiva 2017/2018 47
Tabella 19 - Consumi di energia reattiva 2017/2018 48
Tabella 20 - Settimana tipo potenza attiva periodo maggio 2017 - aprile 2018 57
Tabella 21 - Giorni lavorativi mensili 59
Tabella 22 - Profili di funzionamento 60
Tabella 23 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica Complessivo e per Macrocategoria 64
Tabella 24 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per Attività/Servizio (o uso finale) 65
Tabella 25 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Area funzionale 67
Tabella 26 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Reparto 68
Tabella 27 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Fabbricato 69
Tabella 28 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per Utenza 71
Tabella 29 - Consumi di energia termica 75
Tabella 30 - Struttura aziendale 77
Tabella 31 - Ips elettrici 78
Tabella 32 - Ips termici 78
Tabella 33 - Ipg elettrici e termici 78
Tabella 34 - Consistency Check 80
Tabella 35 - Confronto consumi elettrici e termici con standard di riferimento 80
Tabella 36 - Costi medi unitari dei vettori energetici 83

Tabella 37 - Situazione ante relamping....85
Tabella 38 - Situazione post relamping....85
Tabella 39 - Gruppi frigo sostitutivi....86
Tabella 40 e 41 - Curve assorbimento Clivet WSAT-XSC3 200.4 e Clivet WSAT-XEE 352-802 602...86
Tabella 42 - Andamento potenze elettriche assorbite....87
Tabella 43 - Confronto scenari ante e post sostituzione gruppo frigo 1....88
Tabella 44 - Confronto scenari ante e post sostituzione gruppo frigo 2....88
Tabella 45 e 46 - Dati di input e analisi economica IM1....89
Tabella 47 - Caratteristiche pompa....91
Tabella 48 - Confronto scenari ante e post intervento....92
Tabella 49 - Analisi economica....92
Tabella 50 - Caratteristiche rifasatori....93
Tabella 51 - Caratteristiche moduli fotovoltaici....95
Tabella 52 - Caratteristiche impianto fotovoltaico....95
Tabella 53 - Producibilità impianto....95
Tabella 54 - Verifica autoconsumo energia prodotta da impianto fotovoltaico....96
Tabella 55 - Analisi economica IM4....97
Tabella 56 - Analisi economica IM4....98
Tabella 57 - Caratteristiche del sistema....100
Tabella 58 - Profili di funzionamento compressori....100
Tabella 59 – Calcolo risparmi di GPL....100
Tabella 60 - Confronto scenari ante e post intervento....101
Tabella 61 - Analisi economica....102
Tabella 62 - Confronto scenari ante e post intervento....103
Tabella 63 - Pianificazione Energetica....109
Tabella 64 - Piano d'attuazione Illuminazione....110
Tabella 65 - Piano d'attuazione Aria compressa....111
Tabella 66 - Piano d'attuazione Recupero termico compressori....112
Tabella 67 - Piano d'attuazione Gruppi frigo....113
Tabella 68 - Piano d'attuazione Sistema di Monitoraggio....114
Tabella 69 - Punti d'installazione Sistema di Monitoraggio....118
Tabella 70 - Confronto consumi elettrici annuali....121
Tabella 71 - Ripartizione consumi annui 2016 in base alla tipologia di Attività/Servizio....122
Tabella 72 - Situazione ante Relamping....123
Tabella 73 - Situazione post Relamping....123
Tabella 74 - Situazione ante sostituzione Compressori....124
Tabella 75 - Situazione post sostituzione Compressori....124

INTRODUZIONE

Il tema dell'efficientamento energetico ha ormai assunto un ruolo di primaria importanza tra i fattori decisionali che concorrono a definire un progetto di riqualificazione. In un periodo storico fortemente influenzato dagli effetti della recente crisi economica, una sempre crescente attenzione è infatti rivolta a tecnologie e "best practice" che, fornendo al contempo un indubbio beneficio ambientale, permettano comunque di ridurre la spesa a parità di risultato ottenibile.

Questa duplice natura economica ed ambientale insita in ogni tematica relativa all'efficienza energetica traspare con evidenza quando ci si sofferma sul termine *spesa*, citato volutamente senza aggettivi nella frase precedente. La spesa, energetica e dunque economica, sostenuta da un soggetto è indice della quantità di risorse, ambientali ma anche finanziarie, di cui un sistema necessita per produrre un determinato prodotto o servizio. Fornire la possibilità di mantenere intatta tale capacità, a fronte di un decremento di consumi ed esborsi economici, può essere visto come il fine ultimo delle azioni intraprese all'interno di una procedura di efficientamento energetico.

Tuttavia, i vincoli principali che impediscono la diffusione in larga scala di tale meccanismo sono rappresentati sia dalla difficoltà che spesso si riscontra nel reperire le risorse economiche richieste per affrontare i costi di investimento prospettati, che dalla necessità di dover attendere alcuni anni prima di poter iniziare a beneficiare integralmente del mancato esborso economico generato dagli interventi di saving.

È proprio nell'ottica di creare condizioni economicamente più favorevoli per realizzare tali azioni virtuose che lo Stato ha predisposto una serie di meccanismi incentivanti, anche per onorare gli impegni presi con il *Protocollo di Kyoto* prima e con il *Piano 20-20-20* poi. Invogliare la messa in atto di politiche di efficientamento energetico rappresenta, infatti, una delle principali strategie attuabili per ottemperare agli obiettivi di riduzione di consumi energetici ed emissioni di gas ad effetto serra del 20% rispetto al 1990 che, unitamente ad un aumento del 20% della quota, sul consumo totale, di energia prodotta da fonti rinnovabili, costituiscono i traguardi che la Comunità Europea si è impegnata a raggiungere entro il 2020.

Dal punto di vista tecnico, negli ultimi anni è nata dunque l'esigenza di fornire gli strumenti adeguati a definire le procedure attuative della politica energetica europea. Tra questi, rivestono un ruolo di primaria importanza le norme UNI, redatte con lo scopo di disciplinare le modalità di ottenimento di una migliore prestazione energetica.

I campi di applicazione dei concetti introdotti in precedenza sono indiscutibilmente vasti. La tendenza a migliorare ciò che è già esistente, piuttosto che stravolgere lo stato di fatto con progettazioni ex novo, è dominante in ogni settore, dall'ambito civile a quello industriale. In particolare, la riduzione degli esborsi

economici per la gestione di un sistema energetico è un'esigenza avvertita oggi più che mai dalle aziende, che siano piccole, medie o grandi imprese.

È in questo quadro generale che si inseriscono anche le Cantine Vinicole, realtà aziendali che, necessitando di quantitativi di energia considerevoli per effettuare i loro processi produttivi, hanno tutto l'interesse a mettere in atto strategie ed interventi che possano permettere loro di ottenere una riduzione dei consumi e dei relativi esborsi economici annui.

Il settore vinicolo, se analizzato nel dettaglio, risulta essere caratterizzato da una serie di processi che possono variare in termini di tipologia, ordine temporale e parametri caratteristici (temperature e tempi) a seconda della qualità dell'uva afferente e delle condizioni climatiche. Tuttavia, si può affermare che a livello macroscopico esista una sequenza di processi produttivi riscontrabile, a grandi linee, in ogni azienda vinicola.

Il presente lavoro di tesi prende spunto dall'applicazione in ambito industriale, e nello specifico proprio agli stabilimenti enologici, di una delle normative che hanno recepito le direttive comunitarie di cui si è parlato precedentemente: la norma internazionale UNI CEI EN ISO 50001:2011. Tale documento, unitamente a quelli ad esso affini, definisce le modalità di realizzazione e mantenimento di un Sistema di Gestione dell'Energia (SGE) all'interno di un'organizzazione, strumento indispensabile per poter garantire il raggiungimento del cosiddetto miglioramento continuo della prestazione energetica.

L'iter procedurale avrà come punto di partenza la redazione di una Diagnosi Energetica e la definizione di appropriati Indicatori di Prestazione Energetica (IPE o EnPI) per lo stabilimento, punti focali per comprendere l'attuale legame fra consumi e resa dello stesso. Si proseguirà con l'individuazione degli interventi di efficientamento energetico, con la definizione di un'opportuna Politica Energetica aziendale, con la predisposizione di una Pianificazione Energetica e con la successiva realizzazione dei Piani di Attuazione previsti. Sarà infine valutata l'installazione di un Sistema di Monitoraggio dei consumi, strumento chiave del SGE per poter tenere costantemente sotto controllo la performance energetica della realtà produttiva.

All'interno dell'elaborato, l'attenzione verrà posta in particolar modo sui benefici energetici ed economici derivanti dalla corretta applicazione nelle aziende enologiche delle procedure descritte nella norma ISO 50001, teorie avvalorate dal riscontro pratico che si è avuto analizzando la Cantina Vinicola dell'azienda Grottarossa Vini srl.

LA NORMA UNI CEI EN ISO 50001:2011

2.1. Aspetti salienti

Per focalizzare l'attenzione sul campo d'applicazione della norma UNI 50001, può essere utile prendere spunto dalla descrizione sintetica riportata all'inizio della stessa, che riassume nelle poche righe seguenti lo scopo principale per cui è stata redatta, fornendo anche un'idea sulle potenzialità derivanti dalla sua applicazione.

"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" [1]

Appare dunque chiaro come la norma assegni sin da subito un ruolo cardine alla creazione e all'utilizzo di un Sistema di Gestione dell'Energia. In effetti, l'adozione di un SGE costituisce, rispetto alle altre norme in materia, il tratto distintivo degli strumenti proposti dalla ISO 50001 per raggiungere una migliore performance energetica. La differenza consiste soprattutto nell'adozione di un approccio sistematico e sistemico, che ha modo di esistere grazie alla possibilità di poter analizzare ed elaborare la quantità di dati reali messa a disposizione dai sistemi di monitoraggio, per poter adottare le conseguenti azioni migliorative.

Un *Sistema di Gestione dell'Energia* può essere definito come l'insieme dei processi e delle procedure da adottare al fine di conseguire gli obiettivi energetici prefissati. Il SGE comprende pertanto sia gli strumenti tecnici che le strategie scelte per migliorare energeticamente le prestazioni dell'organizzazione.

Lo scopo della ISO 50001 è quindi quello di proporre un modello organizzativo di riferimento che permetta alle organizzazioni di stabilire sistemi, processi, risorse e, anzitutto, responsabilità e autorità all'interno della struttura aziendale, tutti elementi necessari per beneficiare di prestazioni energetiche migliori [2].

I benefici derivanti dall'adozione di un Sistema di Gestione dell'Energia risultano essere tanto più evidenti quanto più il cui costo energetico incida in maniera significativa sui costi totali dell'azienda. Pertanto, per le PMI[1] i vantaggi dell'applicazione della ISO 50001 risulteranno evidenti solo qualora si sia beneficiato di incentivazioni per l'implementazione del SGE.

[1] Piccole e Medie Imprese

Da un'indagine svolta dall'Osservatorio ACCREDIA, in collaborazione con ISNOVA, sul tema delle certificazioni per l'efficienza energetica [3], si evince il modo in cui la norma ISO 50001 è riuscita a diffondersi all'interno delle aziende italiane. Da tale studio, risulta infatti che il numero di organizzazioni aziendali accreditate ISO 50001 è cresciuto a partire dall'anno seguente il 2011 (anno di pubblicazione della norma).

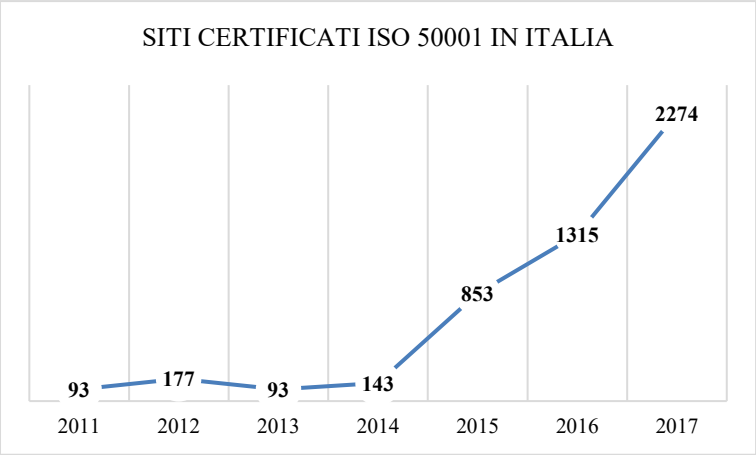


Figura 1 - Andamento siti certificati ISO 50001 in Italia

Fonti: ACCREDIA *[3]*, FIRE *[4]*

La tendenza di crescita, visibile nella figura fino all'anno 2017, è destinata ad essere confermata in futuro, essendo le prospettive di aumento dei siti certificati destinate a salire in questo e nei prossimi anni.

Per quanto riguarda, invece, la distribuzione dei soggetti certificati per tipologia di organizzazione, visibile nella figura successiva, si evidenzia come i siti che si sono principalmente dotati di un Sistema di Gestione dell'Energia siano prettamente grandi imprese. Ciò è spiegabile considerando che la certificazione ISO 50001 permette di assolvere l'obbligo di redazione di una Diagnosi Energetica ogni 4 anni introdotto dall'art. 8 del D. Lgs. 102/2014 per grandi imprese e soggetti energivori.

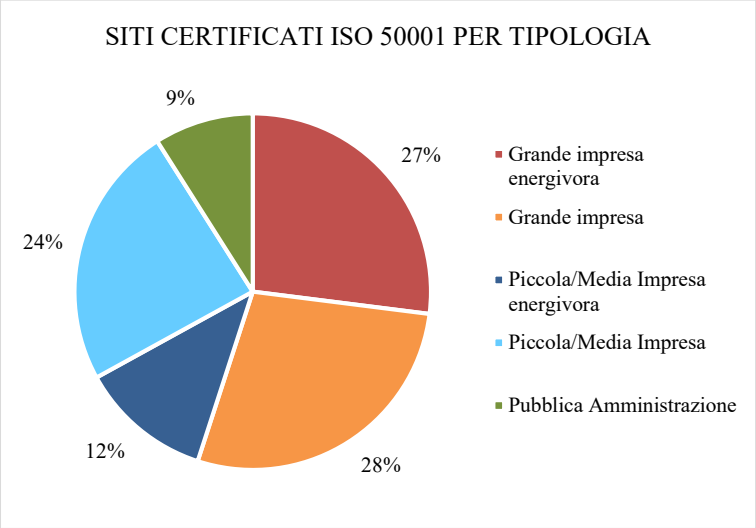


Figura 2 - Ripartizione tipologie di siti certificati ISO 50001 [3]

2.1. Quadro normativo

2.1.1. *ISO 50001*

L'attività di normazione tecnica ha fornito a corollario e a supporto della norma UNI CEI EN ISO 50001 una serie di utili strumenti, con una produzione prolifica di norme afferenti soprattutto alla famiglia 50000. A partire dalla seconda metà del 2014, infatti, sono state pubblicate 7 norme, seguite da altre 3 a diversi stadi [4].

Uno dei temi sui quali la produzione è stata più abbondante, per il forte interesse non solo per i sistemi di gestione dell'energia, ma anche per i contratti a garanzia di risultato, è la misura e verifica delle prestazioni e dei risparmi energetici. La linea guida in questo campo è il protocollo IPMVP, che può essere usato con la ISO 50015 ed è riferimento normativo per la ISO 17741 [4].

La UNI CEI EN ISO 50001 descrive come impostare il Sistema di Gestione dell'Energia nel migliore dei modi adottando, similmente alle norme sui sistemi di gestione, un approccio del tutto generale.

Proprio a sua integrazione è stata pubblicata la UNI ISO 50004, che fornisce una serie di esempi e suggerimenti puntuali su come implementare e tenere aggiornato ogni singolo aspetto del sistema. L'utilità di tale documento risiede principalmente nel fatto che è un utile strumento per comprendere appieno le modalità operative di attuazione dei principi enunciati in modo generale nella ISO 50001 [4].

I requisiti di competenza, congruenza e imparzialità nelle attività di audit e certificazione dei Sistemi di Gestione dell'Energia, sono definiti nelle UNI ISO 50003 per gli organismi che forniscono tali servizi [4].

Al fine di dare qualche spunto in più in fase di individuazione della cosiddetta Baseline (o Consumo di Riferimento), è stata pubblicata la UNI ISO 50006 che, sempre grazie ad esempi e suggerimenti, fornisce preziose indicazioni su come approcciare il calcolo degli Indicatori di Prestazione Energetica (EnPI), che rappresenta uno dei punti critici del Sistema di Gestione [4].

La UNI ISO 50015 affronta invece il tema del piano di misurazione e monitoraggio [4]. A causa dell'investimento richiesto, definirne al meglio gli aspetti aiuta a ridurne i costi e a migliorarne l'intera gestione.

In merito alle tematiche inerenti al calcolo dei risultati in termini di risparmi ottenuti ed ottenibili, si può fare riferimento alle norme ISO 17741, che fornisce indicazioni generali su come calcolare e verificare i risparmi di singoli progetti, ISO 17743, che suggerisce anche come strutturare la reportistica dei risparmi, ISO 50047, che aiuta a calcolare i risparmi per una singola organizzazione, e ISO 17742, che sposta il tema del calcolo dei risparmi a livello di Paesi, Regioni o Città [4].

Infine, la UNI CEI EN 16231 descrive in termini energetici l'approccio al mondo del benchmark. In questa norma è possibile trovare utili suggerimenti su come individuare la posizione nel mercato dell'efficienza energetica di distretti industriali o associazioni di settore, in modo da soddisfare la necessità di avere dei benchmark di mercato da utilizzare come riferimento per definire gli obiettivi della propria politica energetica [4].

2.1.2. *Diagnosi Energetica*

Seppur con molti margini di libertà per l'adattamento al caso specifico, le normative che regolamentano le modalità di redazione della DE sono rappresentate principalmente dalle norme UNI CEI EN 16247, ma anche nelle UNI CEI EN 11428 e 15459.

Il tema dell'efficienza energetica nelle imprese ha subito una notevole influenza positiva dal Decreto Legislativo n° 102 del 4 luglio 2014, con cui l'Italia ha recepito la Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica. Tale disposizione ha infatti introdotto l'obbligo per le imprese a forte consumo di energia di redigere una Diagnosi Energetica.

Si riporta nel prospetto seguente il quadro normativo attuale cui si fa normalmente riferimento durante la redazione di una Diagnosi Energetica.

DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	Dir. Eu. 2003/87/CE	Direttiva Europea Emission Trading	*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*
(2)	Dir. Eu. 2012/27/UE	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	*Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE*

NORMATIVA ITALIANA			
(3)	D.lgs. 4/4/2006, n. 216	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quo- te di emissioni dei gas a effetto serra	*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*
(4)	D.lgs. 115/08	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	*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*
(5)	D.lgs. 102/14	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	*In aggiunta l'Allegato 2 riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia*
(6)	Decreto 28/12/2012	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	*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*

NORME TECNICHE			
(7)	UNI CEI EN ISO 50001:2011	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	*È la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e miglio- rare 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*
(8)	UNI EN ISO 14001:2004	Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso	*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*
(9)	UNI CEI 11339	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	*È la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione*
(10)	UNI CEI TR 11428:2011	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	*È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre*
(11)	UNI CEI EN 16247:2012	Diagnosi Energetiche	*È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche, nonché la documentazione da produrre:* *- Parte 1 - Requisiti generali* *- Parte 2 - Edifici* *- Parte 3 - Processi* *- Parte 4 - Trasporti* *- Parte 5 - Competenze dell'Auditor Energetico*
(12)	UNI CEI EN 16212:2012	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	*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*
(13)	UNI CEI EN 16231:2012	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	*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*
(14)	UNI CEI EN 15900:2011	Servizi di efficienza energetica - Definizioni e requisiti	*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*
(15)	UNI EN ISO 19001:2012	Linee guida per audit di sistemi di gestione	*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*
(16)	UNI EN 15193:2011	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione	*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*
(17)	UNI TS 11300:2016	Prestazioni energetiche degli edifici	*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:* *- Parte 1-2014: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale* *- 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* *- Parte 3-2010: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva* *- Parte 4-2012: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di gene- razione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria* *- Parte 5-2016; Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili* *- Parte 6-2016: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili*
(18)	UNI 10349:2016	Normativa dati climatici	*La norma prevede l'aggiornamento dei parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva*

Tabella 1 - Riferimenti normativi e legislativi

2.2. Iter procedurale ISO 50001

Le indicazioni contenute nella norma ISO 50001 possono (e devono) essere integrate con le già consolidate procedure di auditing energetico descritte nelle altre norme di settore.

Tra queste, spicca senz'altro la norma UNI CEI EN 16247:2012, che regolamenta e disciplina le corrette modalità di esecuzione di una Diagnosi Energetica. La pertinenza di tali indicazioni con i contenuti della ISO 50001 è evidenziata dal fatto che l'esecuzione di una buona Diagnosi Energetica costituisce un requisito fondamentale per la creazione di un Sistema di Gestione dell'Energia efficiente.

L'iter procedurale da seguire per attuare compiutamente i propositi esposti nella norma ISO 50001 può essere dunque sintetizzato come segue:

a) redazione della **Diagnosi Energetica** - step imprescindibile per comprendere appieno il comportamento energetico attuale dell'azienda e definirne i relativi consumi di riferimento (*Energy Baseline*) con cui poter confrontare i risultati ottenibili;

b) calcolo degli **Indicatori di Prestazione Energetica (IPE** o **EnPI)** - possono essere definiti come misure quantitative della prestazione energetica attuale, utilizzati per poter essere comparati, sia prima che dopo gli interventi, con i valori di benchmark disponibili in letteratura per il medesimo settore;

c) individuazione degli **Interventi di Saving** - sono proposte di efficientamento energetico, corredate dai rispettivi piani di rientro economico, volte al miglioramento della prestazione energetica attuale e al raggiungimento di un valore più ridotto dell'EnPI di riferimento;

d) definizione della **Politica Energetica** e della **Pianificazione Energetica** - la prima stabilisce intenzioni e orientamento della Direzione aziendale in merito alle prestazioni energetiche, la seconda individua le modalità di raggiungimento degli obiettivi energetici, definendo la sequenza temporale di esecuzione degli interventi atti a migliorare la performance energetica, sulla base di un determinato ordine di priorità;

e) programmazione dei **Piani d'Azione** - contengono i dettagli sulle modalità operative di esecuzione degli interventi di saving e sono redatti per mettere in atto le indicazioni derivanti dalla Pianificazione Energetica;

f) **Monitoraggio** e **Controllo** dello stabilimento - implementazione di un sistema di monitoraggio ed analisi dei dati al fine di perseguire l'obiettivo del miglioramento continuo delle prestazioni energetiche ed evidenziare in tempo utile la presenza di eventuali anomalie.

Caratteristica peculiare della procedura precedentemente descritta è la presenza di una continua revisione del processo, che può portare alla correzione e alla nuova esecuzione dell'iter, creando di fatto il ciclo visibile nella figura seguente.

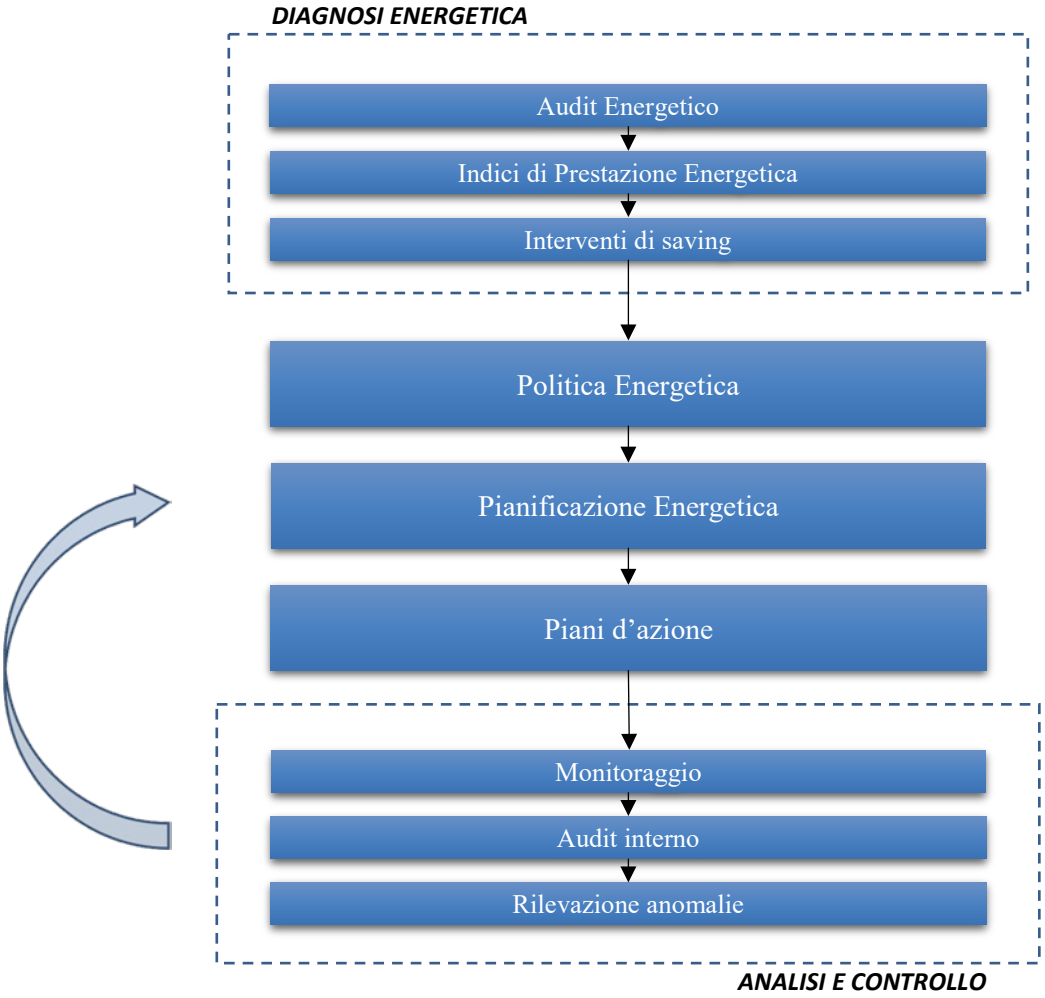


Figura 3 - Iter procedurale ISO 50001

Il collegamento che permette, a seguito dell'analisi dei dati, di retrocedere dall'ultima fase agli step iniziali è rappresentativo della possibilità di ottenere il miglioramento continuo della gestione aziendale, passo di estrema importanza per la corretta implementazione di un SGE.

2.3. La Diagnosi Energetica

La Diagnosi Energetica, passo iniziale dell'iter procedurale descritto in precedenza, ha come obiettivo quello di fornire una panoramica dei consumi energetici della struttura oggetto di indagine, valutando contestualmente la fattibilità tecnico-economica di interventi che possano ridurre i consumi energetici.
Nella Norma UNI 11428 è stabilito che il lavoro di diagnosi deve configurarsi come una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un complesso e ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico a seconda dei relativi costi-benefici.
Lo studio deve essere eseguito tramite sopralluoghi in loco ed attività di analisi documentale, facendo uso dei dati e degli elaborati tecnici forniti dalla Committenza.

La Diagnosi Energetica è spesso redatta adempiendo alle indicazioni del Decreto Legislativo n.102/2014 (Allegato 2), che disciplina in particolare le modalità di stesura per le aziende a forte consumo energetico. Nell'ambito della legislazione che regolamenta l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, la Diagnosi Energetica viene definita come una procedura volta a fornire un'adeguata conoscenza dei consumi energetici di un complesso e ad individuare le potenziali opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici. Tale studio deve avere come obiettivo quello di fornire una conoscenza approfondita su usi e consumi energetici dell'impianto in esame, al fine di individuare le modifiche più efficaci nell'ottica dell'efficientamento energetico; rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, attraverso l'individuazione e la modifica/gestione delle attività a più bassa efficienza energetica e 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; gli indicatori dovranno essere utilizzati per confrontare le performance energetiche dell'Azienda rispetto agli indicatori di benchmark rappresentativi del settore, in modo da poter definire se sia necessario proseguire con l'individuazione di potenziali interventi di miglioramento.

La Diagnosi, oltre ad essere un servizio obbligato per i soggetti coinvolti, risulta utile al Committente qualora quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per potere 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 derivanti dallo sviluppo di una Diagnosi Energetica possono quindi essere riassunti come segue:

- Aumento dell'efficienza energetica dell'impianto;
- 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 gli altri, 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 attività rappresentate nello schema seguente, come suggerito dalla Norma UNI CEI EN 16247 - Energy Audit.

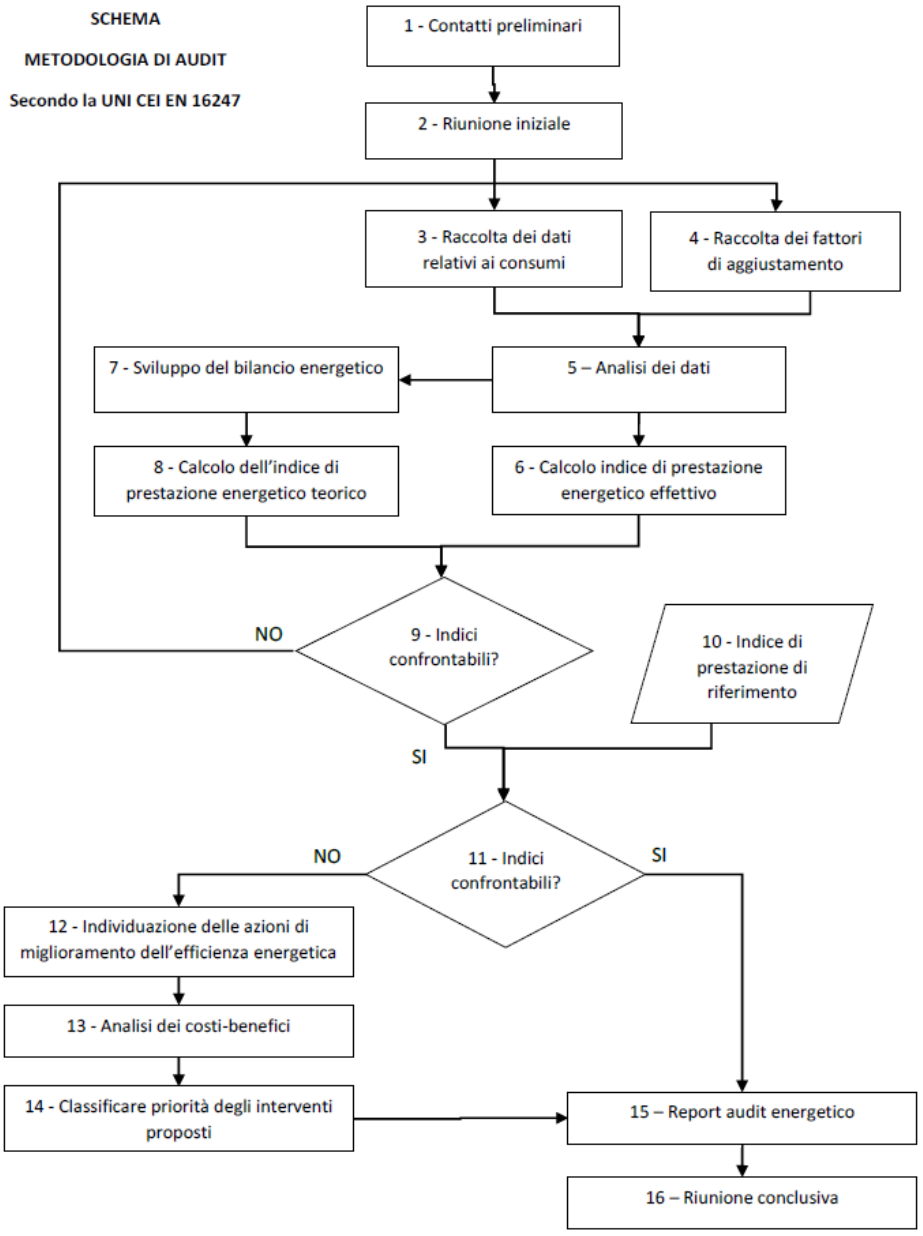


Figura 4 - Metodologia di Audit secondo la norma UNI CEI EN 16247

La procedura di sviluppo dell'audit energetico può pertanto 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 cui riferire i consumi energetici;
3) Calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo (IPE);
4) Analisi processo, ossia raccolta delle informazioni necessarie allo svolgimento della diagnosi;
5) Costruzione degli inventari energetici relativi all'oggetto della diagnosi;
6) Calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo (IPO);
7) Confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo;
8) Individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo (Indicatori energetici, KPI);
9) Confronto tra l'indice di prestazione energetica obiettivo e IPE/IPO;
10) Individuazione delle azioni di miglioramento;
11) Analisi costi-benefici, ossia di fattibilità tecnico-economica;
12) Individuazione degli interventi prioritari e piano di attuazione.

La Diagnosi Energetica, infine, prende in considerazione la globalità dei flussi energetici, a partire dai dati globali ricavati dalle bollette dei vari vettori energetici fino alla suddivisione dei consumi delle varie utenze.
In particolare, l'analisi viene condotta secondo quattro diversi livelli di approfondimento dei consumi:

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

2.4. Il Ciclo di Deming (PDCA)

Lo schema di flusso descritto nella sezione precedente si basa in realtà su una applicazione degli studi sul controllo statistico della qualità effettuati da W. E. Deming e successivamente da K. Ishikawa [5] [6].
Da tali teorizzazioni deriva che qualsiasi processo può essere visto come un ciclo articolato in quattro momenti: *plan* (progettare, pianificare), *do* (agire, realizzare), *check* (controllare) e *act* (stabilizzare o correggere e riavviare il ciclo di intervento). Tale idea di ciclo prende senz'altro ispirazione dalla ricerca scientifica, che utilizza lo schema ipotesi-attuazione-verifica-nuova ipotesi, ma la novità della riflessione di Deming consiste nell'averla applicata unitamente a quella di sistema complesso alle organizzazioni, che vengono così considerate degli organismi individuali, soggetti di studio e di intervento [5].
Il ciclo PDCA è una strategia operativa modulare, che, pertanto, può essere applicata all'organizzazione nel suo insieme, ma anche a qualsiasi suo processo.
Vengono ora descritte le singole fasi del processo, che sono alla base dei meccanismi della ISO 50001:

- **Plan - *Pianificare*** [5]

a. *Determinare gli obiettivi e i destinatari*. I traguardi energetici risultano evidenti soltanto se l'alta direzione ha formulato la politica dell'organizzazione. Gli obiettivi devono essere indicati in modo concreto e dettagliato e occorre fornire a tutti gli operatori le informazioni necessarie. Devono essere inoltre quantificati e devono riguardare problemi che l'organizzazione può risolvere con la collaborazione di tutte le funzioni. Sia le politiche che gli obiettivi devono essere introdotti nell'organizzazione senza limitazioni di livelli gerarchici. Quanto più l'organizzazione è orizzontale, e priva di frontiere, tanto più sarà facile coinvolgere il personale nel raggiungimento degli obiettivi;

b. *Determinare i metodi da adottare per raggiungere gli obiettivi*. A tal fine occorre mettere a punto procedure razionali e facili da seguire. Secondo Ishikawa, determinare un metodo significa standardizzarlo e renderlo utile e accessibile, ma solo l'esperienza e l'abilità delle persone possono supplire all'inadeguatezza di standard e regole.

- **Do - *Agire*** [5]

a. *Svolgere il lavoro.* Nessuna procedura basata su standard, ritenuti erroneamente perfetti, può garantire un'esecuzione priva di difetti. L'operatore applica quanto sa e ha appreso, tenendo presenti gli standard, ma utilizzando la propria esperienza e abilità. Il singolo operatore può però applicare anche solo nel proprio ambito un ciclo PDCA contribuendo in modo determinante al miglioramento continuo dell'organizzazione;

b. *Formazione e istruzione*. La formazione del personale è indispensabile per la comprensione, applicazione e miglioramento degli standard di lavoro. La distribuzione e la delega di responsabilità, fattore insostituibile per la realizzazione di un sistema qualità, risulta possibile solo con operatori formati;

- **Check - Controllare** [5]

Obiettivo di questa fase è controllare gli effetti della realizzazione. Lo scopo del controllo è scoprire ciò che viene realizzato in modo non accettabile e contrario ai risultati attesi. Il problema, in questo caso, diventa come scoprire le non conformità. A questo scopo occorre "controllare le cause", utilizzando il diagramma "cause/effetto" o "spina di pesce" di Ishikawa;

- **Act - Intraprendere azioni** [5]

Risulta necessario intraprendere azioni adeguate qualora la fase precedente abbia messo in evidenza delle criticità. L'essenziale non è trovare le cause delle negatività, quanto prendere le iniziative necessarie al fine di eliminarle. Non è sufficiente apportare modifiche ai fattori casuali individuati, occorre eliminarli. Correggere e prevenire sono due azioni diverse e separate. Per eliminare le cause delle criticità è necessario risalire fino alla fonte stessa del problema e prendere le misure adeguate. La prevenzione, invece, si configura come un'attività che si sarebbe dovuta svolgere nelle fasi preliminari, al fine di evitare in anticipo il verificarsi dell'evento.

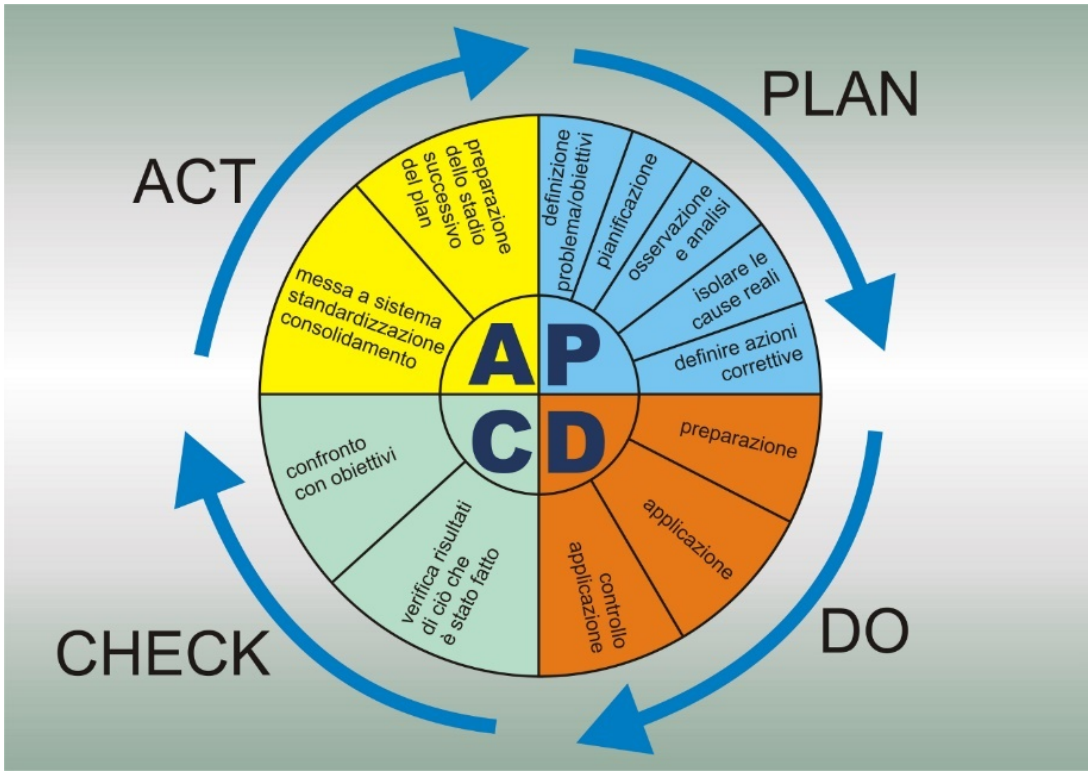


Figura 5 - Rappresentazione grafica del Ciclo PDCA [7]

2.5. Benefici attesi dall'applicazione della ISO 50001

I Sistemi di Gestione dell'Energia sono unanimemente riconosciuti come uno strumento efficace per migliorare l'efficienza nell'uso dell'energia e ridurre i costi e l'impatto ambientale delle organizzazioni.

L'efficacia dei SGE dipende tuttavia dall'impegno di tutta l'organizzazione, a partire innanzitutto dalla direzione. Non a caso uno dei primi passi richiesti dalla ISO 50001 prevede che la direzione definisca la politica energetica, nomini un responsabile e renda disponibili le risorse necessarie. L'impegno della direzione e la disponibilità delle risorse sono condizioni molto favorevoli per il lavoro degli Energy Manager dell'azienda e questa può essere una delle spiegazioni della forte crescita nei primi anni delle organizzazioni certificate tra quelle con Energy Manager nominato. L'elevato numero di siti certificati in Italia, comparabile solo con paesi in cui sono presenti più o meno degli incentivi a supporto, fa supporre che nel processo decisionale che porta alla certificazione di un SGE, vengano considerati anche i benefici non energetici [4].

Dall'indagine citata in precedenza, svolta da ACCREDIA in collaborazione con ISNOVA sulle certificazioni per l'efficienza energetica [3], emerge anche che i Sistemi di Gestione dell'Energia sono percepiti dalle organizzazioni come un'efficace misura per il miglioramento della prestazione energetica della propria attività, con benefici attesi soprattutto nell'area economico-finanziaria [4].

Inoltre, in aggiunta ai benefici economico-finanziari, le organizzazioni certificate secondo la UNI CEI EN ISO 50001 hanno dichiarato che il SGE costituisce anche un utile strumento per misurare la prestazione energetica, per migliorare le competenze, per identificare le priorità in campo energetico e per innescare processi d'innovazione tecnologica [4].

Esistono poi una serie di benefici non energetici, legati al fatto che la spinta data dal sistema di gestione dell'energia all'intera struttura aziendale, attraverso gli investimenti e l'innovazione, porti l'impresa ad un miglioramento continuo di competitività, ma anche di credibilità e riconoscimento da parte del mercato [4].

Nonostante le positive indicazioni raccolte dalle organizzazioni certificate, nella maggioranza dei casi l'approccio decisionale continua ad essere basato su una logica strettamente finanziaria. Nella valutazione di un investimento che permetta di ottenere una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse energetiche l'adozione esclusiva di tale approccio risulta essere inefficace. L'analisi costi-benefici dovrebbe infatti tenere conto non solo della profittabilità dell'operazione ma anche, in un'ottica più generale, degli effetti che un investimento green possa avere sull'impresa nel medio-lungo termine e dei benefici energetico-ambientali producibili. È necessario quindi un cambiamento di approccio che consenta di mettere al centro del processo di valutazione degli interventi la strategicità oltre che la profittabilità di un investimento [4].

2.6. Stato di attuazione delle certificazioni ISO 50001 in Italia

Uno dei punti più critici riguardo l'efficacia del sistema proposto dalla ISO 50001 riguarda la difficoltà di diffusione in larga scala che i Sistemi di Gestione dell'Energia hanno riscontrato sin dalla loro apparizione nel mercato energetico.

Un report di AssoEGE sullo scenario di riferimento e le prospettive future dei SGE [2], redatto nel 2017, evidenzia come la ISO 50001 non venga aiutata ad aumentare il proprio livello di penetrazione sul mercato, nonostante i vantaggi che una corretta gestione energia possa portare, dalla riduzione/eliminazione degli sprechi all'aumento delle competenze dei soggetti direttamente coinvolti.

Lo scenario dedotto dall'analisi dei dati disponibili è tutt'altro che positivo. Per comprendere la diffusione attuale dei SGE UNI ISO 50001 certificati e i benefici potenziali in termini di riduzione dei costi per l'approvvigionamento di energia a parità di variabili rilevanti e fattori statici, come definiti dalla norma UNI ISO 50015, si può notare che a febbraio 2017 erano 315 le organizzazioni in possesso di almeno un certificato. Tale numero include anche Pubbliche Amministrazioni (3 amministrazioni comunali) e organizzazioni classificabili come medie imprese stante la normativa comunitaria [2].
Se si considera che in Italia ci sono circa 23.659 medie imprese e circa 6.000 grandi imprese, si ha che esiste un totale di circa 30.000 imprese che, per dimensioni e costi sostenuti per l'approvvigionamento di energia, potrebbero essere interessate alla adozione di un SGE. Dal confronto con il dato precedente, risulta che la percentuale di organizzazioni certificate rispetto al numero di organizzazione certificabili si attesta intorno all'1% [2].

Si riporta di seguito la suddivisione in settori dei dati relativi agli 888 siti certificati analizzati nel report.

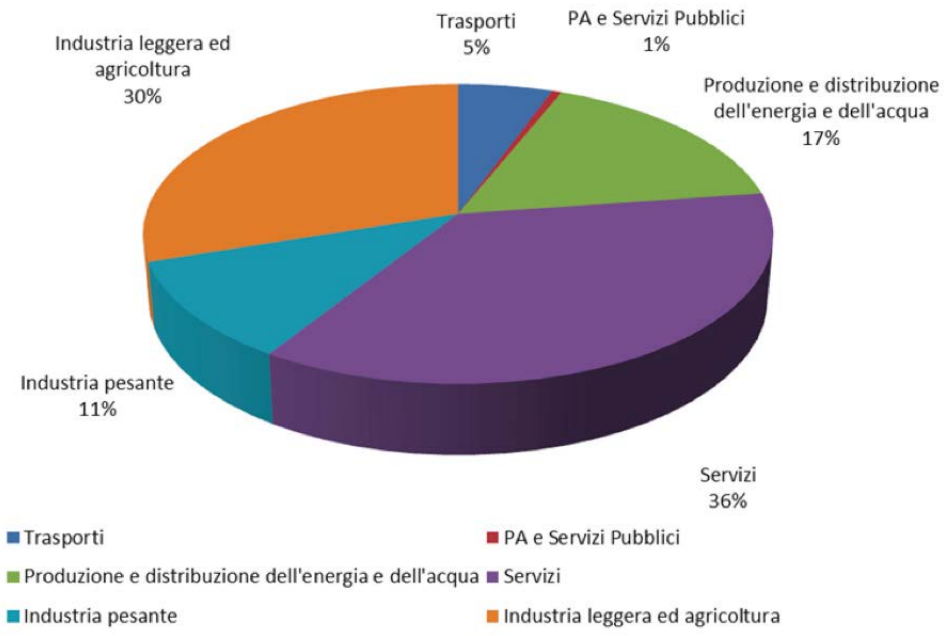


Figura 6 - Distribuzione del numero dei siti certificati ISO 50001 per macro-settore [2]

Si può dunque evidenziare come, rispetto al numero di soggetti che potrebbero trarre utilità e vantaggi dall'adozione di un Sistema di Gestione dell'Energia (soprattutto "energivori", soggetti obbligati alla nomina dell'Energy Manager, grandi imprese, pubbliche amministrazioni), anche con ricadute positive sulla spesa per l'approvvigionamento di energia, i dati mostrano che la percentuale di organizzazioni che hanno già intrapreso tale strada è esigua. È quindi opportuno riflettere sulle cause e studiare possibili soluzioni per favorire la diffusione dei SGE e incrementare la fiducia in tale strumento da parte dei portatori di interesse [4].

In ogni caso, è da sottolineare come l'adozione dei SGE in Italia, rispetto ai Paesi UE ed extra UE, appaia elevata sia in termini di certificati emessi (quarta posizione) che di certificati emessi rapportati al consumo energetico finale interno (settima posizione) [4].

Per quanto riguarda le prospettive future, in Italia il trend è positivo ed è costante dal 2011, con una crescita annuale media del 39%. Ciò denota interesse verso i SGE e porta a ritenere che, con alcuni correttivi nelle forme di incentivazione, agevolazione e riconoscimento alle organizzazioni virtuose che adottato un SGE conforme alla norma UNI ISO 50001, si possa ulteriormente incrementare la crescita annua avvicinandosi ai valori rilevati su scala mondiale, che si attestano a valori superiori al 120% [4].

CANTINE VINICOLE

3.1. Il settore vinicolo dal punto di vista energetico

Il settore vinicolo costituisce un ambito di forte interesse dal punto di vista energetico. L'attenzione è dettata in particolar modo dall'utilizzo intensivo del vettore elettrico per soddisfare i fabbisogni energetici richiesti dai processi di produzione del vino.

La ricerca effettuata dal progetto TESLA (Transfering Energy Save Laid on Agroindustry) per il programma Intelligent Energy Europe [8], con la coordinazione dell'Universidad Politécnica de Madrid, sull'efficienza energetica nelle aziende vinicole, cui farà riferimento il testo contenuto nei paragrafi seguenti, mette in evidenza come il consumo energetico annuale per la produzione vinicola italiana ammonti a circa 500 milioni di kWh/anno, dei circa 1.750 milioni di kWh/anno consumati dall'Unione Europea. Da tali cifre si intuisce dunque come tale ambito sia fortemente energivoro.

Come accennato in precedenza, la principale fonte di energia utilizzata nelle cantine (responsabile di oltre il 90% dei consumi totali di energia) risulta essere l'elettricità, essendo il vettore termico adoperato solamente per il riscaldamento dell'acqua per la fase di imbottigliamento e per il riscaldamento di alcuni ambienti.
I consumi elettrici risultano essere strettamente legati alla stagionalità della produzione e presentano pertanto un picco nei mesi da agosto ad ottobre, coincidenti con la campagna stagionale di raccolta dell'uva (Vendemmia). Durante il resto dell'anno, il principale consumo energetico è dovuto ai processi di confezionamento ed immagazzinamento ed alle attività ausiliarie dell'azienda, come ad esempio il riscaldamento e l'aria condizionata negli uffici. Bisogna tuttavia tenere in considerazione che l'invecchiamento del vino, in botti, in vasche d'acciaio inox o in tini di cemento, può durare da pochi giorni ad anni. Questo processo in alcuni casi può fare aumentare considerevolmente i consumi energetici, dato che il vino deve essere immagazzinato in condizioni ambientali controllate, usando in genere pompe di calore per il condizionamento o gruppi frigo durante i lunghi periodi di tempo [8].

Nonostante le tendenze comuni descritte in precedenza, da alcuni studi di settore è emerso che cantine simili, che presentano stessa dimensione e stessa qualità del vino prodotto, possono avere differenti consumi energetici. Ciò è un importante indicazione sul fatto che in questo tipo di industrie vi è un elevato potenziale di risparmio energetico.

3.2. Processi di produzione del vino

È possibile individuare una sequenza relativamente ricorrente nelle modalità di trasformazione delle uve in vini, che accomuna buona parte delle Cantine Vinicole. Comprendere appieno la dinamica di tali processi è di fondamentale importanza per individuare i flussi di materia e di energia che caratterizzano la produzione e identificare i cosiddetti USE (Usi Significativi di Energia), ovvero quelle aree energetiche caratterizzate da un forte consumo di energia e quindi da un'elevata criticità. Prendendo spunto dalla descrizione fornita nel manuale del progetto TESLA citato in precedenza [8], la sequenza produttiva può essere descritta sinteticamente come segue:

a. **Ricevimento e Pesatura**

Le uve vendemmiate dal vigneto afferiscono all'azienda tramite automezzi, il cui carico viene pesato, per mezzo di bilance a ponte bilico, e controllato in termini di qualità e quantità di zucchero, tramite apposite strumentazioni quali prelevacampioni e rifrattometri. [8]

b. **Pigia-diraspatura**

Una volta accettato il carico d'uva, questo viene scaricato nelle tramogge (vasche di raccolta che presentano una struttura in acciaio inossidabile a forma di piramide tronca invertita) da cui viene movimentato con trasportatori a coclea. Successivamente avvengono in sequenza le fasi di diraspatura e pigiatura. Il primo processo consiste nella rimozione dei raspi dai grappoli, in modo tale da non permettere che si sviluppino tannini e che si abbiano odori vegetali nel prodotto finale. Il secondo ha come obiettivo lo schiacciamento degli acini per consentire la fuoriuscita del succo e della polpa.

Questi due processi saranno eseguiti in modo diverso se il mosto è destinato alla produzione di vini bianchi. In questo caso le uve potranno essere pigiate senza essere diraspate e la schiacciatura risulterà anche facilitata. Questa modalità di operazione può essere applicata solo per i vini bianchi poiché i loro mosti non verranno poi fatti fermentare insieme alle bucce, responsabili del colore rosso del vino. [8]

c. **Fermentazione alcolica**

Il pigiato (polpa e bucce per i vini rossi e solo polpa per i vini bianchi) viene trasferito tramite una pompa alla vasca di fermentazione, dove viene addizionato di lieviti e di attivanti di fermentazione. Qui ha luogo la fermentazione alcolica e gli zuccheri contenuti nel pigiato dell'uva vengono convertiti in alcol etilico. L'ossigeno funziona da induttore della fermentazione, essendo richiesto dal lievito durante la sua fase di crescita.

La fermentazione alcolica è un processo esotermico, in quanto rilascia energia sotto forma di calore. Pertanto, è necessario mantenere la temperatura sotto controllo poiché un aumento di 20-30°C potrebbe uccidere il lievito ed interrompere la fermentazione. Per tale motivo, in alcuni casi, nelle

vasche di fermentazione sono previsti dei sistemi di raffreddamento per la regolazione della temperatura.

La fermentazione provoca uno sviluppo di anidride carbonica, le cui bolle trascinano le particelle solide nel movimento della polpa verso l'alto che si aggregano per formare il cosiddetto "cappello di vinacce". Di conseguenza, il mosto viene pompato dalla parte inferiore della vasca alla parte superiore, promuovendo la fermentazione ed attivando l'estrazione del colore dalla polpa nei vini rossi. [8]

d. **Pressatura**

Per i vini rossi, la pressatura viene eseguita dopo la fermentazione alcolica, mentre per i vini bianchi avviene subito dopo la diraspatura e prima della fermentazione. Il prodotto liquido passa attraverso una pressa (o torchio) dove viene applicata una pressione controllata per separare la fase liquida da quella solida. In genere si eseguono due o più operazioni di pressatura, con incremento di pressione e conseguente variazione della qualità del vino ottenuto. [8]

e. **Fermentazione malolattica**

Dalle presse il liquido è condotto alle vasche, dove la fase solida (i residui delle bucce) viene in genere utilizzata per la distillazione. A questo punto, viene indotta la fermentazione malolattica nelle vasche che contengono il mosto da trasformare in vino. Tale processo deve essere tenuto sotto controllo per evitare che i batteri lattici attacchino altre sostanze oltre all'acido malico, causando effetti indesiderati

come lo sviluppo di acido acetico. Temperature superiori a 30°C uccidono i batteri mentre a temperature inferiori a 15°C le reazioni praticamente non avvengono. [8]

f. **Stabilizzazione e Filtrazione**

Dopo la fermentazione malolattica, il vino viene pompato da una vasca all'altra al fine di separare gli elementi solidi che potrebbero trasferire al prodotto delle qualità organolettiche indesiderate. In questa fase avviene la solfitazione (aggiunta di SO_2) per interrompere la fermentazione e proteggere il vino dagli effetti dell'ossigeno. Vengono utilizzati anche degli agenti chiarificanti che, reagendo col vino, formano dei sedimenti che vengono poi rimossi per filtrazione. Può essere effettuata l'unione di più vini al fine di ottenere una qualità migliore.

Infine, il vino viene stabilizzato ad una temperatura inferiore a 0°C per circa due settimane. Il raffreddamento del vino provoca una serie di trasformazioni fisiche per cui i cristalli di tartrato, i complessi ferrici ed altri componenti colloidali precipitano e vengono separati per filtrazione insieme ai microrganismi. La filtrazione può essere praticata tramite sabbia di diatomee, cellulosa o centrifugazione. Alla fine di tali processi si ottiene un vino chiarificato e stabilizzato. [8]

g. **Invecchiamento, Imbottigliamento e Conservazione**

L'imbottigliamento costituisce l'ultima fase del processo enologico. In genere il vino viene imbottigliato in bottiglie di vetro da 0,75 L, ma possono essere utilizzate anche misure e tipologie differenti di contenitori. Mentre i vini bianchi presentano un gusto migliore se gustati dopo breve tempo, per i vini rossi risulta benefico un appropriato invecchiamento.

Il processo di invecchiamento deve avvenire prima dell'imbottigliamento ed è estremamente variabile a seconda delle diverse qualità di vino.

Una volta imbottigliato, il vino è pronto per la consegna e la commercializzazione ma, qualora questa non sia immediata, si crea la necessità di predisporre un'area refrigerata per la conservazione, ad esempio delle celle frigo. In un'azienda vinicola il trasporto interno vini imbottigliati può essere affidato a dei muletti. [8]

Vengono illustrati di seguito due schemi di flusso riguardanti rispettivamente la lavorazione effettuata per la produzione di vino rosso e quella svolta per il vino bianco. Le due tipologie di processo risultano infatti essere differenti tra loro, in particolar modo da dopo la pigia-diraspatura in poi.

Ciò comporta l'utilizzo di macchinari diversi in base alla tipologia di produzione, il che si traduce anche in un comportamento energetico differente.

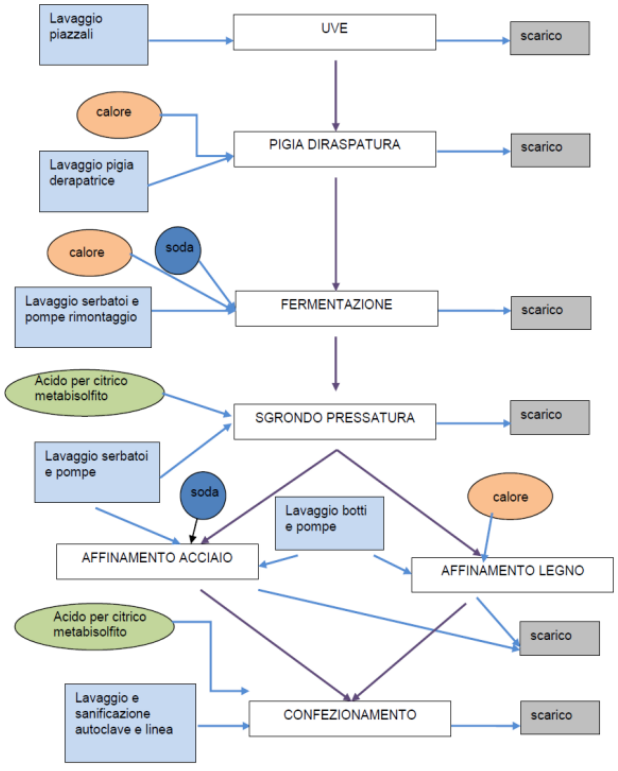


Figura 7 - Produzione del Vino rosso [9]

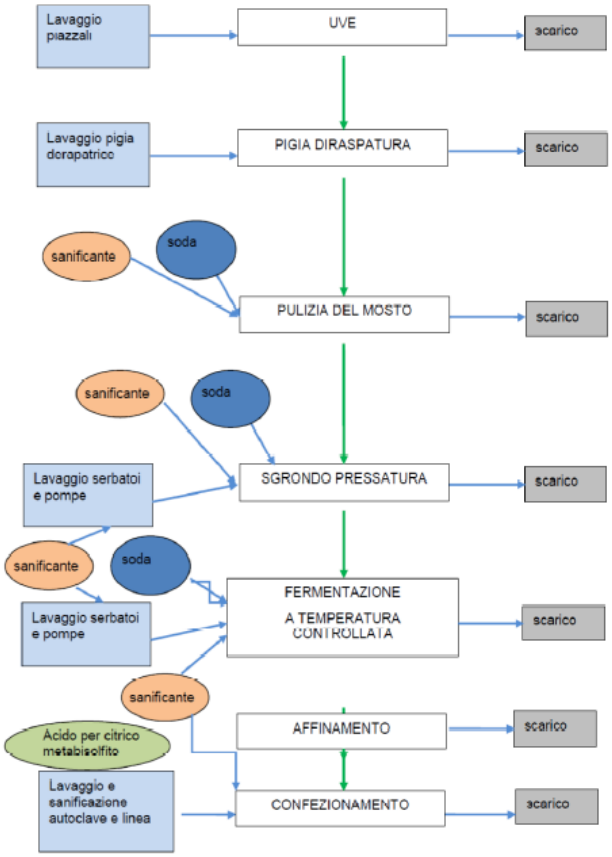


Figura 8 - Produzione del Vino bianco [9]

3.3. Macchinari caratteristici

Il processo di produzione vinicola ha inizio con la ricezione e la trasformazione in mosto delle uve. In questa fase il consumo energetico è soprattutto elettrico, essendo dovuto all'azione dei vari motori elettrici che movimentano i macchinari di pigiatura, pressatura, ecc., nonché alla produzione di aria compressa per l'utilizzo delle presse e ai meccanismi per tramogge, nastri trasportatori e altri dispositivi affini [8].

Segue la fermentazione alcolica che richiede un consumo di elettricità non trascurabile per azionare le numerose pompe, che movimentano la polpa ed il mosto all'interno dei serbatoi, effettuano travasi, ecc., ma soprattutto per alimentare i dispositivi di raffreddamento, quali i gruppi frigo utilizzati per mantenere mosti e vini all'interno dei range di temperatura richiesti dai differenti processi [8].

I consumi relativi ai processi di chiarificazione, stabilizzazione e filtrazione sono dovuti principalmente al pompaggio e alle diverse tipologie di macchinari appositi (filtri, separatori, ecc.) [8].

La fase finale della produzione vinicola, rappresentata da imbottigliamento, conservazione e spedizione, presenta consumi elettrici (e in minima parte termici) dovuti soprattutto alle apparecchiature facenti parte della linea di imbottigliamento e incartonamento, ivi compresi i compressori per la produzione dell'aria compressa necessaria al loro funzionamento [8].

Viene fornito, nella tabella seguente, un quadro di riferimento dei valori medi di potenze installate e consumi relativi ad una cantina vinicola rappresentativa, che presenta una produzione di circa 30.000 hl/anno di vino e un consumo annuo di energia elettrica di circa 330.000 kWh/anno [8].

PROCESSO (in ordine temporale)	TECNOLOGIA STANDARD (tra parentesi [] viene indicata la principale tecnologia alternativa)	Potenza elettrica installata (kW)	Consumo di energia elettrica (kWh/hl)	Potenza termica installata (kW)	Consumo di energia termica (kWh/hl)
Ricevimento dell'uva	Tramogge di ricezione, meccanismi a coclea e motori elettrici	57	0,55	0	0
Diraspatura e pigiatura	Diraspatrici meccaniche, rulli e motori elettrici	64			
Fermentazione alcolica	Sistemi di raffreddamento e motori elettrici	276	5	0	0
Pressatura	Sistemi di raffreddamento per la fermentazione malolattica, pompaggio e motori elettrici	76	0,75	0	0
Stabilizzazione	Sistemi di raffreddamento per la stabilizzazione [pastorizzazione, pompaggio e motori elettrici]	91 [25]	0,90 [0,10]	0 [116]	0 [1,75]
Imbottigliamento, conservazione e distribuzione	Motori elettrici ed elevatori	102	1,95	50	0,5
Illuminazione	Lampade a fluorescenza	10	0,75	0	0
Processi ausiliari	Aria condizionata e caldaia per l'acqua calda ad uso sanitario.	124	1,10	20	0,5
TOTALE		800	11	70	1

Tabella 2 - Dati medi di potenza installata e consumo relativi ad una tipica cantina vinicola di media taglia [8]

Nella figura seguente è visibile il bilancio energetico, nella forma di diagramma di Sankey, per lo stesso stabilimento enologico.

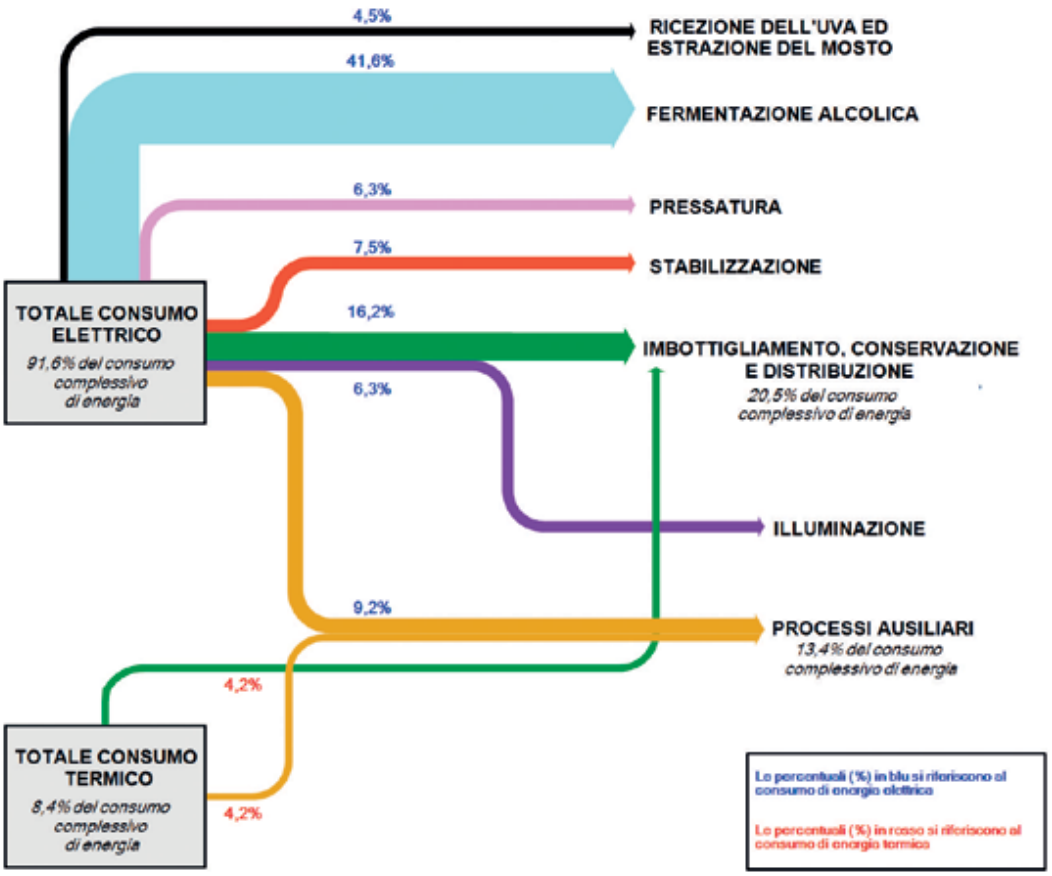


Figura 9 - Flussi dei consumi energetici in una tipica cantina vinicola di media taglia [8]

3.4. Efficientamento energetico

Gli strumenti e le strategie adottabili per migliorare la prestazione energetica di una cantina vinicola possono consistere nell'utilizzo di tecnologie specificatamente ideate per il settore enologico o negli interventi di risparmio energetico comunemente presi in considerazione nei casi di efficientamento energetico.

Verranno di seguito discussi alcuni di questi interventi di saving, presentati prendendo spunto dalle soluzioni comunemente suggerite in letteratura [8] [10].

3.4.1. Sistemi di raffreddamento

Come evidenziato dalle analisi precedenti, il dover garantire che i serbatoi permangano a temperature ridotte per periodi spesso prolungati, fa dei sistemi di raffrescamento uno degli USE (Usi Significativi di Energia) più rilevanti in una Cantina Vinicola. Risulta quindi di estrema importanza in un'ottica di efficientamento energetico intervenire efficacemente in quest'ambito.

- **Sostituzione dei gruppi frigo**

  Gli stabilimenti enologici presentano spesso dei macchinari per la produzione del freddo piuttosto obsoleti o in cattivo stato manutentivo. È dunque opportuno valutare la fattibilità tecnico-economica di una loro sostituzione con apparecchi più recenti che, a parità di potenza frigorifera fornita, garantiscano un prelievo minore di energia elettrica. Questa caratteristica tecnica richiesta ai gruppi frigo si traduce nella ricerca di un macchinario che abbia un Indice di Efficienza Energetica (EER - Energy Efficiency Ratio) più elevato rispetto a quelli installati. L'EER, infatti, coincide numericamente con l'energia frigorifera (espressa in kWh_f) ottenibile a fronte di una spesa elettrica di 1 kWh_{el}. I potenziali risparmi ottenibili risultano essere piuttosto interessanti, se si considera che i nuovi macchinari presentano EER dell'ordine di 3,5, a fronte del valore di 1,5 che mediamente caratterizza le macchine obsolete. Nondimeno, la presenza di compressori rotativi a vite ad alta efficienza, in luogo dei vecchi compressori a pistone, di sistemi di tubazioni ad elevate prestazioni di scambio termico nel condensatore e nell'evaporatore, di inverter per modulare i consumi in base alla potenza effettivamente richiesta e di avviatori progressivi (o soft starter) che assicurano un avvio e un arresto graduale dei motori elettrici, riducendo i dannosi effetti causati dai transitori di corrente, sono tutte caratteristiche che permettono di ottenere una discreta differenza di consumi rispetto allo stato di fatto.

- **Installazione di un sistema di accumulo del freddo**

  Disaccoppiare produzione e richiesta di freddo, può rivelarsi un'ottima strategia per contenere i consumi, ma soprattutto la spesa, energetici. Ciò può essere effettuato con l'ausilio di un apposito sistema di accumulo termico del freddo (CTES - Cold Thermal Energy Storage). Accumulare energia termica fredda consiste nel portare le molecole del materiale utilizzato per lo stoccaggio ad un livello di energia (cinetica o potenziale) inferiore, in modo tale che durante lo sfruttamento dell'energia fredda il calore venga ceduto all'accumulatore dal materiale caldo, che verrà appunto raffreddato.

  Per quanto riguarda l'aspetto economico, poter usufruire di un sistema che permetta di immagazzinare energia termica a bassa temperatura consente di poter decidere di generare il freddo quando risulta essere più conveniente in relazione alle tariffe energetiche, ad esempio durante la fascia di consumo F3, per poi usufruirne nei momenti di necessità. Dal punto di vista dei consumi energetici, invece, un accumulo dà la possibilità di appiattire i cosiddetti picchi di assorbimento elettrici, con i conseguenti risparmi derivanti dalla riduzione del numero di transitori energetici da effettuare per soddisfare la domanda di energia frigorifera.

  Questo sistema si basa sull'utilizzo di noduli sferici riempiti con un materiale in grado di effettuare una transizione di fase solido-liquido. Tali noduli sono collocati all'interno di un serbatoio, la cui acqua di raffreddamento viene congelata durante un periodo a basso consumo di elettricità. Questa energia frigorifera accumulata viene usata, successivamente, al momento del bisogno oppure in concomitanza di un eventuale arresto della generazione di freddo, dovuto ad esempio alle operazioni di mantenimento dell'impianto.

Per mezzo di tecnologie controllate, questo sistema di stoccaggio può essere integrato ed ottimizzato per lavorare insieme a qualsiasi sistema di raffreddamento. Potenzialmente, i risparmi dipendono innanzitutto dai profili orari di utilizzo dell'azienda, ma è importante evidenziare che l'utilizzo di un sistema di questo tipo permette di ridurre la potenza installata fino al 70%.

L'impianto con accumulo ha un costo comparabile a quello senza, essendo il maggior costo dell'accumulo compensato, in tutto o in parte, dai minori costi di impianto, dato che compressori e pompe necessiteranno di avere una minore potenza installata.

Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione è rappresentato dal fatto che anche i costi di manutenzione sono comparabili con i precedenti in quanto, sebbene cresca il numero di componenti, l'accumulo permette di utilizzare i compressori a regime costante per lunghi periodi, evitando continui transitori e regolazioni.

Tornando ad analizzare l'aspetto puramente energetico, si ha che, a causa della riduzione dei rendimenti di sistema a causa delle inevitabili perdite introdotte, si verificherà un lieve aumento dei consumi; al contempo, durante un ipotetico funzionamento notturno, solo la presenza di temperature esterne considerevolmente ridotte potrebbe permettere al sistema di avvicinarsi ai COP di un impianto tradizionale.

Come fluido operativo di accumulo viene utilizzata frequentemente l'acqua, che tuttavia presenta problematiche legate al fatto che permette di accumulare solamente calore sensibile.

Utilizzando invece il ghiaccio, si riesce a sfruttare sia il calore sensibile che quello latente e, a seconda del sistema utilizzato, si può far cambiare fase a una parte più o meno grande del volume della vasca.

Un'alternativa è rappresentata dai materiali a cambiamento di fase (Phase Change Materials) che, come per il ghiaccio, mettono a disposizione dell'accumulo anche il calore di fusione. Variando, in fase progettuale, la composizione del materiale si può variare la T di fusione. La soluzione che cambia fase è contenuta in palline di materiale plastico e la capacità di accumulo varia a seconda della soluzione utilizzata, restando usualmente compresa tra quella dell'acqua e del ghiaccio.

Infine, un ulteriore possibilità è costituita dall'utilizzo della massa dell'edificio, ma solo in presenza di climi secchi e di un'elevata escursione termica tra giorno e notte.

I serbatoi di accumulo devono essere ben isolati per evitare perdite di calore e i danni causati dalla condensa. Per tale motivo i materiali usualmente adottati sono cemento, acciaio o plastica, quest'ultima di solito per serbatoi da pochi m^3 utilizzati come accumuli modulari.

3.4.2. Utilizzo di decantatori centrifughi

Nella produzione del vino, uno dei processi più critici è rappresentato dalla pressatura delle uve per ottenerne il mosto liquido. Normalmente questo processo viene eseguito tramite presse pneumatiche o meccaniche, ma esiste anche una tecnologia, rappresentata dai decantatori centrifughi, che sfrutta appunto la forza centrifuga per separare istantaneamente ed in modo continuo il mosto dalle uve. Tali strumenti possiedono una capacità di produzione di 50 tonnellate per ora e possono essere utilizzati praticamente

con tutti i tipi di uve. Inoltre, i decantatori consentono di ridurre il numero di spostamenti del vino da un serbatoio ad un altro, con una conseguente riduzione anche del consumo energetico dovuto alle pompe.
Questa misura è raccomandabile alle nuove aziende vinicole oppure quando si considera l'installazione di una nuova pressa.

3.4.3. Motori elettrici

- **Sostituzione dei motori elettrici**

Sostituire un motore elettrico con un corrispondente motore che presenta una classe di efficienza maggiore (secondo la classificazione stabilita dalla normativa 60034 della Commissione IEC [2007]) permette di ottenere, a parità di prestazioni, un decremento della quantità di energia elettrica prelevata.

- **Corretto dimensionamento**

Qualora si fosse in presenza di motori sovradimensionati, si corre il rischio che questi lavorino con un'efficienza ridotta rispetto alla nominale. Questo poiché, in corrispondenza di un utilizzo a meno del 40% della potenza nominale, l'efficienza decade sensibilmente e conseguentemente aumentano i consumi elettrici necessari per fornire, ad esempio, una determinata quantità di energia meccanica.

- **Installazione di inverter**

L'installazione di inverter (o VSD - Variable Speed Drives), convertitori di frequenza utilizzati per regolare la velocità di rotazione di un motore, può portare ad importanti risparmi energetici legati ad un controllo più preciso delle operazioni e ad una diminuzione dell'usura dell'impianto meccanico. In corrispondenza di una variazione del carico, in particolare nelle pompe centrifughe, nei compressori, nei nastri trasportatori, nelle tramogge e nei ventilatori, gli inverter possono ridurre il corrispondente consumo di energia elettrica, adattando il consumo reale ai fabbisogni effettivi del processo.
I risparmi conseguibili dipendono dalla potenza del motore, dal suo profilo operativo e dalle ore di utilizzo in un anno. La presenza di un inverter in un motore può arrivare a dimezzarne i consumi energetici.

3.4.4. Produzione di aria compressa

In una cantina, la produzione di aria compressa risulta necessaria per il corretto funzionamento di macchine a pressione, sistemi di raffreddamento, gruppi di riempimento, trasportatori, ecc.

- **Ottimizzazione dell'impianto di distribuzione**

Un'ottimizzazione dell'architettura di un sistema ad aria compressa, agendo sul dimensionamento delle tubazioni, su numero e posizionamento dei compressori e sulla riparazione di eventuali perdite, può portare ad una riduzione delle cadute di pressione all'interno della rete, con conseguenti risparmi energetici derivanti dal minor utilizzo dei compressori.

- **Installazione di inverter**

L'installazione di un inverter può apportare benefici energetici anche sui compressori, nel caso in cui le richieste d'aria compressa per un processo risultino essere variabili. Infatti, è possibile ottenere

mediamente un risparmio di energia del 15%, nonché una maggiore stabilità della pressione e un elevato fattore di potenza con una conseguente ridotta quantità di energia reattiva prodotta.

- **Riduzione della temperatura dell'aria di alimentazione**

La compressione di una quantità d'aria che si trova ad una temperatura minore richiede, per ragioni termodinamiche, un minor quantitativo di energia. Per tale motivo, una buona pratica può essere rappresentata dall'utilizzo di aria a temperatura esterna per alimentare i compressori (minore di quella interna in inverno), captata possibilmente tramite tubazioni esposte a nord o comunque ombreggiate.

- **Ottimizzazione del livello della pressione**

La definizione del livello di pressione in uscita a cui far lavorare il compressore deve essere effettuata cercando di rendere tale valore il minore possibile. In tal modo, si evita che il compressore consumi energia per produrre aria pressurizzata ad un livello non effettivamente necessario.

- **Recupero del calore dai compressori**

La maggior parte dell'energia elettrica utilizzata da un compressore in un'azienda è convertita in energia termica che viene poi dissipata verso l'esterno. Per risparmiare costi ed energia si può progettare un sistema di recupero del calore che permetta di recuperare un'alta percentuale di questo calore disponibile e di riutilizzarlo per produrre aria o acqua calda a seconda del bisogno. Le diverse tecnologie applicate nei processi offrono degli spunti per risparmiare energia in questo settore.

In particolare, è possibile utilizzare uno scambiatore di calore per estrarre il l'energia termica contenuta nel lubrificante dei compressori e utilizzarlo per produrre acqua calda, utilizzabile successivamente in caldaia.

Diversi sistemi di recupero del calore sono disponibili sul mercato come "optional" per la maggior parte dei compressori, integrati nel compressore o come soluzione esterna. Un sistema di recupero del calore ben progettato può permettere di riscattare dal 50 al 90% dell'energia termica disponibile.

3.4.5. Illuminazione

Gli edifici che costituiscono una cantina vinicola, spesso richiedono un elevato contributo per l'illuminazione. Tale requisito può essere soddisfatto valutando la sostituzione degli apparecchi tradizionale con corrispondenti sorgenti a LED, consentendo un risparmio energetico fino al 75% rispetto alle lampade a scarica di gas o alle alogene.

3.4.6. Strumenti di gestione

L'utilizzo di dispositivi automatici connessi direttamente ad un computer consentono di mantenere in memoria numerose informazioni relative alla produzione, la cui analisi potrebbe mettere in evidenza alcuni aspetti dei processi da ottimizzare. Un programma per il mantenimento può contribuire fortemente ad una migliore gestione dei consumi di energia e consente di determinare la via migliore e sostenibile per ottimizzare gli usi/consumi di energia, con conseguente riduzione dei costi associati, tramite la conoscenza ed il monitoraggio dei flussi di energia.

3.5. Benefici derivanti dall'applicazione della ISO 50001

Un efficace Sistema di Gestione dell'Energia certificato consente di apportare notevoli benefici ad una realtà aziendale come quella delle Cantine Vinicole. Anzitutto, tali strutture possono usufruire privilegi derivanti dall'applicazione della norma 50001 comuni a tutti i complessi, ovvero:

- avere un accesso privilegiato al mercato;
- migliorare l'immagine aziendale e il rapporto con gli stakeholder;
- soddisfare i requisiti previsti dal recepimento della Direttiva 2012/27 sull'efficienza energetica;
- ridurre i costi energetici attraverso una sistematica gestione dell'energia;
- ridurre i costi operativi, potendo raggiungere risparmi significativi attraverso una maggiore efficienza energetica;
- ridurre le emissioni di gas ad effetto serra ottimizzando la performance ambientale nel rispetto dei limiti di legge;
- avere un approccio sistematico al miglioramento continuo e permanente dell'efficienza energetica delle organizzazioni di ogni tipo o dimensione;
- integrare facilmente il nuovo modello con altri sistemi di gestione quali ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001.

Nello specifico, però, esistono ulteriori vantaggi, utili in particolare per gli stabilimenti enologici, quali:

- riduzione dei rischi energetici, ottenibile grazie alla risoluzione delle eventuali criticità individuate dai sistemi di monitoraggio o da un'analisi del rischio energetico;
- abbattimento dei costi generali, elevati in particolare nel periodo di vendemmia;
- opportunità di regolamentare l'attuazione dei saving tramite una pianificazione energetica;
- possibilità di conoscere i costi energetici industriali in relazione alla produzione (ad es.: €/litro per ogni specifica tipologia di vino prodotto);
- capacità di aumentare il volume degli affari, dato che le specifiche degli appalti molto spesso richiedono la certificazione come una condizione per partecipare, la cui acquisizione fornisce dunque nuove opportunità lavorative;
- conformità legislativa, poiché l'adempimento alle indicazioni della ISO 50001 facilita la comprensione e la gestione degli adempimenti legislativi, consentendo all'azienda di operare nel rispetto delle leggi;
- comprovate credenziali per il business, poiché una verifica indipendente su uno standard di settore riconosciuto a livello mondiale è eloquente e migliora l'immagine del brand.

CASO STUDIO - GROTTAROSSA VINI SRL

Verrà ora analizzato un caso studio reale di applicazione della ISO 50001 ad una Cantina Vinicola sita nell'entroterra della Sicilia, la Grottarossa Vini srl.
L'Azienda ha manifestato l'intento di voler efficientare al meglio i processi che avvengono all'interno del proprio stabilimento, in un'ottica di abbattimento dei consumi e riduzione delle emissioni correlate di CO_2. L'utilizzo delle indicazioni contenute nella norma ISO 50001 si configura pertanto come la soluzione più pertinente per poter soddisfare tali esigenze.

Dal punto di vista del presente lavoro di tesi, l'analisi del modo in cui si è deciso di operare in tale contesto rappresenta un ottimo spunto per comprendere i risvolti pratici dell'applicazione della ISO 50001 nelle cantine vinicole.

4.1. Inquadramento aziendale

La Cantina in oggetto è un importante stabilimento enologico che produce vini da tavola e ad indicazione geografica protetta (IGP). L'analisi riguarderà il sito produttivo dell'Azienda localizzato a Canicattì (CL). Nell'ultimo anno la Cantina ha prodotto circa 40.409 hl tra vini bianchi e rossi e, con riferimento ai dati di settore presenti in letteratura, può dunque essere inquadrata come uno stabilimento di taglia media.

L'area su cui si estende il sito produttivo comprende 2 capannoni, tra cui è interposta una copertura esterna, 1 corpo in muratura e 1 gruppo di locali con tettoia, collocato all'interno dell'ampio piazzale presente all'ingresso dello stabilimento.

Entrambi i capannoni, rispettivamente *Corpo Cantina* e *Corpo Imbottigliamento*, presentano fondazioni in c.a., struttura in elevazione in profilati di acciaio al carbonio, copertura e pareti costituite da pannelli tipo sandwich di lamiera grecata zincata con interposto strato di lana minerale.

La struttura di copertura interposta tra i 2 corpi descritti è un prefabbricato di acciaio zincato a caldo con pilastri di tipo HEA, vincolati alla fondazione mediante tirafondi e travi di tipo reticolare, ed individua l'*Area Ammostatura*, un reparto costituito da una fossa a tre livelli per la sistemazione dei macchinari.

I locali collocati all'ingresso del piazzale costituiscono l'*Area Pesatura* e presentano una tettoia con struttura portante costituita da fondazioni in c.a., struttura in elevazione in profilati di acciaio al carbonio verniciato e manto di copertura in lamiera grecata.

Il corpo edilizio, infine, presenta dei locali adibiti ad *Uffici* al piano terra e l'*Alloggio del Custode* al piano primo.

Si riporta di seguito una vista aerea e una planimetria, utili a fornire un inquadramento concettuale delle aree in cui è suddividibile lo stabilimento.

Figura 10 - Vista aerea del complesso produttivo

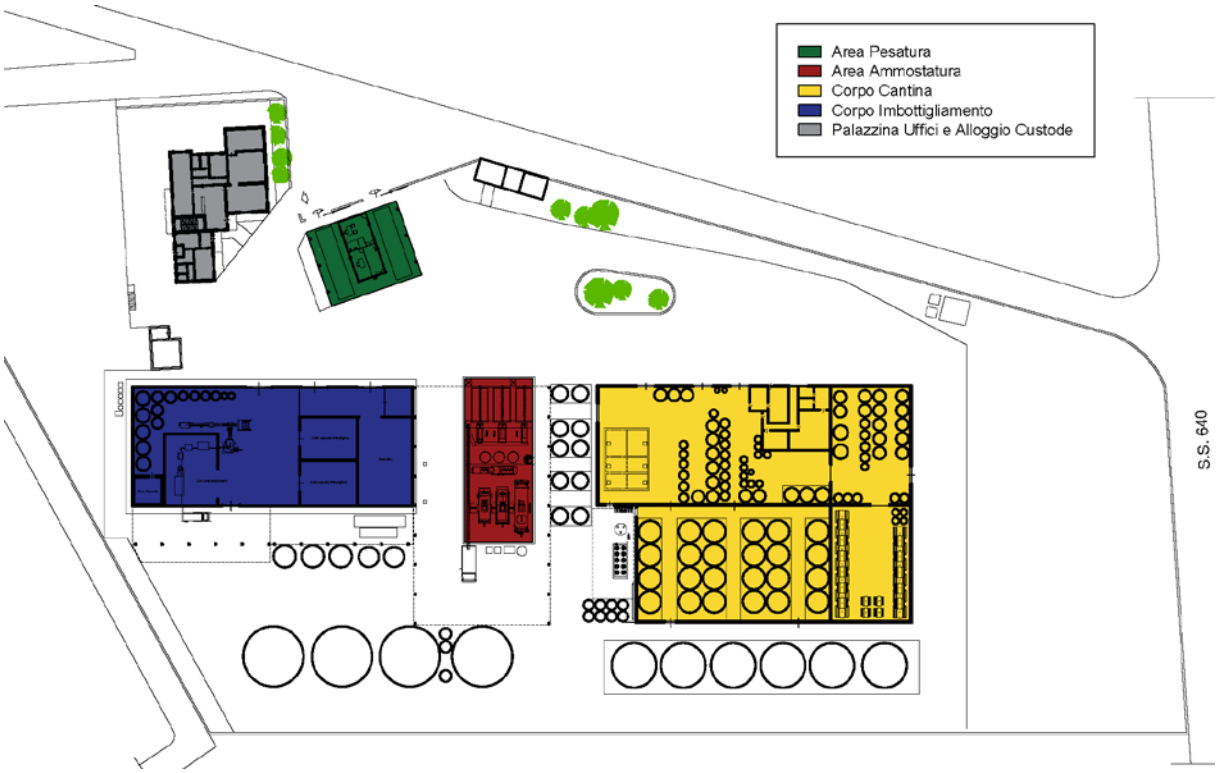


Figura 11 - Planimetria con suddivisione in Fabbricati

Il complesso Grottarossa Vini srl può dunque essere suddiviso, facendo riferimento alla planimetria illustrata in precedenza, nei seguenti Fabbricati:

- *Area Pesatura* - collocata nella zona d'ingresso allo stabilimento, presenta 2 bilance a ponte bilico sotto la tettoia per pesare il carico d'uva afferente con gli automezzi, soprattutto nel periodo della vendemmia. Vi sono inoltre dei locali adibiti ad uffici per le operazioni di accettazione e verifica (tramite preleva-campioni e rifrattometro) della materia prima in ingresso.

- *Area Ammostatura* - rappresenta la zona dove avviene la prima fase di lavorazione dell'uva. La materia afferente viene scaricata dagli automezzi in appositi vasconi di raccolta. L'area è complessivamente sottomessa rispetto al livello del terreno e presenta 3 distinte linee di lavorazione. Dopo essere stata scaricata nelle vasche, l'uva viene convogliata tramite una coclea nella pigia-diraspatrice, che effettua la pigiatura e al contempo la separazione dei raspi, e nella cosiddetta "Linea continua" con Sgrondatore e Velocipressa. I raspi vengono collocati, tramite un'apposita linea di nastri trasportatori e trituratore, in un'area di raccolta, per poi essere allontanati; il pigiato, invece, viene convogliato tramite pompa all'interno degli autovinificatori (nel caso di produzione di vini rossi) o di una delle 3 presse soffici (nel caso di produzione di vino bianco), da cui viene poi inviato in Cantina.

- *Corpo Cantina* - è costituito da un capannone all'interno del quale viene curata la fase intermedia tra l'ammostatura e l'imbottigliamento. Nel laboratorio di analisi interno alla struttura vengono analizzati costantemente i vini stoccati nei serbatoi presenti nella cantina, la maggior parte dei quali è tenuta a temperatura controllata con l'ausilio di 2 gruppi frigo. Oltre alle diverse pompe presenti in varie zone del capannone, vi sono anche dei macchinari dediti ai processi di filtrazione del vino.

- *Corpo Imbottigliamento* - è l'area in cui si svolgono le ultime fasi di lavorazione del vino, prima che questo possa essere commercializzato. Il capannone è suddiviso in una zona in cui viene effettuato l'imbottigliamento e l'incartonamento, tramite un'apposita linea di macchinari, in una in cui sono presenti delle celle frigo per lo stoccaggio dei vini imbottigliati e in una zona con botti in legno per l'invecchiamento.

- *Palazzina Uffici e Alloggio Custode* - tale corpo edilizio si sviluppa in 2 piani: i locali del piano terra sono adibiti all'utilizzo come uffici e sala riunioni, mentre al primo piano si trova l'abitazione del Custode.

- *Area Esterna* - gli spazi che circondano i fabbricati e le aree descritte in precedenza, sono costituiti da un ampio piazzale successivo all'ingresso, per permettere un adeguato spazio di manovra agli automezzi, e da aree perimetrali dove sono localizzati serbatoi esterni, locali tecnici e l'impianto di depurazione dei reflui delle lavorazioni.

Nella tabella seguente sono riassunte le superfici in pianta delle aree (che nel seguito verranno chiamate anche Fabbricati) appena descritte.

Fabbricato	Area [mq]
Area Pesatura (comprensiva di tettoia)	240
Area Ammostatura	1.055
Corpo Cantina	2.300
Corpo Imbottigliamento	1.000
Palazzina uffici e Alloggio Custode	475
Area Esterna (piazzale e aree perimetrali)	8.722

Superficie TOTALE (escluso area esterna)	**5.070**
Superficie TOTALE	**13.792**

Tabella 3 - Superfici in pianta dei fabbricati

Seguono alcune delle foto scattate durante il rilievo in loco, riportate al fine di fornire un inquadramento visivo dei diversi ambienti che compongono l'Azienda.

Figura 12 - Piazzale d'ingresso e vista frontale dei Capannoni e dell'Area Ammostatura

Figura 13 - Area Pesatura

Figura 14 - Area Ammostatura

Figura 15 - Corpo Cantina

Figura 16 - Corpo Imbottigliamento

Figura 17 - Palazzina Uffici e Alloggio Custode

Figura 18 - Compressori e gruppo frigo da 580 kW_f

4.2. Dati climatici

Al fine di verificare e tenere conto dell'incidenza delle condizioni climatiche, sono stati acquisiti ed analizzati i parametri climatici riferiti ai mesi oggetto di analisi.

I dati relativi alle temperature sono stati ottenuti mediando i valori orari provenienti da 3 stazioni di rilevamento presenti nelle vicinanze del sito in analisi, in particolare quelle di Canicattì, Delia e Caltanissetta. Tali informazioni sono state messe a disposizione dal SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) [11], che gestisce numerose stazioni sparse per tutto il territorio siciliano.

Di seguito sono riportati i grafici raffiguranti l'andamento delle temperature nei mesi compresi fra maggio 2017 e aprile 2018.

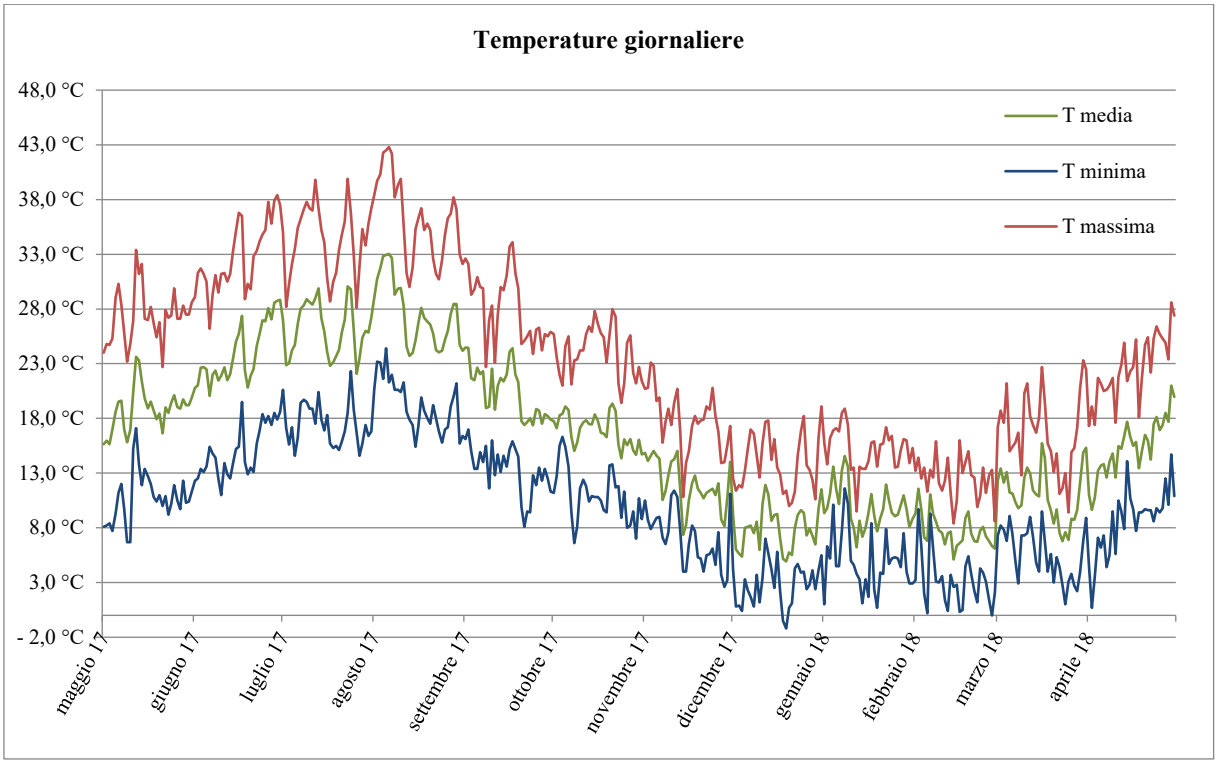
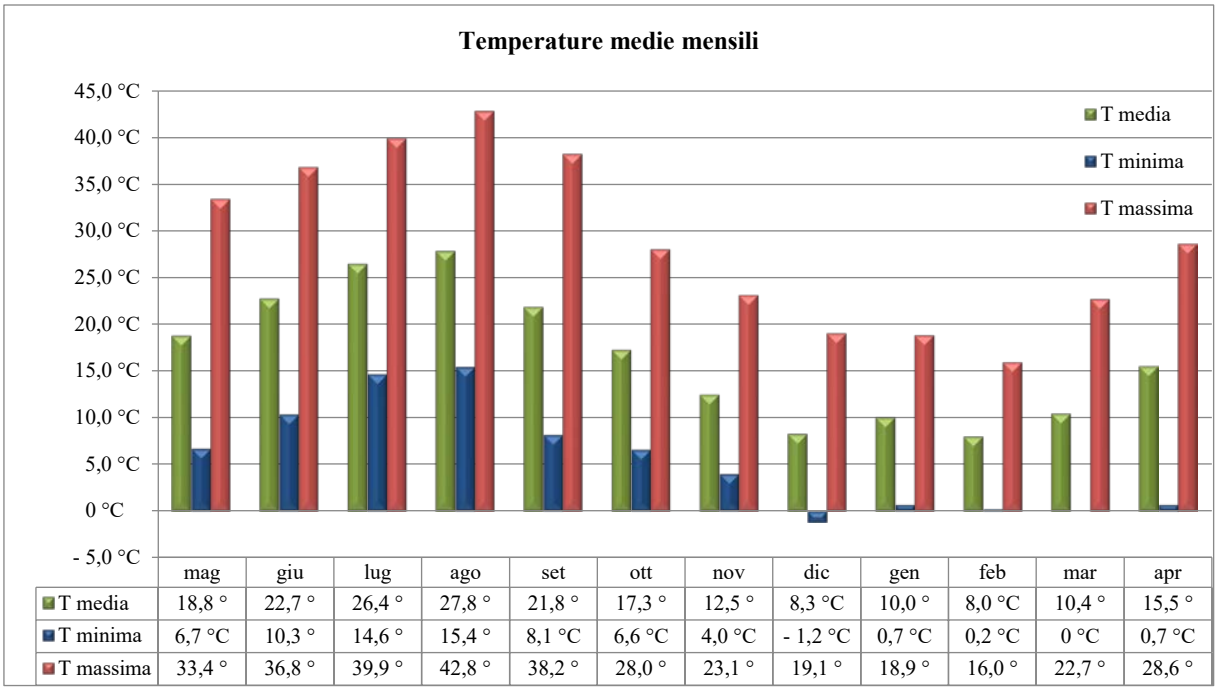


Figura 19 - Andamento temperatura media, minima e massima 2017/2018



	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr
T media	18,8 °	22,7 °	26,4 °	27,8 °	21,8 °	17,3 °	12,5 °	8,3 °C	10,0 °	8,0 °C	10,4 °	15,5 °
T minima	6,7 °C	10,3 °	14,6 °	15,4 °	8,1 °C	6,6 °C	4,0 °C	- 1,2 °C	0,7 °C	0,2 °C	0 °C	0,7 °C
T massima	33,4 °	36,8 °	39,9 °	42,8 °	38,2 °	28,0 °	23,1 °	19,1 °	18,9 °	16,0 °	22,7 °	28,6 °

Figura 20 - Valori mensili di temperatura media, minima e massima 2017/2018

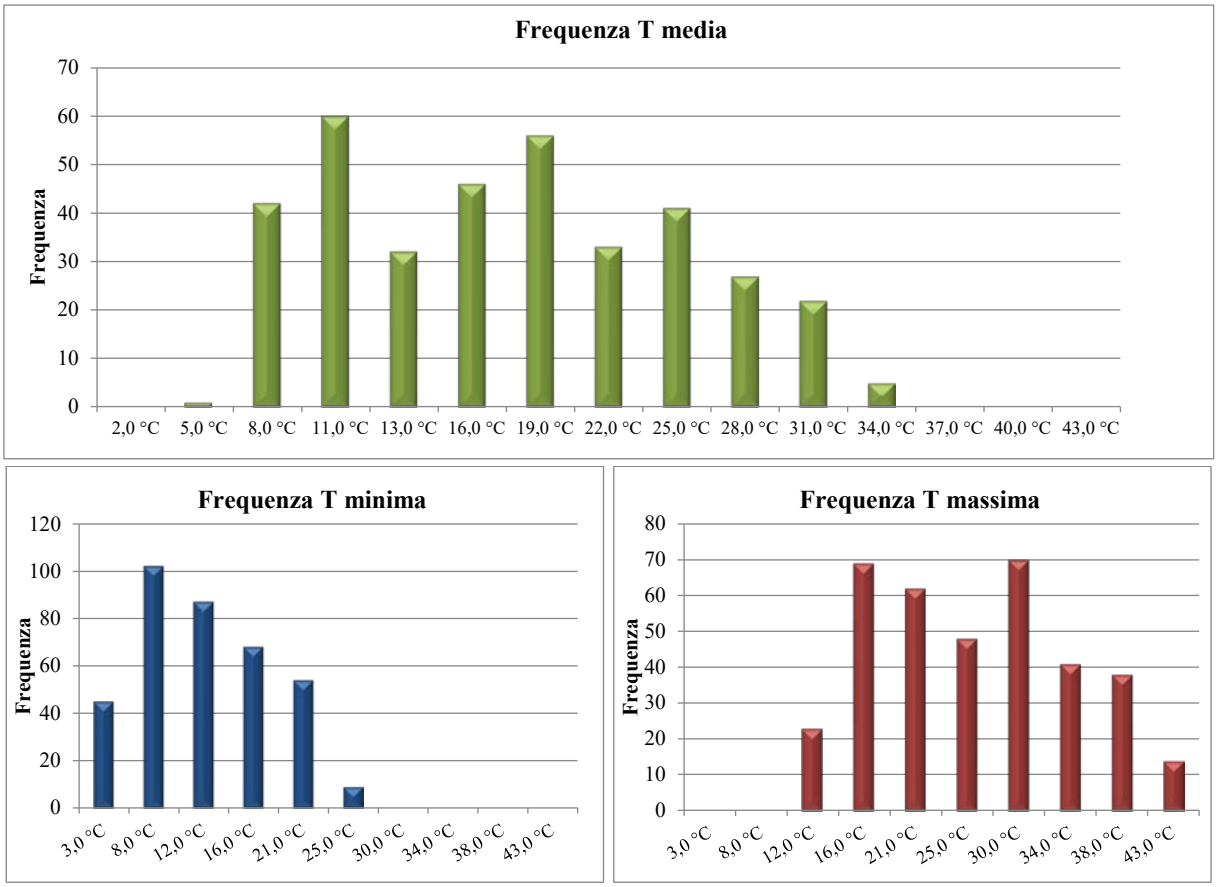


Figura 21 - Frequenze di temperatura media, minima e massima 2017/2018

L'elaborazione svolta per estrapolare i dati con cui sono stati generati tali grafici risulterà utile nel proseguo della trattazione, ad esempio per tenere conto della variazione dei parametri di efficienza dei chiller con la temperatura.

4.3. Acquisizione documentazione

Primo passo di fondamentale importanza per il grado di attendibilità che assumerà il lavoro di Diagnosi Energetica, è rappresentato dall'acquisizione dei dati rappresentativi del complesso.
Tale operazione può essere svolta mediante sopralluoghi o scambi di documentazione con il Cliente.

La fase di raccolta, analisi ed elaborazione dei dati si è svolta nel periodo compreso tra aprile e giugno 2018, mentre il sopralluogo presso la struttura si è tenuto nel mese di maggio 2018.
Durante la fase di raccolta dati è stata fornita dal Cliente la seguente documentazione:

- Lista dei macchinari presenti con relativa potenza nominale;
- Consumi di energia elettrica del periodo compreso tra gennaio 2015 e aprile 2018;
- Indicazioni di massima sui profili orari medi giornalieri di funzionamento dei diversi componenti energetici presenti all'interno della struttura;
- Schemi relativi a linee e quadri elettrici tra cui, in particolare, gli schemi unifilari d'impianto;
- Planimetria della struttura;
- Manuale HACCP e documenti con descrizione dei processi di vinificazione;
- Dati annuali uve afferenti e scarti per il 2016;
- Dati annuali di produzione vini per il 2016 e il 2017;
- Specifiche tecniche interventi di saving già effettuati, in particolare relamping e sostituzione compressori.

Durante il sopralluogo, sono state rilevate le caratteristiche tecniche della caldaia e sono state fornite dal Cliente informazioni in merito ai relativi consumi annui di GPL.

4.4. Identificazione utenze elettriche e termiche

La tabella seguente riporta la sintesi delle attività e dei servizi presenti nella struttura, suddivise in Macrocategorie.

ATTIVITA' PRINCIPALI	Macchinari
SERVIZI AUSILIARI	Accessori Aria compressa Pompe Refrigerazione Produzione vapore Depurazione
SERVIZI GENERALI	Illuminazione interna Illuminazione esterna Utenze uffici Utenze Custode

Tabella 4 - Suddivisione in Macrocategorie

Facendo riferimento alla descrizione del complesso e dei relativi processi di lavorazione effettuata in precedenza, è stata effettuata la seguente suddivisione in Fabbricati, Reparti e Aree funzionali, queste ultime definite solo nel caso in cui fossero rappresentative dal punto di vista energetico.

Fabbricato	Reparto	Area funzionale
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura
	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura
		Pressatura
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Filtrazione
	Zona Stoccaggio vini	Stoccaggio vino
	Zona Invecchiamento	Invecchiamento
Corpo Imbottigliamento	Zona Deposito vuoti	-
	Zona Imbottigliamento	Imbottigliamento
		Incartonamento
	Zona Deposito vini imbottigliati	Stoccaggio vini imbottigliati
Palazzina uffici e Alloggio Custode	Uffici (Palazzina)	Uffici palazzina
	Alloggio Custode	Alloggio Custode
Area Esterna	Depurazione	Depurazione
	Esterno	Esterno

Tabella 5 - Suddivisione in Fabbricati, Reparti e Aree funzionali

4.4.1. Utenze termiche

Il GPL stoccato nell'apposito serbatoio viene utilizzato per soddisfare i fabbisogni termici dell'unica caldaia presente nello stabilimento. Questa ha le caratteristiche tecniche esposte in *Tabella 16* ed ha la funzione di produrre il vapore necessario alla sterilizzazione delle bottiglie, prima del loro riempimento. Il generatore di calore risulta pertanto attivo solamente in corrispondenza del periodo di imbottigliamento, seguendo il profilo di funzionamento esposto nella tabella seguente.

Nome profilo di funzionamento	Ore al giorno											
	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18
Caldaia	1	1	1	0	0	0	1	2	2	2	2	2

Tabella 6 - Profilo di funzionamento generatore di calore

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Potenza termica utile totale [kWt]	Rendimento [%]	Fattore di carico	Potenza termica al focolare [kWt]	Profilo di funzionamento
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Produzione vapore	100	85%	95%	**111,8**	**Caldaia**

Tabella 7 – Caratteristiche del generatore di calore

Il rendimento medio stagionale è stato calcolato adottando la procedura prevista dalla norma UNI/TS 11300/2:

$$\eta_{ms} = \eta_g * \eta_d * \eta_r * \eta_e$$

Dove i coefficienti utilizzati corrispondono rispettivamente a rendimento medio stagionale, rendimento di generazione, rendimento di distribuzione, rendimento di regolazione e rendimento di emissione:

4.4.2. Utenze elettriche

A seguito del rilievo effettuato presso la struttura e con riferimento ai dati ricevuti dalla Committenza, è stato predisposto un censimento di tutte le utenze elettriche allo scopo di individuarne l'energia assorbita mensilmente a partire da potenza nominale, rendimenti, fattori di carico, fattori di contemporaneità (nel caso siano presenti più elementi uguali) e relativi profili di utilizzo, per poter ricostruire i consumi elettrici di tutte le apparecchiature facenti parte dell'attività ed individuarne le criticità.
Di seguito si riporta il dettaglio delle apparecchiature elettriche suddivise per tipologia di utilizzo e per fabbricato.

- ***Illuminazione***

I corpi illuminanti dell'intero stabilimento sono stati oggetto di un ammodernamento, avvenuto più di 1 anno prima della redazione del presente lavoro. A seguito del relamping, infatti, sono stati installati dei tubi a LED in luogo dei corrispondenti apparecchi illuminanti tradizionali. Lo stato di fatto della struttura al momento del rilievo è descritto nella tabella seguente.

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	n°	Potenza nominale singola utenza [W]	Potenza installata totale [kW]	Ore annue di funzionamento	Consumi annui [kWh]
Area Pesatura	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Pesatura**	3	18	0,054	667,5	36
						8	30	0,24	667,5	160
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Ammostatura**	36	30	1,08	371	401
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Stoccaggio vino	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Cantina**	78	30	2,34	828	1.938
Corpo Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Imbottigliamento	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Imbottigliamento**	56	30	1,68	999	1.677
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	**Illuminazione esterna**	12	100	1,2	4260	5.112
								6,6		**9.234**

Tabella 8 - Censimento apparecchi luminosi

- ***Gruppi frigo***

In fase di stoccaggio, è spesso necessario assicurarsi che il vino venga mantenuto a bassa temperatura. Questo obiettivo è ottenuto per mezzo di 2 gruppi frigo che hanno il compito di refrigerare vasche e serbatoi, ove necessario.

In particolare, le caratteristiche dei 2 macchinari sono le seguenti:

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macro categoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	Potenza frigorifera [kW_t]	Potenza elettrica [kW_{el}]	Rendimento	Fattore di carico[2]
Corpo Cantina	Zona Stoccaggio vini	Stoccaggio vino	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	**Climaveneta BG/WRAD/B 2604**	580	223	90%	10%
Corpo Cantina	Zona Stoccaggio vini	Stoccaggio vino	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	**Gruppo frigo da 150.000 frig/h**	170	70	90%	10%

Tabella 9 - Gruppi frigo

È stato effettuato uno studio per stimare al meglio le potenze elettriche effettivamente assorbite dalle macchine, tenendo conto della variazione dell'EER in funzione della temperatura dell'aria esterna.
I dati reperiti dalle schede tecniche di entrambi i gruppi frigo sono riportati nelle tabelle seguenti. Sulla base di tali valori, si è poi ipotizzato l'andamento per le potenze assorbite nel periodo considerato.

RAFFREDDAMENTO		Potenza assorbita totale [kW_{el}]					
T esterna aria (°C)		**25**	**30**	**32**	**35**	**40**	**42**
T acqua uscita scambiatore lato utenza (°C)	**6**	196	207	211	216	232	235
	7	200	210	214	220	235	239
	8	203	214	218	224	239	243
	9	206	217	222	228	243	247
	10	209	221	225	232	246	251
	11	213	225	229	239	250	254

Tabella 10 - Curve di assorbimento Climaveneta BG/WRAD/B 2604

RAFFREDDAMENTO		Potenza assorbita totale [kW_{el}]					
T esterna aria (°C)		**25**	**30**	**32**	**35**	**40**	**42**
T acqua uscita scambiatore lato utenza (°C)	**6**						
	7	59	62	63	64	69	70
	8						
	9						
	10						
	11						

Tabella 11 - Curva di assorbimento gruppo da frigo da 150.000 frig/h

[2] I valori dei fattori di carico sono stati scelti in modo tale da tenere conto della percentuale effettiva di tempo in cui sono attivi i compressori, della variabilità dei carichi di spunta e per permettere l'equilibratura dei consumi sulla base delle quantità riportate in bolletta (a tal proposito è stato necessario ridurre il valore in corrispondenza del mese di novembre)

		Temperatura aria esterna				CLIMAVENETA BG/WRAD/B 2604	Gruppo frigo 150,000 frig/h
Numero della settimana	**Mese**	**T media *[Temperatura di riferimento]***	**T media dei minimi**	**T media dei massimi**	**Funzionamento**	**Potenza assorbita [kWel]**	**Potenza assorbita [kWel]**
1	mag	17,4 °C	9,3 °C	26,6 °C	Raffreddamento	180,8	52,9
2	mag	19,8 °C	11,6 °C	28,2 °C	Raffreddamento	186,3	54,6
3	mag	18,6 °C	11,5 °C	26,3 °C	Raffreddamento	183,5	53,7
4	mag	19,2 °C	10,7 °C	27,8 °C	Raffreddamento	185,0	54,2
5	giu	20,8 °C	11,9 °C	29,6 °C	Raffreddamento	188,7	55,3
6	giu	21,8 °C	13,7 °C	29,9 °C	Raffreddamento	191,2	56,0
7	giu	23,9 °C	14,8 °C	33,2 °C	Raffreddamento	196,0	57,4
8	giu	24,2 °C	15,4 °C	32,9 °C	Raffreddamento	196,7	57,6
9	lug	27,3 °C	18,3 °C	35,8 °C	Raffreddamento	204,0	59,7
10	lug	26,3 °C	17,5 °C	34,6 °C	Raffreddamento	201,5	59,0
11	lug	27,6 °C	18,4 °C	35,9 °C	Raffreddamento	204,6	59,9
12	lug	25,3 °C	16,1 °C	33,5 °C	Raffreddamento	199,2	58,3
13	lug	25,5 °C	17,4 °C	33,5 °C	Raffreddamento	199,8	58,5
14	ago	31,1 °C	21,6 °C	40,5 °C	Raffreddamento	212,8	62,3
15	ago	28,3 °C	20,2 °C	36,6 °C	Raffreddamento	206,4	60,4
16	ago	26,4 °C	17,7 °C	35,3 °C	Raffreddamento	201,8	59,1
17	ago	25,3 °C	17,6 °C	33,5 °C	Raffreddamento	199,2	58,3
18	set	25,2 °C	17,3 °C	33,5 °C	Raffreddamento	199,0	58,3
19	set	21,3 °C	14,1 °C	28,4 °C	Raffreddamento	189,8	55,6
20	set	21,9 °C	14,3 °C	29,9 °C	Raffreddamento	191,3	56,0
21	set	18,8 °C	11,3 °C	26,6 °C	Raffreddamento	184,0	53,9
22	ott	18,2 °C	12,3 °C	25,6 °C	Raffreddamento	182,6	53,5
23	ott	17,6 °C	12,8 °C	23,0 °C	Raffreddamento	181,1	53,0
24	ott	17,4 °C	10,9 °C	25,4 °C	Raffreddamento	180,7	52,9
25	ott	17,8 °C	11,4 °C	26,0 °C	Raffreddamento	181,5	53,2
26	ott	15,4 °C	9,2 °C	22,2 °C	Raffreddamento	175,9	51,5
27	nov	14,8 °C	9,1 °C	21,6 °C	Raffreddamento	174,7	51,2
28	nov	13,2 °C	9,1 °C	18,5 °C	Raffreddamento	170,9	50,0
29	nov	10,6 °C	6,2 °C	15,6 °C	Raffreddamento	164,7	48,2
30	nov	11,3 °C	5,5 °C	18,5 °C	Raffreddamento	166,4	48,7
31	dic	8,9 °C	3,8 °C	13,8 °C	Raffreddamento	160,8	47,1
32	dic	7,4 °C	1,9 °C	14,4 °C	Raffreddamento	157,2	46,1
33	dic	9,6 °C	4,4 °C	15,4 °C	Raffreddamento	162,4	47,6
34	dic	6,9 °C	1,9 °C	12,2 °C	Raffreddamento	156,0	45,7
35	dic	8,5 °C	3,6 °C	14,8 °C	Raffreddamento	159,9	46,8
36	gen	11,3 °C	5,6 °C	16,4 °C	Raffreddamento	166,3	48,7
37	gen	9,6 °C	5,7 °C	14,2 °C	Raffreddamento	162,3	47,6
38	gen	9,1 °C	3,5 °C	14,9 °C	Raffreddamento	161,3	47,2
39	gen	10,2 °C	5,7 °C	15,4 °C	Raffreddamento	163,8	48,0
40	feb	9,2 °C	4,4 °C	14,1 °C	Raffreddamento	161,4	47,3
41	feb	8,2 °C	3,8 °C	12,7 °C	Raffreddamento	159,2	46,6
42	feb	7,0 °C	2,1 °C	12,5 °C	Raffreddamento	156,3	45,8
43	feb	7,6 °C	3,4 °C	12,3 °C	Raffreddamento	157,8	46,2
44	mar	10,0 °C	4,8 °C	15,6 °C	Raffreddamento	163,4	47,9
45	mar	11,2 °C	6,6 °C	16,7 °C	Raffreddamento	166,2	48,7
46	mar	12,4 °C	6,5 °C	18,3 °C	Raffreddamento	169,1	49,5
47	mar	8,1 °C	3,6 °C	12,6 °C	Raffreddamento	158,8	46,5
48	apr	11,5 °C	4,7 °C	18,7 °C	Raffreddamento	166,9	48,9
49	apr	12,5 °C	5,0 °C	20,2 °C	Raffreddamento	169,3	49,6
50	apr	15,5 °C	9,7 °C	21,8 °C	Raffreddamento	176,2	51,6
51	apr	15,2 °C	9,3 °C	22,8 °C	Raffreddamento	175,6	51,4
52	apr	18,2 °C	10,7 °C	25,7 °C	Raffreddamento	182,5	53,5
53	apr	20,0 °C	10,9 °C	27,4 °C	Raffreddamento	186,7	54,7

Tabella 12 - Andamento potenze elettriche assorbite

- ***Compressori***

L'utilizzo di aria compressa nella cantina vinicola è legato a quello delle presse e dei macchinari facenti parte della linea di imbottigliamento.

Nello stabilimento in oggetto, sono presenti 2 compressori ABAC Formula da 22 kW cadauno. Per tenere conto dei due distinti usi descritti in precedenza, sono state separate virtualmente le aree interessate come segue.

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macrocategoria	Tipologia di attività/servizio	Potenza nomin. [kW]	Produz. Specif. [Nmc/h]	Rend. a carico	Rend. a vuoto	% ore a carico	% ore a vuoto	F. di carico a carico	F. di carico a vuoto	Profilo di funzionamento
Area Ammostatura	Ammostatura	Pressatura	Servizi Ausiliari	Aria compressa	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)
Area Ammostatura	Ammostatura	Pressatura	Servizi Ausiliari	Aria compressa	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)
Corpo Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Aria compressa	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)
Corpo Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Aria compressa	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)

Tabella 13 - Caratteristiche compressori

- ***Apparecchiature elettriche***

Segue infine la lista degli apparecchi elettrici rimanenti (comprensiva dei corpi illuminanti descritti in precedenza), per ognuno dei quali sono stati opportunamente ipotizzati appositi fattori di correzione, il cui significato è descritto di seguito e i cui valori sono riportati nella tabella seguente:

- **Fattore di carico -** coefficiente introdotto per permettere di tenere conto dei casi in cui un macchinario non lavori a piena potenza per tutto il periodo;
- **Fattore di contemporaneità -** coefficiente utilizzato, solo in caso di presenza di più di un apparecchio, per tenere conto del fatto che gli stessi potrebbero non lavorare sempre insieme;
- **Rendimento -** è l'unico coefficiente che comporta un aumento cautelativo dei consumi, piuttosto che una riduzione, per tenere conto delle perdite rispetto alle condizioni nominali dovute all'obsolescenza dei macchinari.

Fabbricato	Area funzionale	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]	Profilo di funzionamento
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Attività Principali	Macchinari	Pesa a ponte bilico	0,8	2	1,6	90%	80%	60%	**0,9**	Pesa a ponte bilico
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Prelevacampioni a sonda	4,0	1	4,0	95%	80%	100%	**3,4**	Prelevacampioni e Rifrattometro
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Rifrattometro	0,1	1	0,1	95%	80%	100%	**0,1**	Prelevacampioni e Rifrattometro

Fabbricato	Area funzionale	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]	Profilo di funzionamento
Area Pesatura	Uffici pesatura	Uffici (Pesatura)	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Pesatura	0,3	1	0,3	95%	100%	90%	**0,3**	Illuminazione Pesatura
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pigia-diraspatrice da 500 q.li/h	36,0	2	72,0	88%	70%	70%	**40,1**	Pigiadiraspatrici DND
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pigia-diraspatrice da 800 q.li/h	40,0	1	40,0	88%	70%	70%	**22,3**	Pigiadiraspatrici DND
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Metal detector	0,5	1	0,5	95%	90%	100%	**0,5**	Pigiadiraspatrici DND
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Diraspatore	22,0	1	22,0	90%	70%	80%	**13,7**	Pigiadiraspatrici DND
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Trasportatori a coclea	5,0	2	10,0	95%	80%	60%	**5,1**	Coclee trasporto vinacce
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Nastro trasportatore	2,0	1	2,0	90%	90%	80%	**1,6**	Nastri trasp. raspi e trituratore
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Nastro elevatore	2,0	1	2,0	95%	90%	80%	**1,5**	Nastri trasp. raspi e trituratore
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Frantumatore di raspi	4,0	1	4,0	95%	80%	90%	**3,0**	Nastri trasp. raspi e trituratore
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria AIRPRESS 320	20,0	1	20,0	88%	70%	60%	**9,5**	Airpress
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria DRAYNPRESS 150	22,0	1	22,0	88%	70%	60%	**10,5**	Airpress
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria AIRPRESS 150	22,0	1	22,0	88%	70%	60%	**10,5**	Airpress
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Linea continua con Sgrondatore e Velocipressa	30,0	1	30,0	88%	70%	80%	**19,1**	Linea continua
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Pompe	Pompa MOHNO	8,0	1	8,0	90%	80%	80%	**5,7**	Coclee trasporto vinacce
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Ammostatura	1,1	1	1,1	95%	100%	90%	**1,0**	Illuminazione Ammostatura
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Servizi Ausiliari	Pompe	Groppo pompe [per travaso, per irrorare cappello nei Vinificatori, estrazione vino, estrazione vinacce]	40,0	1	40,0	90%	60%	70%	**18,7**	Gruppo pompe e pompe di travaso
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Separatore centrifugo	35,0	1	35,0	90%	90%	100%	**35,0**	Separatore centrifugo
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro ad alluvionaggio continuo (a farina)	6,0	1	6,0	90%	80%	100%	**5,3**	Filtro ad alluvionaggio
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro tangenziale	10,0	1	10,0	90%	80%	100%	**8,9**	Filtro tangenziale
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro feccia (Pressa per vinacce)	15,0	3	45,0	90%	80%	60%	**24,0**	Filtro feccia a piastre
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Microssigenatore	0,5	1	0,5	90%	80%	100%	**0,4**	Microssigenatore
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Cantina	2,3	1	2,3	95%	100%	90%	**2,2**	Illuminazione Cantina

Fabbricato	Area funzionale	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]	Profilo di funzionamento
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Gruppo di riempimento nella Linea di imbottigliamento [Sciacquatrice + Riempitrice a leggera depressione + Tappatrici (sughero e tipo Stelvin)]	90,0	1	90,0	90%	70%	70%	**49,0**	Illuminazione Cantina
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Produzione vapore	Impianto di sanificazione [Scambiatore di ioni per addolcimento acqua + Pompa di ricircolo]	2,0	1	2,0	95%	80%	90%	**1,5**	Linea imbottigliamento vini
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Impianto confezionamento Bag in Box	4,0	1	4,0	90%	80%	100%	**3,6**	Linea imbottigliamento vini
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Accessori	Impianto di generazione Azoto	6,0	1	6,0	90%	90%	100%	**6,0**	Impianto confezionamento Bag in box
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Accessori	Impianto di saturazione CO2	6,0	1	6,0	90%	90%	100%	**6,0**	Generatore di azoto
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Fasciatore automatico pallets	8,0	1	8,0	95%	80%	100%	**6,7**	Impianto di saturazione CO2
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Erogatori automatici per vendita vini sfusi	0,2	1	0,2	90%	80%	90%	**0,2**	Pallettizzatore e fasciapallets
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Produzione vapore	Ausiliari Caldaia	0,2	1	0,2	90%	90%	100%	**0,2**	Impianti distribuzione vino sfuso
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Pompe	Autoclave da 50 hl.	2,0	2	4,0	95%	60%	80%	**2,0**	Caldaia
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Deposito vini imbottigliati	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	Cella frigo	11,0	1	11,0	90%	15%	100%	**1,8**	Autoclave
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Imbottigliamento	1,7	1	1,7	95%	100%	90%	**1,6**	Cella frigo
Palazzina uffici e Alloggio Custode	Alloggio Custode	Alloggio Custode	Servizi Generali	Utenze Custode	Utenze Custode	3,00	1	3,0	95%	30%	40%	**0,4**	Illuminazione Imbottigliamento
Palazzina uffici e Alloggio Custode	Uffici palazzina	Uffici (Palazzina)	Servizi Generali	Utenze uffici	Utenze uffici	3,00	1	3,0	95%	30%	60%	**0,6**	Utenze Custode
Area Esterna	Depurazione	Depurazione	Servizi Ausiliari	Depurazione	Impianto di depurazione dei reflui delle lavorazioni	24,0	1	24,0	88%	60%	70%	**11,5**	Utenze Uffici
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	1,2	1	1,2	95%	100%	90%	**1,1**	Depuratore reflui

Tabella 14 - Apparecchiature elettriche

4.5. Analisi dati di consumo

I consumi dei vettori energetici sono stati analizzati attraverso:

- analisi dei valori di consumo riportati nelle bollette, per il vettore elettrico, e comunicati dal cliente, per il vettore termico;
- estrapolazione dei profili di carico, nel caso del vettore elettrico, dai dati relativi agli assorbimenti elettrici al quarto d'ora, forniti dal Distributore nel relativo portale energia.

In sintesi, sono riportate di seguito le modalità di raccolta dei dati relativi ai consumi dei singoli vettori energetici, unitamente al periodo temporale cui si riferiscono.

Vettore energetico	Metodo di acquisizione dei dati	Area funzionale interessata	Periodo di riferimento dei dati acquisiti
Energia elettrica	Dati di consumo da bollettazione Prelievi di potenza al quarto d'ora	Intero stabilimento	gennaio 2015 - aprile 2018
GPL	Dati di consumo	Imbottigliamento	maggio 2017 - aprile 2018

Tabella 15 - Modalità di acquisizione dei dati di consumo

Lo stabilimento preleva l'energia elettrica da un unico POD con le seguenti caratteristiche.

Potenza disponibile [kW]	245
Tensione [V]	15.000 (media)

Tabella 16 - Caratteristiche fornitura di energia elettrica

Per quanto riguarda la fornitura GPL, è presente un serbatoio apposito per soddisfare principalmente i fabbisogni della caldaia.

4.5.1. Analisi bollettazione

Le fatture emesse dal Distributore di energia elettrica contengono, oltre la parte strettamente economica, anche importanti informazioni sui consumi effettuati. Questi sono infatti riportati in funzione delle fasce di consumo F1, F2, F3, il cui significato è richiamato nella tabella seguente.

Orario	Feriali [lun-ven]	Sabato	Domenica e Festività
Dalle 7 alle 8	F2	F2	F3
Dalle 8 alle 19	F1	F2	F3
Dalle 19 alle 23	F2	F2	F3
Dalle 23 alle 7	F3	F3	F3

Tabella 17 - Fasce di consumo dell'energia elettrica

Nei grafici seguenti sono visibili i valori dedotti dall'analisi dei prelievi di energia elettrica dal contatore fiscale, ottenuti elaborando le informazioni sui consumi degli ultimi 3 anni.

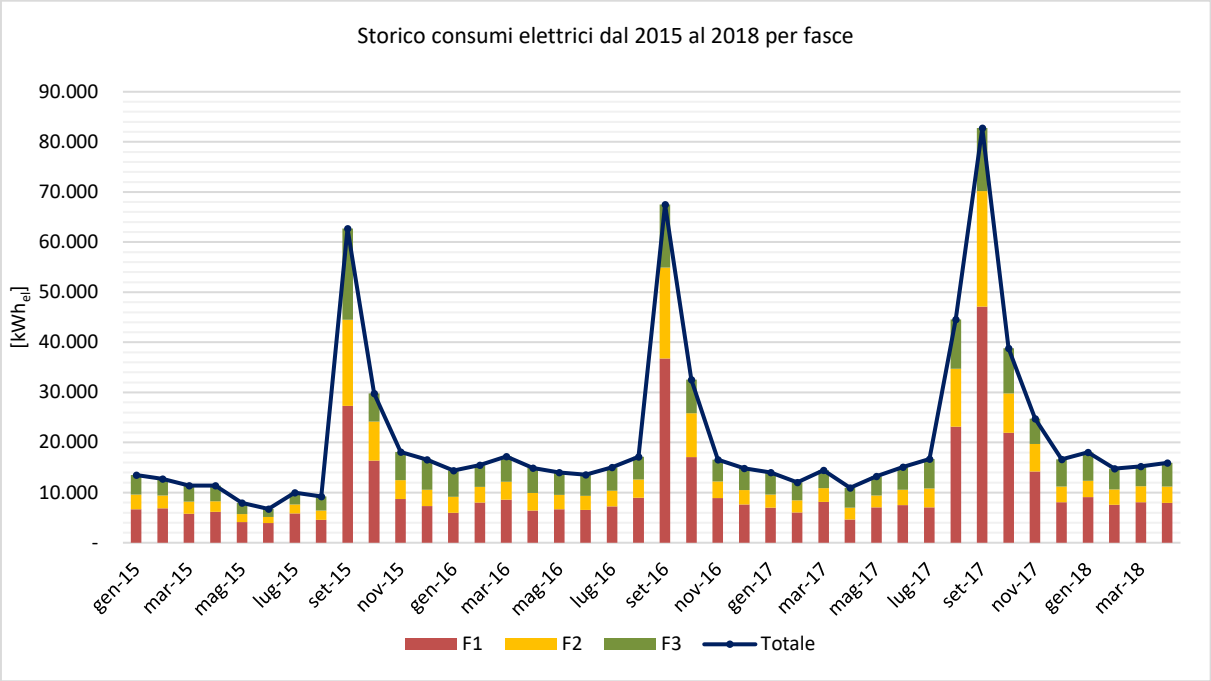


Figura 22 - Storico consumi elettrici 2015-2018

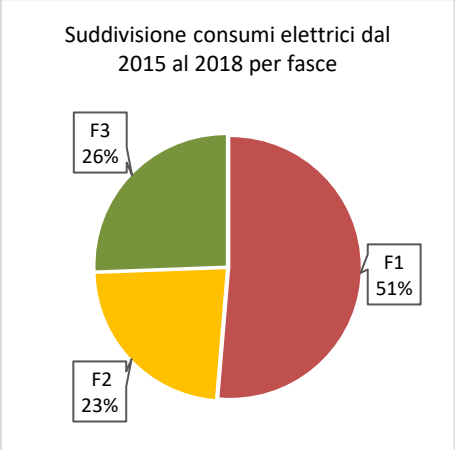


Figura 23 - Suddivisione consumi per fasce 2015-2018

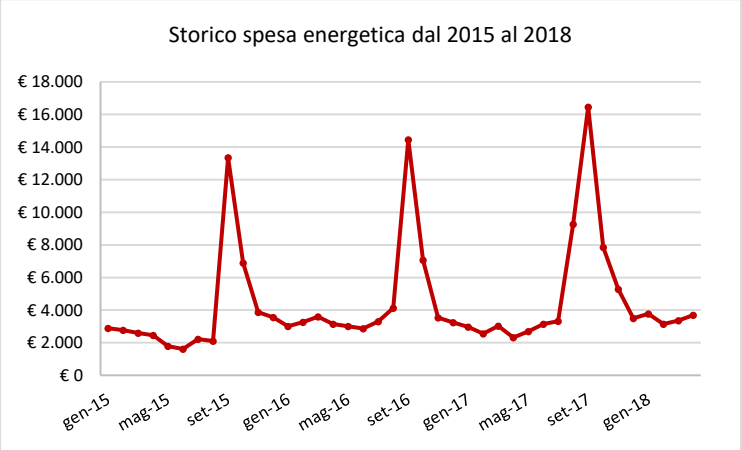


Figura 24 - Storico spesa energetica 2015-2018

Osservando i grafici è possibile riscontrare, come prevedibile, un andamento dei consumi elettrici che presenta dei picchi di assorbimento in corrispondenza dei periodi di vendemmia, ovvero nel periodo compreso tra fine agosto e inizio novembre.

Inoltre, si può anche evincere come il maggior consumo di energia elettrica si abbia durante le ore diurne dei giorni feriali (fascia F1). Tuttavia, si nota anche come una quota non trascurabile dei consumi si abbia nelle restanti ore (fasce F2 e F3), periodi in cui l'attività lavorativa nello stabilimento è pressoché assente. Ciò è indice della presenza di apparecchi che lavorano, con assorbimenti considerevoli, anche durante l'assenza del personale, come ad esempio gruppi frigo, impianti di filtrazione e illuminazione esterna.

Potranno dunque essere definiti due distinti periodi dal punto di vista energetico, all'interno dei quali si riscontrerà un comportamento simile:

- **Lavorazione vino** (da inizio novembre a fine agosto), durante cui sono attivi, anche se non sempre contemporaneamente, i macchinari dediti a raffrescamento, filtrazione, pompaggio, imbottigliamento e depurazione;
- **Vendemmia** (da fine agosto a inizio novembre), durante cui l'utilizzo delle linee di pigia-diraspatura e pressatura, unitamente ad alcuni dei macchinari esposti nel punto precedente, aumenta considerevolmente i consumi elettrici.

Viene ora effettuata, più in dettaglio, l'analisi relativa al periodo cui verrà riferita la presente diagnosi energetica (ovvero maggio 2017 - aprile 2018), presentando sia i consumi di energia attiva che reattiva.

Mese	Energia Attiva							Spesa TOTALE al netto di IVA al 10%
	F1 [kWh/mese]	F2 [kWh/mese]	F3 [kWh/mese]	Picco [kWh/mese]	Fuori picco [kWh/mese]	TOT [kWh/mese]	Potenza fatturata [kW]	
mag-17	7.053	2.402	3.786	7.360	5.881	**13.241**	62	**€ 2.695**
giu-17	7.516	3.067	4.548	7.930	7.201	**15.131**	80	**€ 3.150**
lug-17	7.075	3.764	5.873	7.470	9.242	**16.712**	74	**€ 3.327**
ago-17	23.172	11.525	9.887	25.133	19.451	**44.584**	334	**€ 9.265**
set-17	47.132	23.053	12.560	50.987	31.758	**82.745**	331	**€ 16.458**
ott-17	21.920	7.877	8.985	22.942	15.840	**38.782**	266	**€ 7.852**
nov-17	14.188	5.493	5.106	14.994	9.793	**24.787**	269	**€ 5.288**
dic-17	8.085	3.155	5.392	8.831	7.801	**16.632**	98	**€ 3.501**
gen-18	9.100	3.259	5.706	9.736	8.599	**18.065**	76	**€ 3.778**
feb-18	7.573	3.037	4.178	7.910	6.878	**14.788**	83	**€ 3.143**
mar-18	8.104	3.197	3.914	8.452	6.763	**15.215**	94	**€ 3.354**
apr-18	7.983	3.220	4.736	8.467	7.472	**15.939**	132	**€ 3.690**
TOTALE	168.901	73.049	74.671	180.212	136.679	**316.621**		**€ 65.501**

Tabella 18 - Consumi di energia attiva 2017/2018

Mese	Energia Reattiva						
	F1 [kVArh/mese]	F2 [kVArh/mese]	F3 [kVArh/mese]	TOT [kVArh/mese]	Entro il 75% [kVArh/mese]	Oltre il 75% [kVArh/mese]	cos φ
mag-17	8.144	3.653	6.227	**18.024**	3.971	4.706	0,540
giu-17	8.094	4.027	6.757	**18.878**	4.445	4.184	0,600
lug-17	7.816	4.672	7.577	**20.065**	4.552	4.359	0,620
ago-17	25.703	12.735	11.387	**49.825**	14.573	12.415	0,670
set-17	54.122	25.966	14.327	**94.415**	29.478	27.449	0,650
ott-17	22.350	7.976	9.944	**40.270**	12.515	7.978	0,700
nov-17	13.784	5.577	6.412	**25.773**	8.266	4.600	0,700
dic-17	7.338	3.561	7.125	**18.024**	4.721	2.469	0,660
gen-18	4.647	1.755	4.187	**10.589**	2.234	-	0,890
feb-18[3]	-	-	-	**-**	-	-	-
mar-18	1.762	765	734	**3.261**	-	-	0,970
apr-18	7.510	3.602	6.597	**17.709**	4.705	2.710	0,660
TOTALE	161.270	74.289	81.274	**316.833**	89.460	70.870	

Tabella 19 - Consumi di energia reattiva 2017/2018

Si può notare come il fattore di potenza assuma frequentemente valori bassi e lontani da 0.95. Ciò è indice della presenza di una quota considerevole di energia reattiva, fattore dannoso soprattutto dal punto di vista del conseguente aumento delle perdite di rete.

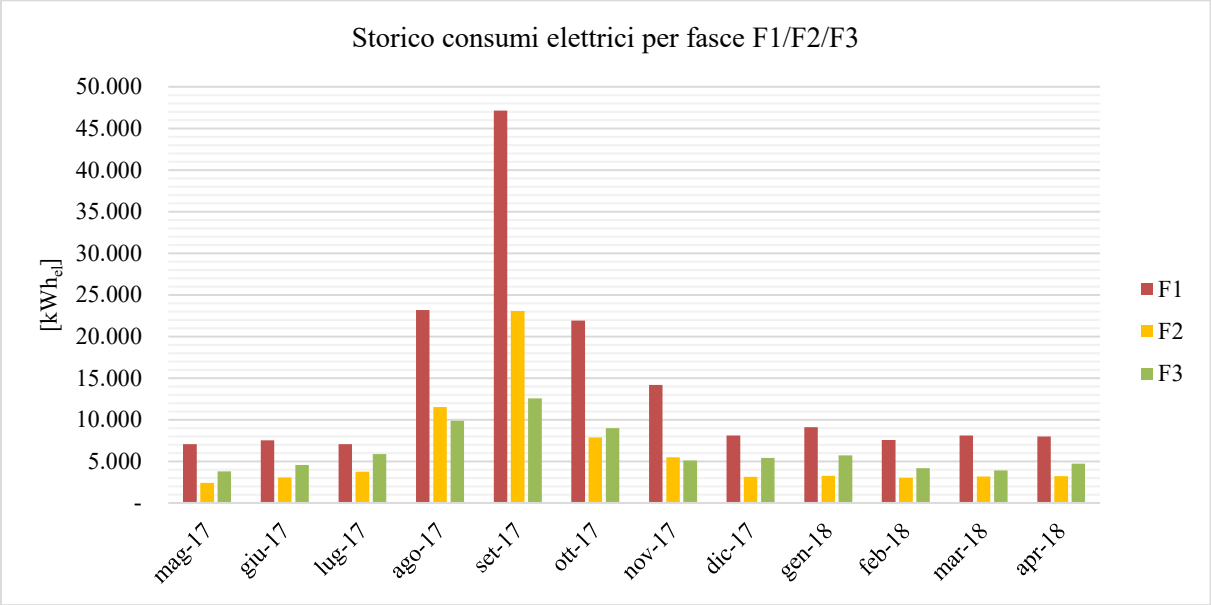


Figura 25 - Consumi di energia attiva per fasce [F1, F2, F3] 2017/2018

[3] Dato non pervenuto né da bollette, né da prelievi di potenza (probabilmente a causa di problemi di rilevazione da parte del Distributore)

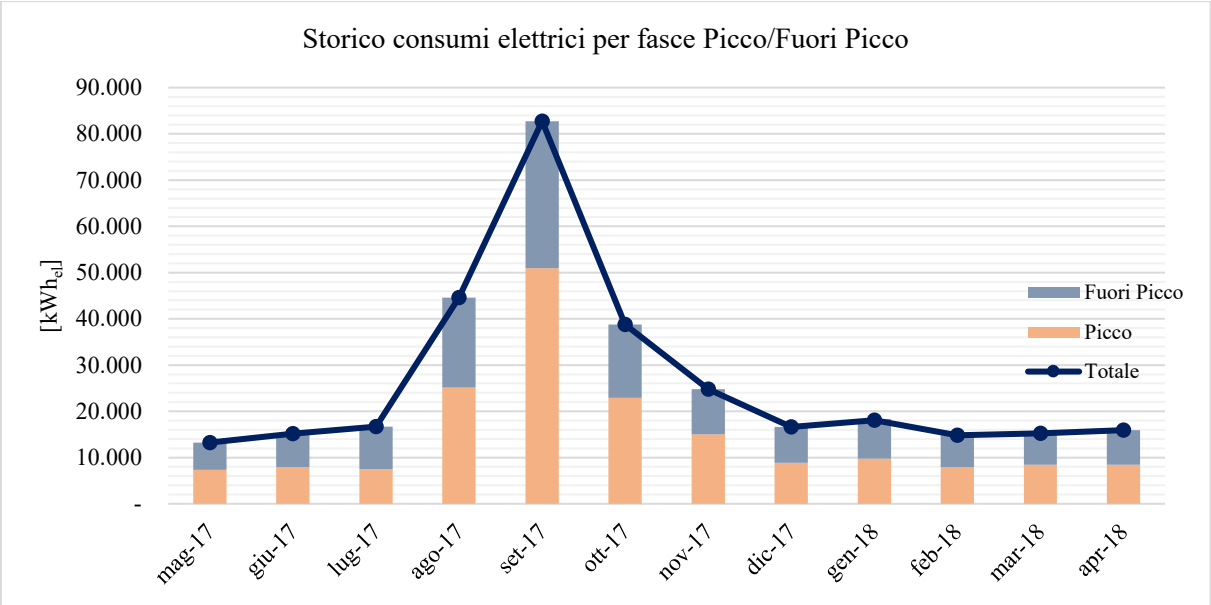


Figura 26 - Consumi di energia attiva per fasce [Picco, Fuori Picco] 2017/2018

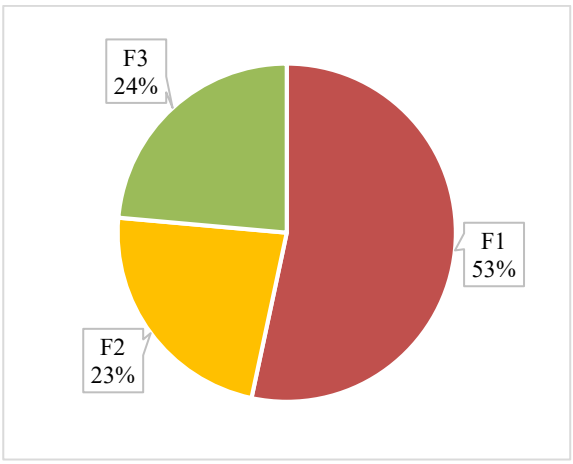


Figura 27 - Consumi di energia attiva per fasce [F1, F2, F3] 2017/2018

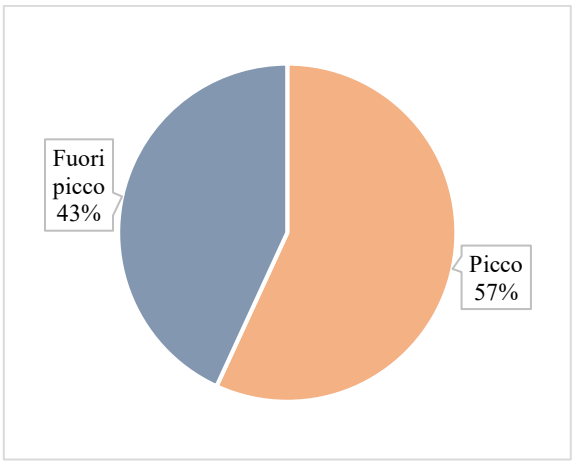


Figura 28 - Consumi di energia attiva per fasce [Picco, Fuori Picco] 2017/2018

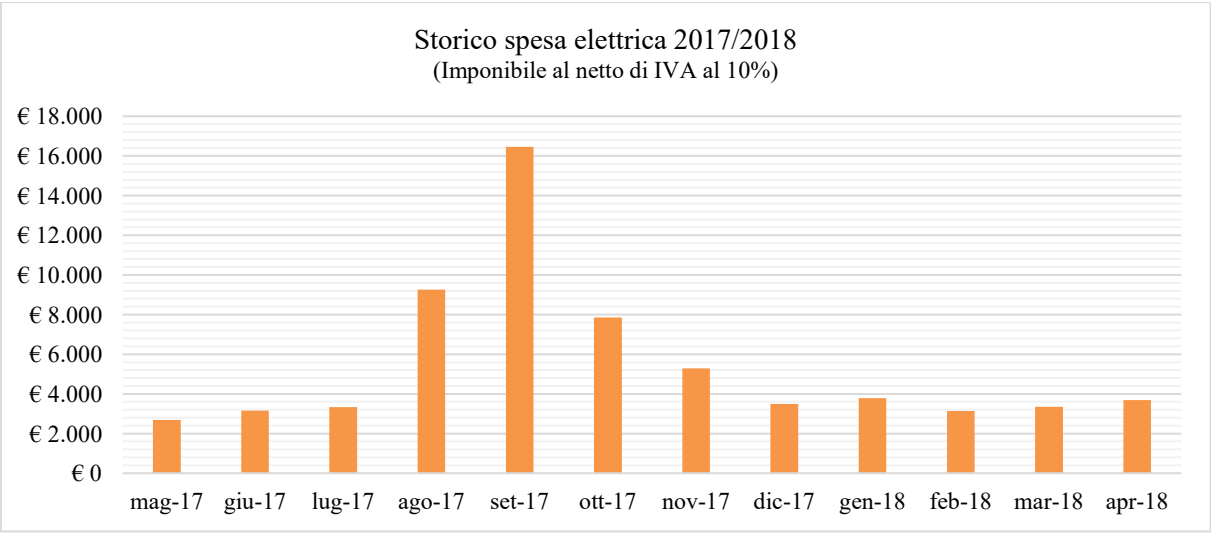


Figura 29 - Spesa energetica 2017/2018

Dall'analisi effettuata in merito al vettore elettrico, in riferimento al periodo maggio 2017 - aprile 2018, si ha che il costo medio unitario per l'approvvigionamento di energia elettrica è di circa 0.207 €/kWh. Inoltre, l'energia elettrica attiva consumata e la spesa energetica risultano essere pari, in media, rispettivamente a 26.385 kWh/mese e 5.458 €/mese.

Si mette in evidenza che nel corso del mese di luglio 2017 sono stati eseguiti, all'infuori delle ordinarie attività di manutenzione programmata, lavori di ampliamento e ammodernamento della struttura che hanno interessato l'involucro edilizio e alcune delle apparecchiature in essa installate. Pertanto, in corrispondenza di quel periodo, i consumi elettrici risulteranno essere più elevati rispetto al trend naturale dell'Azienda.

Per quanto concerne, invece, il vettore termico, la Committenza ha dichiarato di consumare circa 5.000 l all'anno di GPL, quantità che viene stoccata in un apposito serbatoio.

4.5.1. Analisi prelievi di potenza

L'analisi dei prelievi di potenza al quarto d'ora, se svolta con accuratezza, si rivela un importante strumento per poter ottenere informazioni su molteplici aspetti anche non direttamente collegati ai profili di assorbimento di potenza. Uno di questi è senz'altro rappresentato dalla possibilità di ricavare i consumi elettrici partendo dai dati di prelievo di potenza, caratteristica che permette di svolgere un utile raffronto (e verifica) con i risultati ottenuti analizzando le bollette e riportati nel punto precedente.

Tale confronto, riportato nella *Figura 4* solo per l'energia attiva, essendo analoga la tendenza per quella reattiva, evidenzia come in questo caso lo scostamento tra le due fonti di dati sia del tutto minimo[4].

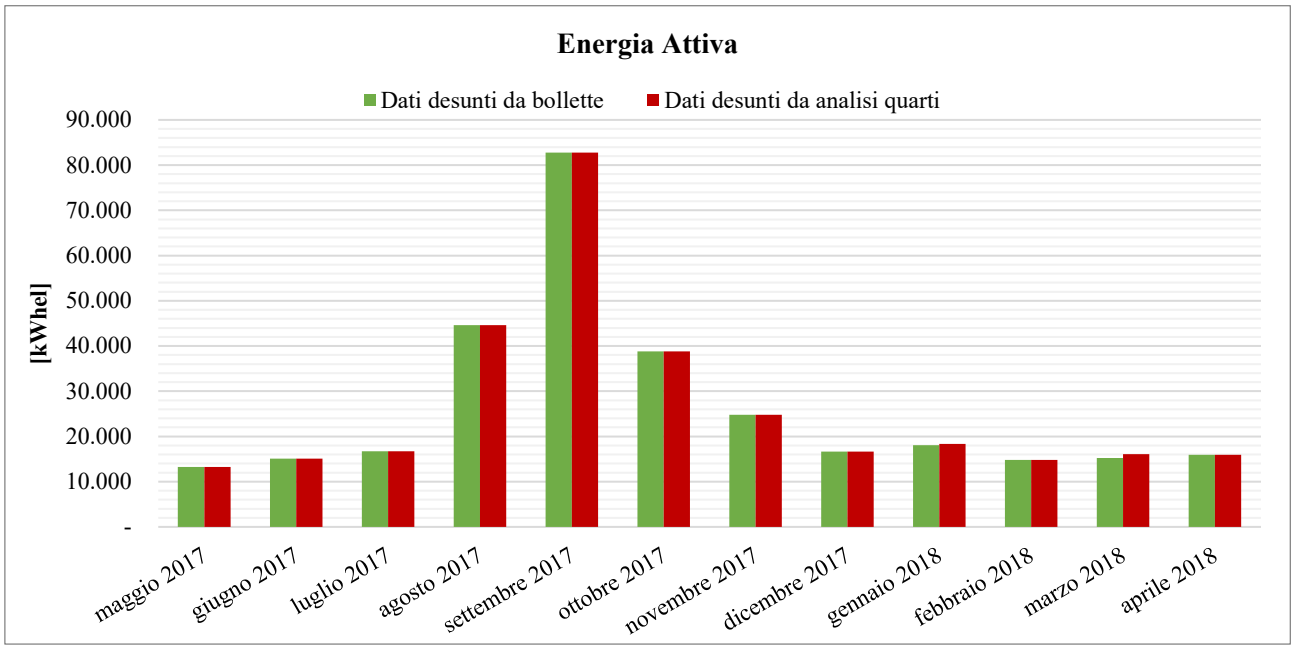


Figura 30 - Confronto consumi elettrici desunti da bollette con analisi quarti

Verrà adesso presentato l'estratto più rappresentativo dell'analisi che è stata svolta con i dati sui prelievi di potenza.

- ***Potenza attiva***

La potenza attiva rappresenta l'assorbimento elettrico effettivo delle utenze presenti nell'impianto in oggetto, essendo la componente realmente utilizzabile di un flusso di corrente alternata.
Per tale motivo, lo studio del suo andamento permette di comprendere i reali cicli di lavoro dell'Azienda e di avere utili informazioni sulle modalità di utilizzo dei macchinari elettrici ivi presenti.
L'analisi è stata svolta partendo da un punto di vista macroscopico (anno) fino a giungere ad una visione puntuale (settimana).

[4] Gli scostamenti tra le due tipologie di valori sono comunque imputabili al fatto che, a differenza dei prelievi di potenza che sono sempre dati effettivi, quelli riportati in bolletta possono essere valori stimati

Sono visibili nelle figure seguenti gli andamenti annuali della potenza media, minima e massima prelevata.

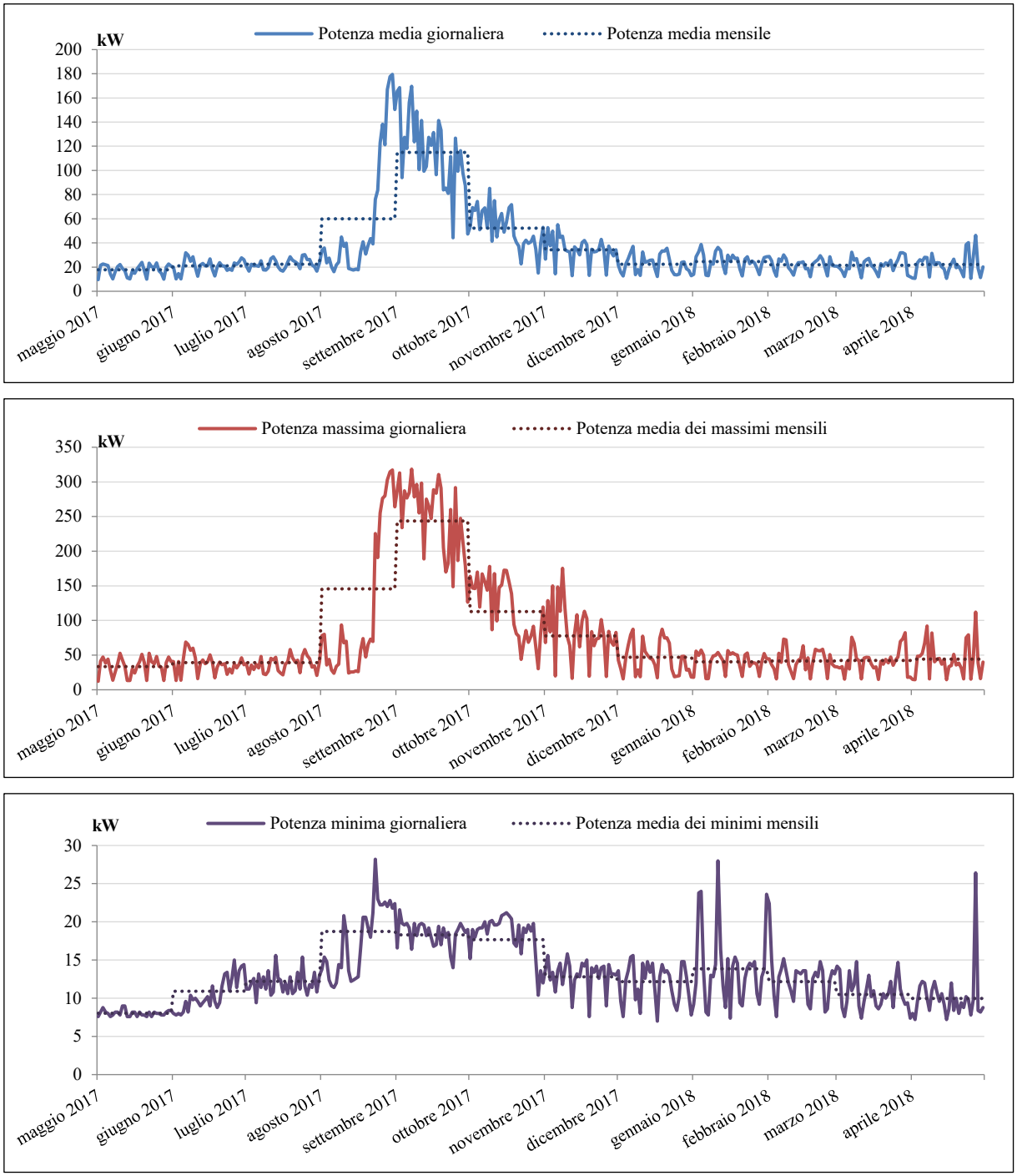


Figura 31 - Andamento annuale della Potenza attiva

Le figure permettono di osservare come la massima potenza mediamente richiesta dalle apparecchiature (pari a poco meno di 250 kW) risulti essere coerente con la potenza impegnata contrattualmente con il Distributore di energia elettrica (245 kW). Inoltre, in linea con quanto detto in precedenza, i massimi assorbimenti di potenza elettrica si verificano solo in concomitanza dell'inizio della vendemmia, mentre un comportamento speculare è assunto dallo storico relativo alla potenza minima.

Si riporta ora il profilo di prelievo di energia elettrica in funzione delle fasce di consumo.

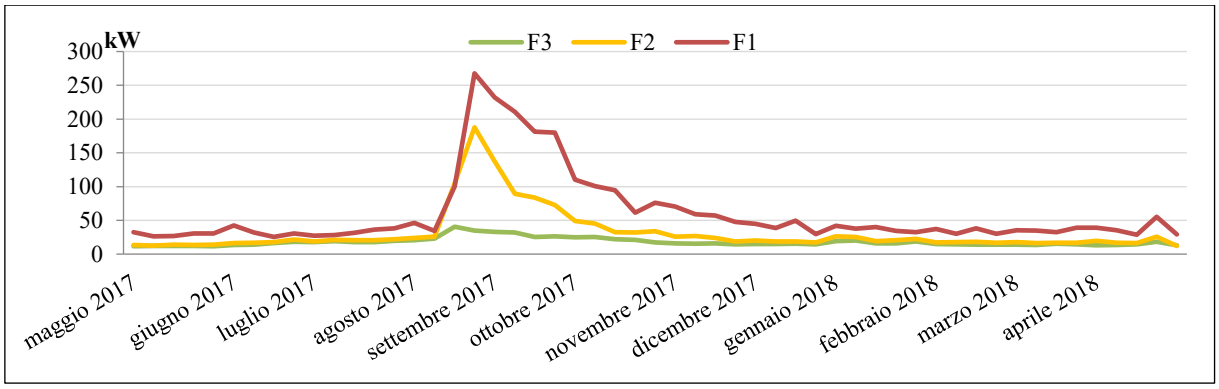


Figura 32 - Potenza media settimanale nelle tre fasce di consumo dell'energia elettrica

Da tale grafico si può evincere che il consumo elettrico delle ore notturne e di domeniche e festività (fascia di consumo F3) resta più o meno costante tutto l'anno, subendo solo un lieve incremento in occasione dell'inizio della vendemmia, a differenza di ciò che avviene per i consumi nelle restanti ore, in cui si riscontra un innalzamento decisamente più marcato.

Nella figura successiva è visibile l'andamento di alcune quantità ottenute mediando opportunamente i valori di potenza.

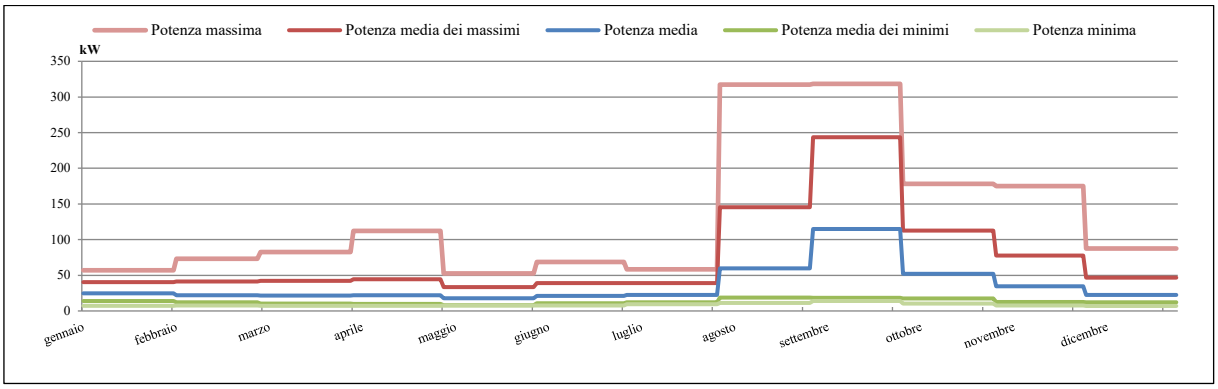


Figura 33 – Andamento delle potenze medie, massime e minime

Tale grafico permette di studiare in maniera più accurata gli andamenti mensili delle potenze medie, massime e minime, riportati per i consumi nella loro totalità.

Sono poi state svolte delle analisi sugli andamenti delle potenze orarie utilizzando un periodo di riferimento pari ad un mese. Per brevità, vengono tuttavia presentati solo i risultati relativi al mese di settembre, poiché il più energeticamente rappresentativo tra tutti e il più utile per individuare i macchinari responsabili degli assorbimenti più elevati.

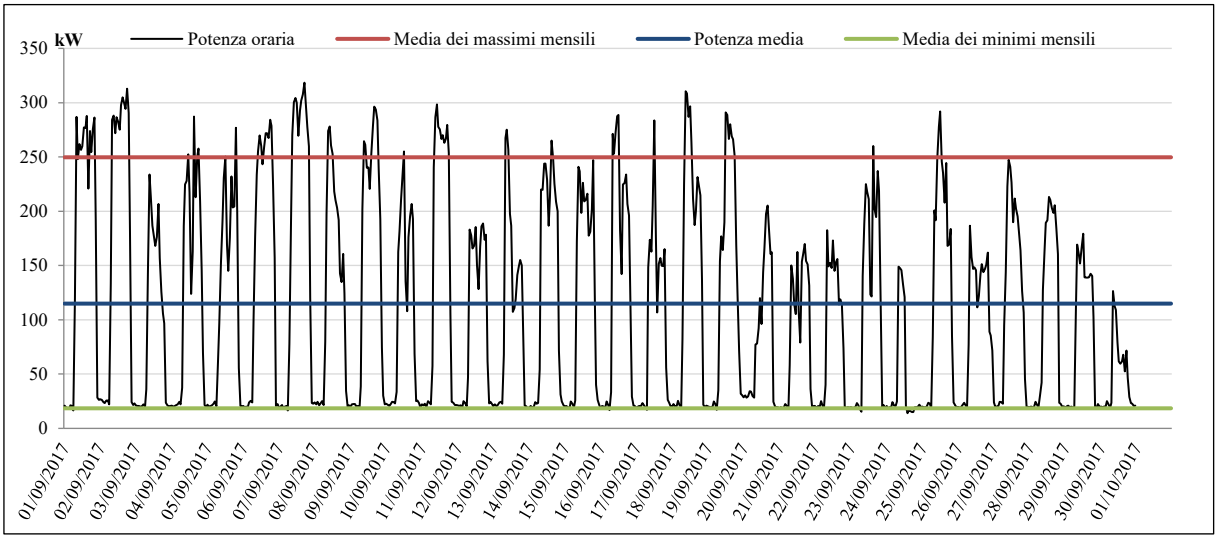


Figura 34 - Potenza attiva oraria settembre 2017

Segue infine l'analisi puntuale effettuata a livello delle settimane che compongono il mese di settembre 2017[5].

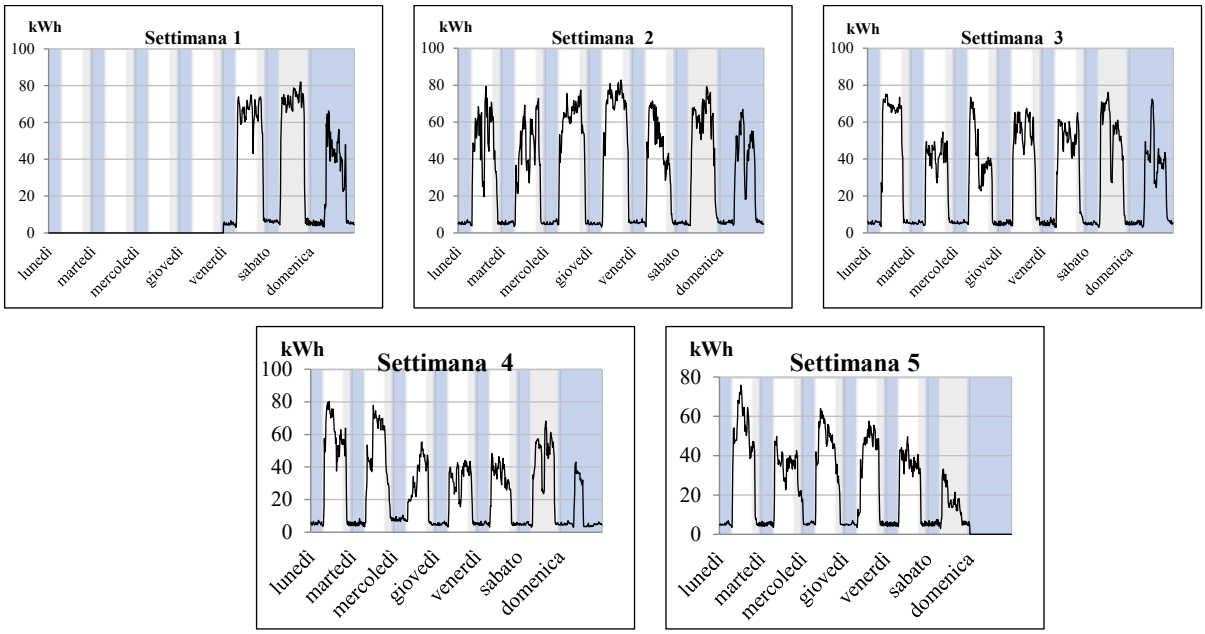


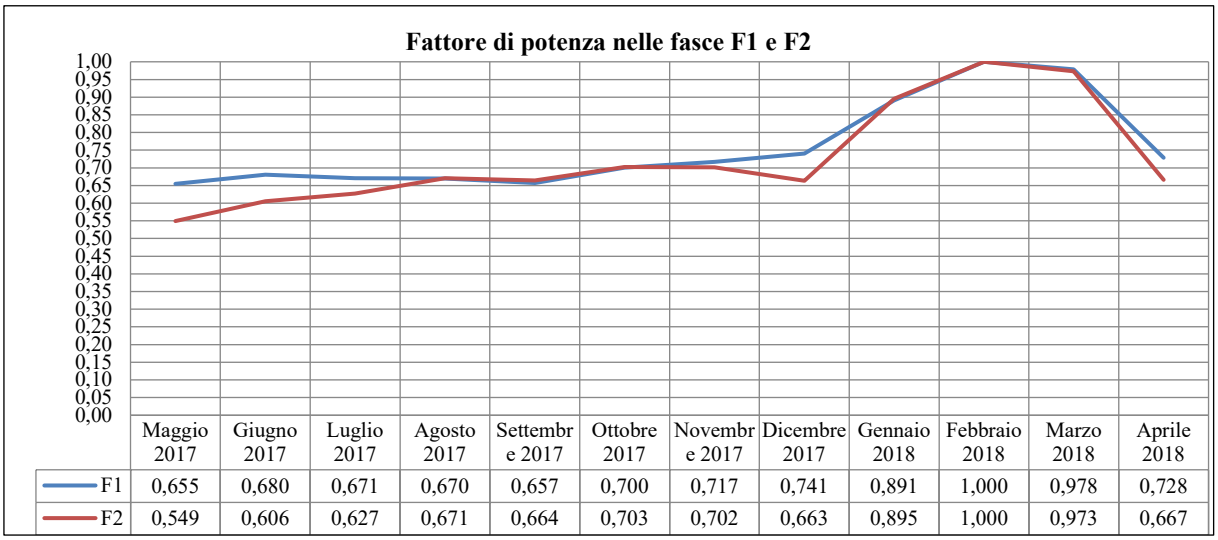
Figura 35 - Potenza attiva oraria settimane settembre 2017

[5] Nei grafici, sono state evidenziate le fasce di consumo secondo la legenda seguente: F1 F2 F3

- ***Potenza reattiva e fattore di potenza***

La potenza reattiva induttiva si genera in corrispondenza di una differenza di fase fra corrente e voltaggio ed è legata alla quota di energia che, in corrente alternata, non è utilizzabile direttamente dalle apparecchiature elettriche, ma aumenta solamente le perdite di rete senza possibilità di essere sfruttata.
Essendo pressoché inevitabile la presenza di tale componente, lo studio del suo andamento permette di individuare la presenza di eventuali scostamenti anomali fra le quantità di assorbimenti reattivi e attivi, potenziale indice di malfunzionamento in uno o più macchinari elettrici dell'Azienda.
Il fattore di potenza, invece, è la quantità che lega potenza attiva e reattiva e, quando risulta essere lontano dal valore unitario (in particolare minore di 0,9), è indice di uno squilibrio di potenza reattiva, situazione che comporta anche l'applicazione di penali da parte del Distributore.

Similmente a quanto fatto nella sezione precedente, l'analisi è stata svolta partendo da un punto di vista macroscopico (anno) fino a giungere ad una visione puntuale (settimana). Per brevità si omettono in questa sede numerosi dei risultati ottenuti, presentando di seguito unicamente un grafico rappresentativo dell'andamento annuale del fattore di potenza.



	Maggio 2017	Giugno 2017	Luglio 2017	Agosto 2017	Settembre 2017	Ottobre 2017	Novembre 2017	Dicembre 2017	Gennaio 2018	Febbraio 2018	Marzo 2018	Aprile 2018
F1	0,655	0,680	0,671	0,670	0,657	0,700	0,717	0,741	0,891	1,000	0,978	0,728
F2	0,549	0,606	0,627	0,671	0,664	0,703	0,702	0,663	0,895	1,000	0,973	0,667

Figura 36 - Fattore di potenza nelle fasce F1 e F2

- ***Analisi delle frequenze delle potenze***

È stato svolto anche uno studio in merito ai periodi di tempo in cui si sono registrati determinati valori di assorbimento di potenza attiva. In particolare, il range che copre i valori al di sotto della massima potenza registrata nel periodo d'analisi (318 kW) è stato suddiviso in 10 intervalli e sono state calcolate le ore in cui si è registrata una potenza compresa in ognuno di essi, ottenendo così il grafico seguente.

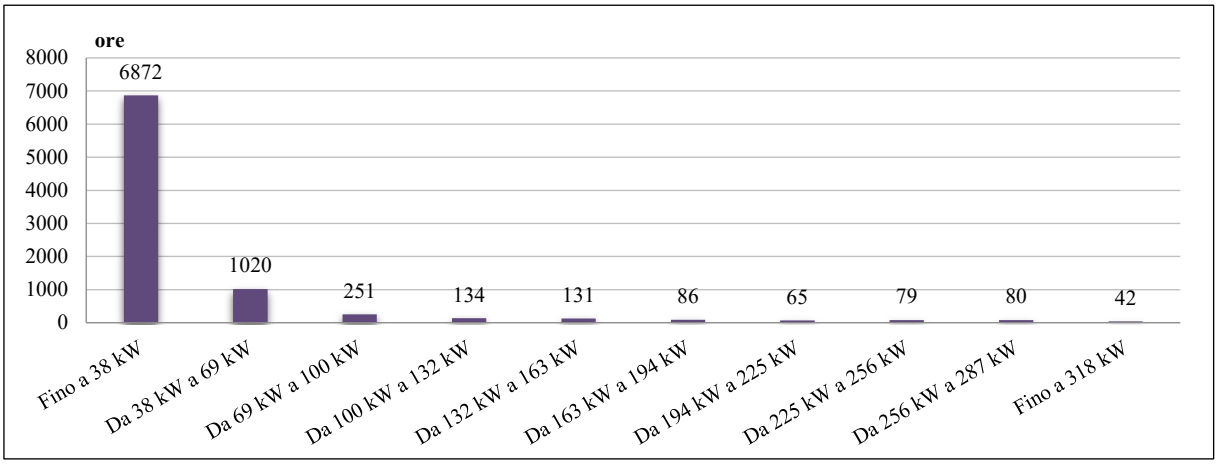


Figura 37 - Ore di funzionamento per gradino di potenza [maggio 2017 - aprile 2018]

Si osserva come la fascia di potenza più bassa sia quella più frequente. Ciò è dovuto alla presenza di una baseline (o "zoccolo di assorbimento") costante nelle ore notturne, cui si sommano i consumi giornalieri. La stessa tipologia di analisi è stata svolta per ogni mese, ma anche in questo caso per semplicità si tralascia di riportare i risultati.

- ***Settimane tipo***

Dall'analisi dei quarti è stato infine possibile estrapolare un importante set di informazioni in merito agli andamenti dei giorni tipo riferiti ai periodi più significativi. Questi profili sono fondamentali per comprendere le attitudini di consumo dell'Azienda, poiché illustrano gli andamenti orari degli assorbimenti elettrici mediati opportunamente sul periodo preso come riferimento.
In particolare, sono stati ottenuti gli andamenti medi prendendo in esame dapprima tutti i 12 mesi analizzati e successivamente i due periodi in cui può essere suddiviso energeticamente ogni anno (vendemmia e stoccaggio). È infine stato svolto un approfondimento anche in relazione ai singoli mesi. La procedura descritta è stata poi ripetuta anche per potenza reattiva e fattore di potenza.

Nella tabella e nelle figure seguenti sono riportati, in funzione delle ore giornaliere i valori ottenuti mediando opportunamente sull'anno i prelievi di potenza attiva, dove le celle rosse, gialle e verdi si riferiscono alle fasce di consumo F1, F2 e F3.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		F1	F2	F3
Lunedì	16	16	16	17	17	16	14	31	60	66	69	69	66	53	54	63	62	58	44	35	28	23	19	17	**39**	664	136	130
Martedì	17	17	17	17	18	17	14	31	56	63	62	61	63	48	50	62	66	62	44	38	33	25	21	19	**38**	636	148	136
Mercoledì	18	17	17	18	19	18	15	33	63	65	66	68	65	51	54	64	69	63	47	41	33	27	23	19	**41**	674	157	141
Giovedì	17	17	18	18	18	18	16	31	58	64	65	66	67	52	54	67	68	60	42	38	33	26	20	19	**40**	664	147	141
Venerdì	18	17	18	18	19	18	16	32	59	63	66	64	65	51	53	60	55	54	41	36	30	26	21	17	**38**	630	144	142
Sabato	17	17	17	17	18	17	15	29	58	61	61	61	57	37	37	46	45	46	43	39	32	21	20	17	**35**		693	136
Domenica	17	16	17	17	18	17	14	15	33	36	37	38	39	27	24	28	30	31	27	21	18	18	17	17	**24**			571
	17	**17**	**17**	**17**	**18**	**17**	**15**	**29**	**55**	**60**	**61**	**61**	**60**	**46**	**46**	**56**	**57**	**53**	**41**	**35**	**30**	**24**	**20**	**18**	**36**			

Tabella 20 - Settimana tipo potenza attiva periodo maggio 2017 - aprile 2018

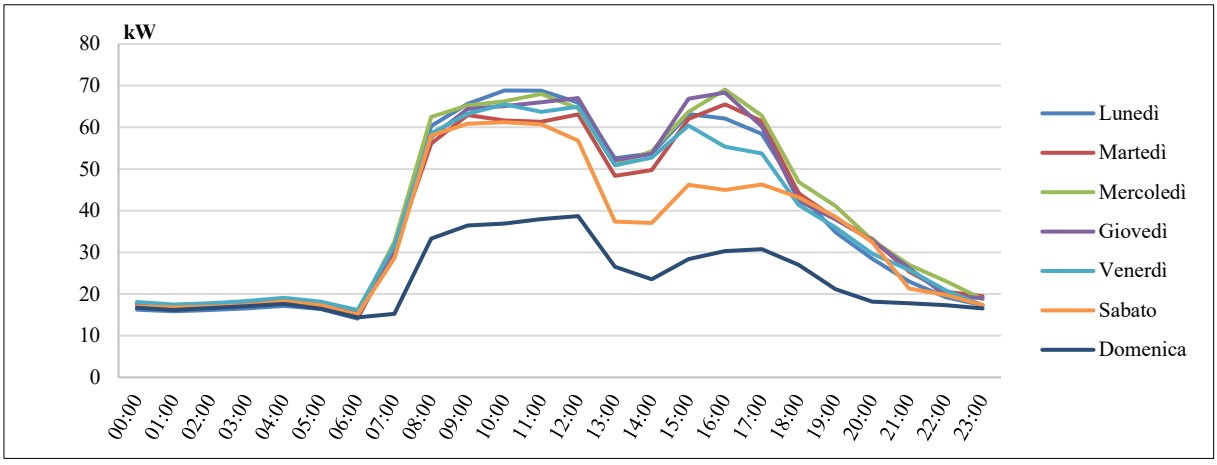


Figura 38 - Andamento giorni tipo potenza attiva periodo maggio 2017 - giugno 2018

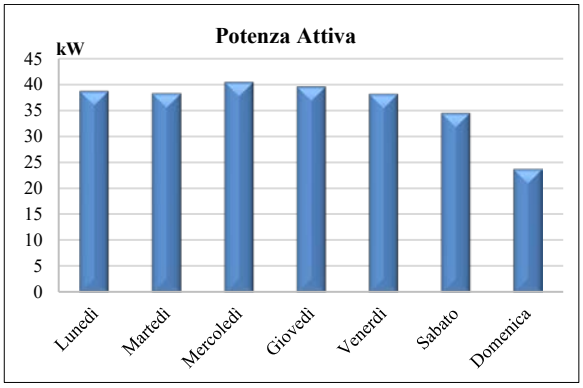


Figura 39 - Prelievi medi di potenza attiva per fasce

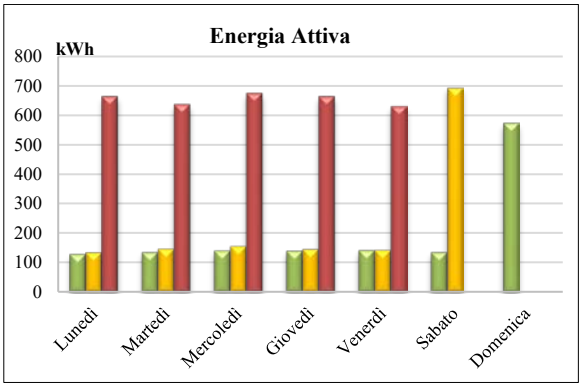


Figura 40 - Consumi di energia attiva per fasce [Picco, Fuori Picco] 2017/2018

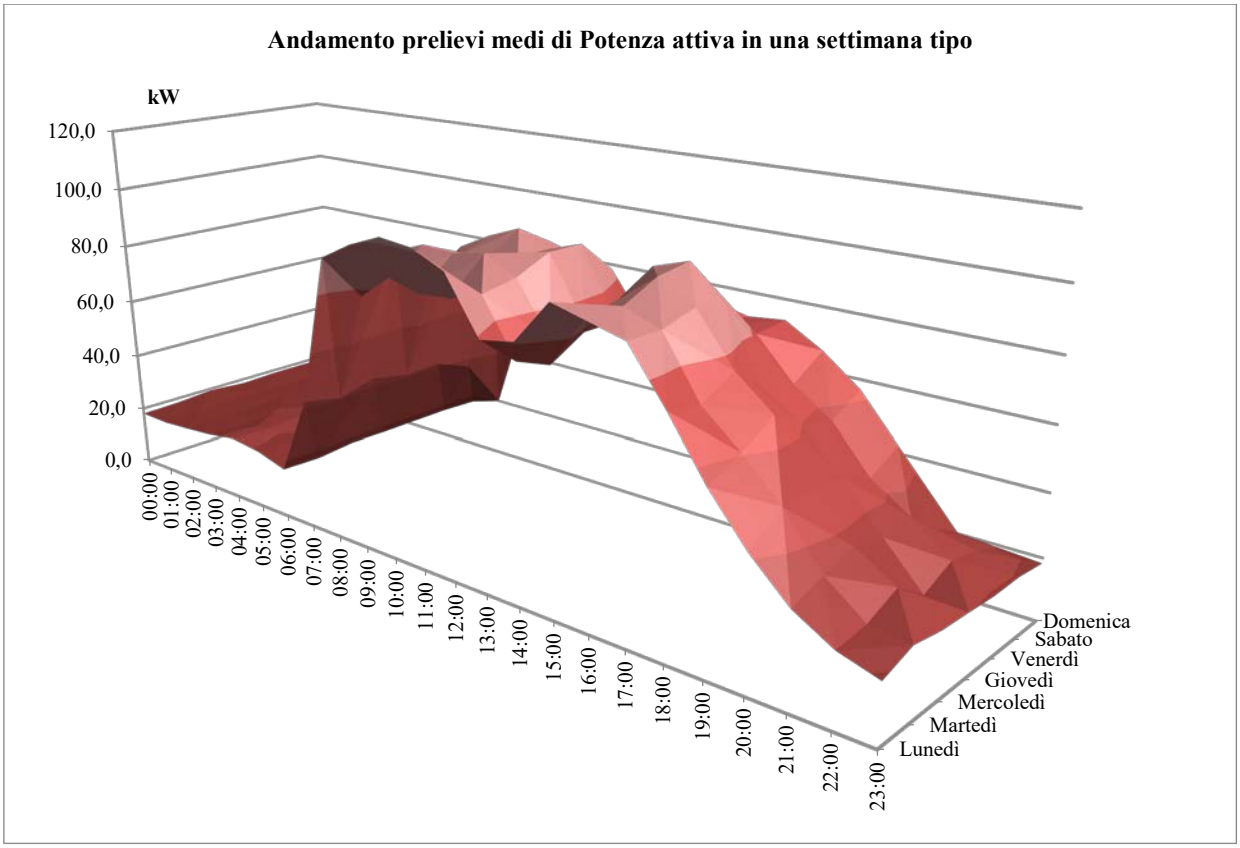


Figura 41 - Andamenti potenza ed energia attiva maggio 2017 - aprile 2018

Quest'ultimo grafico fornisce un'indicazione sui prelievi medi di potenza simile a quella data dai carpet plot, poiché permette di visualizzare, in maniera proporzionale alla potenza, i dati in funzione simultaneamente dei giorni settimanali e delle ore giornaliere.

- ***Considerazioni sull'analisi dei quarti***

L'analisi sui prelievi di potenza attiva, reattiva e del fattore di potenza svolta sin qui ha fornito tutti gli strumenti necessari al fine di comprendere gli andamenti reali della produzione dello stabilimento e di verificare l'eventuale presenza di anomalie.

Esaminando attentamente i valori degli assorbimenti e i grafici ad essi correlati è stato possibile riscontrare la presenza praticamente costante di uno squilibrio di potenza reattiva rispetto a quella attiva. Ciò si evince osservando gli andamenti stagionali del fattore di potenza, che risulta essere quasi sempre ben lontano dal valore unitario.

Ciò è dovuto al fatto che la quantità di energia reattiva mediamente presente è elevata. Tale considerazione induce a ritenere che probabilmente la causa risieda nel funzionamento non corretto di uno o più degli apparecchi attivi in modo continuativo presenti nello stabilimento.

Una possibile soluzione per ovviare a tale problema consiste sicuramente nell'effettuare un rifasamento che non sia generale sull'insieme delle linee elettriche, bensì attuato a livello locale su ogni macchinario.

4.6. Profili di utilizzo

L'azienda è attiva mediamente dal lunedì al venerdì, ma nei periodi di maggior carico l'attività viene svolta anche il sabato mattina. Di seguito è riportato il numero e l'andamento dei giorni lavorativi mensili nel periodo analizzato, stimati sulla base delle informazioni ricevute.

Giorni di attività dell'azienda	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	TOTALE
	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21	**276**

Tabella 21 - Giorni lavorativi mensili

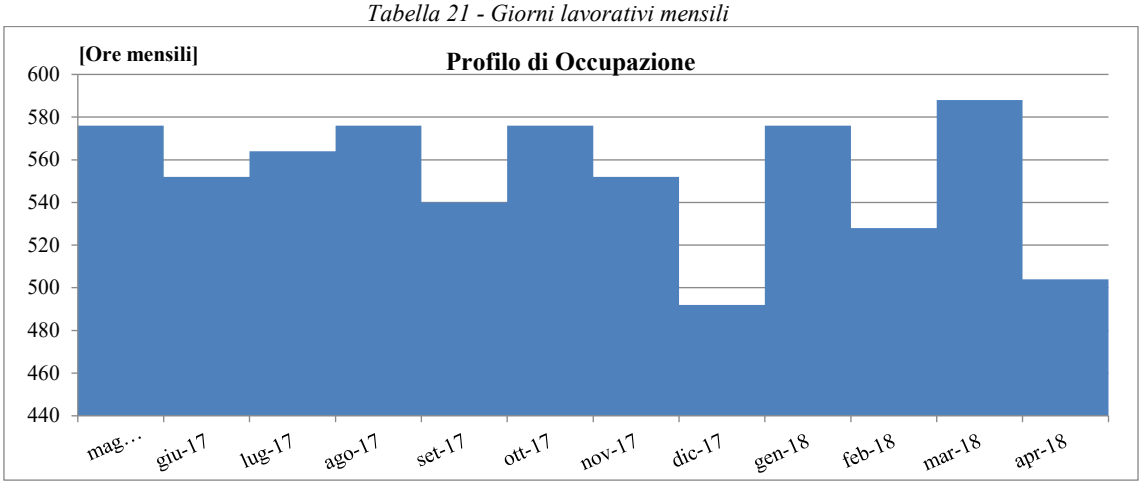


Figura 42 - Ore lavorative mensili

Altra fase di estrema importanza, per l'influenza che ha sulla corretta ricostruzione del modello elettrico, è rappresentata dalla definizione dei cosiddetti profili di utilizzo medi. Questi sono essenzialmente rappresentati dal numero di ore giornaliere, in funzione dei mesi, di utilizzo degli apparecchi elettrici. I consumi elettrici, essendo ottenuti come moltiplicazione delle potenze per le ore di funzionamento, varieranno dunque in base al profilo scelto per simularne l'effettivo utilizzo nella realtà.

Nella tabella riportata nella pagina successiva sono visibili i profili salienti di utilizzo scelti per simulare il comportamento energetico della Cantina in oggetto.

Si puntualizza che il profilo relativo all'illuminazione esterna è stato ipotizzato in modo da essere coerente con l'andamento delle ore di luce nell'area geografica in cui è sita la Cantina. Per i compressori sono stati create 2 distinte modalità di funzionamento, per modellizzare al meglio l'utilizzo di aria compressa per le presse e l'utilizzo per la linea di imbottigliamento. Per quanto riguarda quest'ultima, le ore di funzionamento annuali stimate risultano essere compatibili con la potenzialità massima di imbottigliamento dei macchinari, pari a 3.000 bottiglie/h. Infatti, dividendo il numero di bottiglie prodotte nell'anno in esame per tale quantità, si ottiene un valore (da considerare come massimo limite teorico di ore annue di produzione) che non si discosta di molto da quelle ipotizzate.

Nome profilo	Ore al giorno												Giorni al mese											
	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18
Pesa a ponte bilico	1	1	1	3	8	3	1	1	1	1	1	1	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Prelevacampioni e Rifrattometro	0	0	0	4	8	3	1	1	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Illuminazione Pesatura	2	2	2	3	8	3	1	1	1	2	2	2	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Illuminazione esterna	9,7	9,2	9,4	10,3	11,4	12,6	13,7	14,2	14	13,1	11,9	10,7	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Pigiadiraspatrici DND	0	0	0	3	8	4	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Nastri trasp. raspi e trituratore	0	0	0	3	8	4	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Linea continua	0	0	0	2	8	2	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Airpress	0	0	0	2	8	3	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Compressori (Presse)	0	0	0	2	8	3	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Coclee trasporto vinacce	0	0	0	3	8	3	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Illuminazione Ammostatura	0	0	0	3	8	4	1	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Gruppo frigo	0	0	0	24	24	24	24	0	0	0	0	0	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Gruppo pompe e pompe di travaso	2	5	4	4	10	2	2	4	4	3	2	3	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Separatore centrifugo	0	0	2	2	8	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Filtro ad alluvionaggio	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Filtro tangenziale	0	0	0	0	0	0	0	6	5	3	3	3	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Filtro feccia a piastre	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Microssigenatore	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	3	3	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Illuminazione Cantina	2	4	4	4	8	2	2	2	2	2	2	2	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Caldaia	1	1	1	0	0	0	1	2	2	2	2	2	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Linea imbottigliamento vini	5	5	5	0	0	0	1	6	6	6	6	6	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Linea incartonamento bottiglie	5	5	5	0	0	0	1	6	6	6	6	6	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Pallettizzatore e fasciapallets	5	5	5	0	0	0	1	6	6	6	6	6	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Cella frigo	24	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	24	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Impianti distribuzione vino sfuso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Generatore di azoto	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	3	3	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Impianto di saturazione CO2	0	0	6	6	8	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Impianto confezionamento Bag in box	2	2	2	0	0	0	0	5	3	3	3	3	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Illuminazione Imbottigliamento	3	3	3	1	1	0	1	6	6	6	7	7	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Depuratore reflui	2	4	4	4	10	2	1	4	4	4	4	4	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Utenze Custode	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Utenze Uffici	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21
Autoclave	2	2	4	4	6	3	2	3	3	2	2	3	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30
Compressori (Imbottigliamento)	3	3	1	0	0	0	0	3	3	2	2	2	24	23	23,5	24	22,5	24	23	20,5	24	22	24,5	21

Tabella 22 - Profili di funzionamento

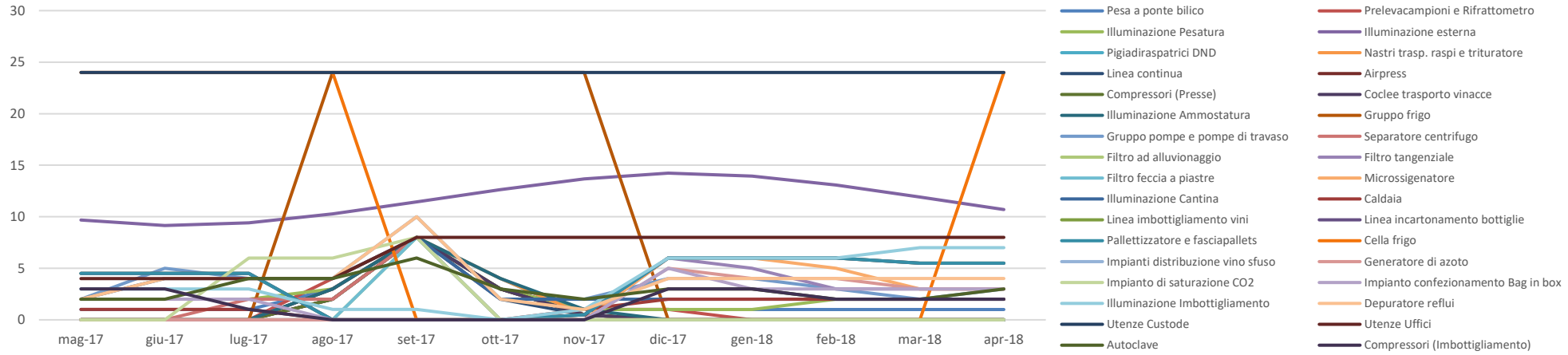


Figura 43 - Andamento profili di funzionamento annuali

4.7. Ricostruzione dei giorni tipo

In questo paragrafo verrà effettuata una verifica dei profili di funzionamento ipotizzati in precedenza, al fine di ottenere una conferma sulla loro validità. Tale obiettivo verrà raggiunto con l'ausilio dei dati riguardanti i profili di prelievo al quarto d'ora forniti dal Distributore nel relativo portale energia, presentati in precedenza.

Per ognuno dei 2 periodi dell'anno introdotti in precedenza, *vendemmia* (luglio-dicembre) e *lavorazione e stoccaggio* del vino (gennaio-giugno), è stata effettuata l'analisi sui rispettivi giorni tipo, per estrapolare i valori medi di potenza assorbita visibili nelle figure seguenti.

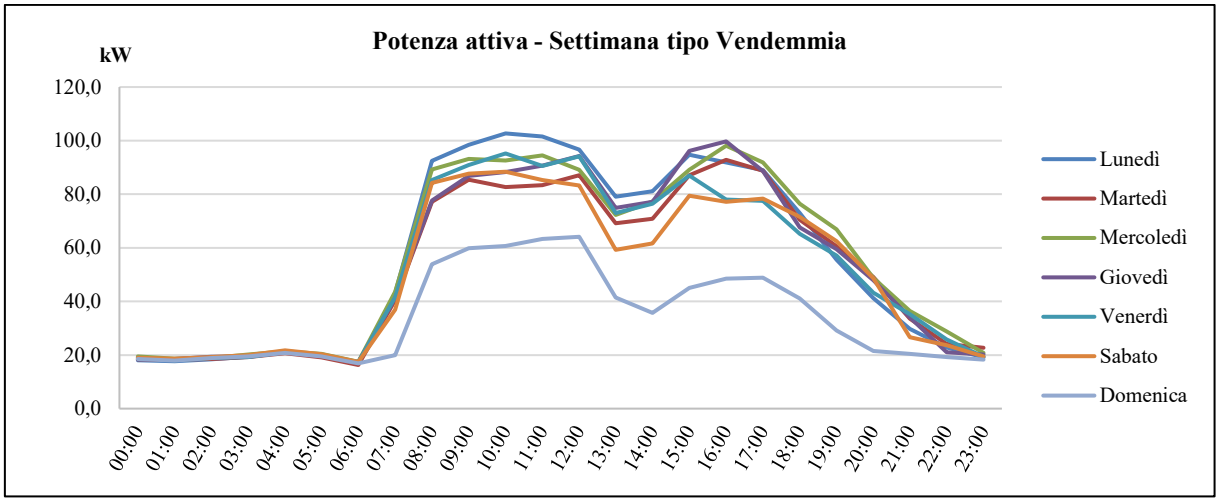


Figura 44 - Andamento giorni tipo - periodo vendemmia

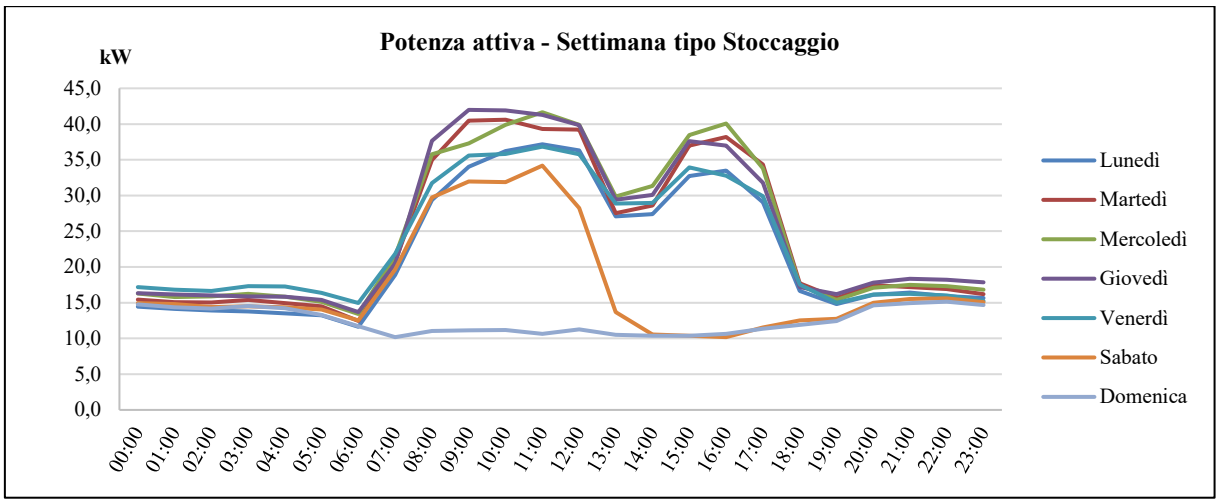


Figura 45 - Andamento giorni tipo - periodo stoccaggio

Si può notare come nel primo periodo si abbiano assorbimenti anche il sabato pomeriggio e la domenica, periodi normalmente non soggetti ad attività.

Prendendo come riferimento l'andamento di un giorno tipo per ciascuno dei 2 periodi, ottenuto mediando opportunamente i valori di tutti i giorni tipo della settimana considerata, è stato possibile appurare la correttezza dei profili di funzionamento e dei fattori correttivi ipotizzati, moltiplicandoli per le potenze degli apparecchi attivi ora per ora. Come si evince osservando i risultati esposti nei grafici seguenti, si può iniziare ad intuire la distribuzione dei consumi nelle diverse aree funzionali dello stabilimento.

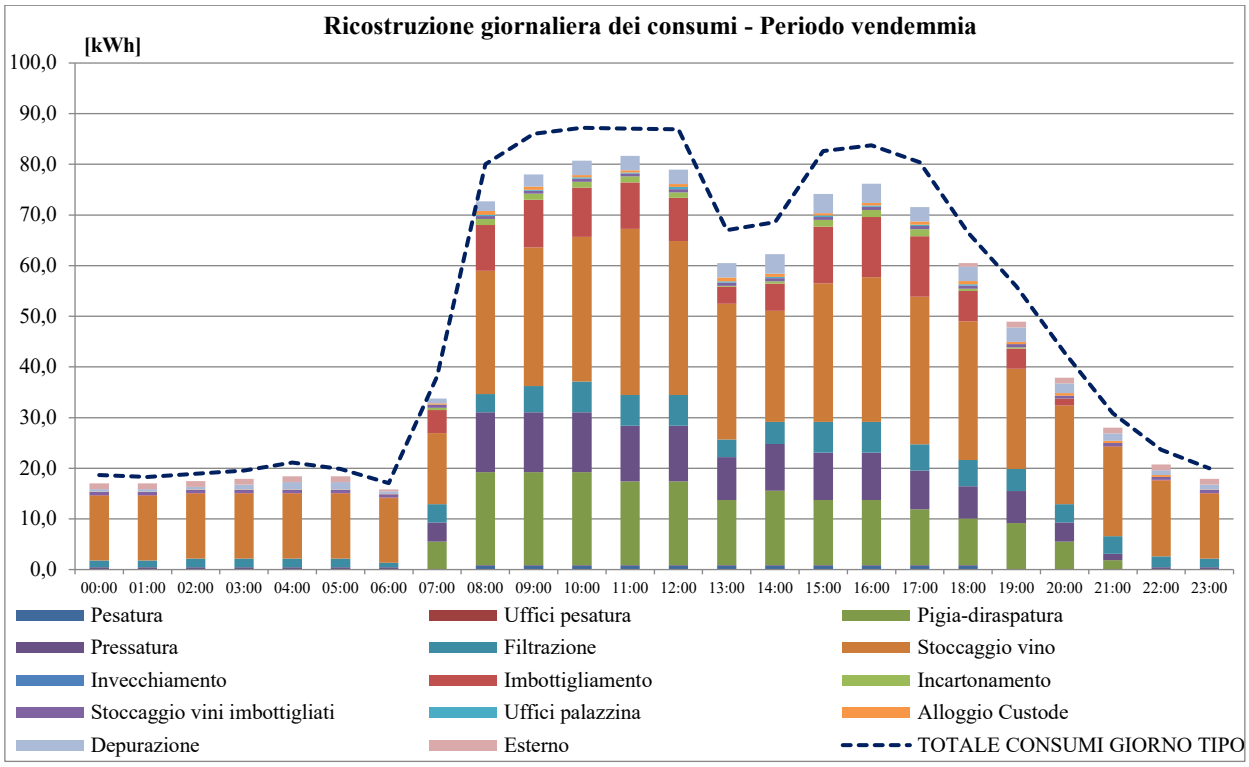


Figura 46 - Ricostruzione giornaliera consumi - periodo vendemmia

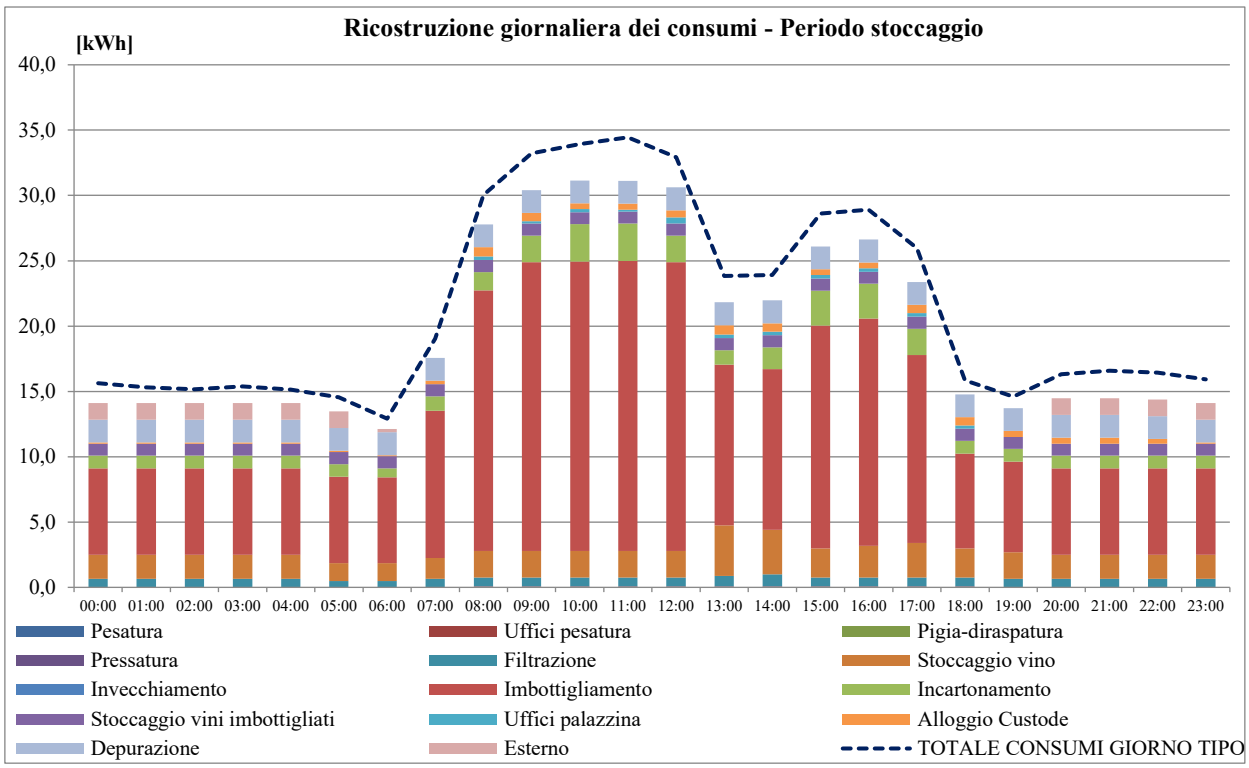


Figura 47 - Ricostruzione giornaliera consumi - periodo stoccaggio

4.8. Ricostruzione dei consumi

A questo punto, dopo aver verificato la ragionevolezza dei profili di funzionamento ed aver predisposto un inventario dei macchinari, si è proceduto ad intersecare i dati relativi alle potenze, modificate con gli opportuni fattori correttivi, con quelli riferiti alle ore di utilizzo.

Tale procedura ha permesso di ricostruire i consumi della struttura scorporandoli in ogni loro parte saliente. Tale ricostruzione, denominata anche modello energetico, è stata poi validata effettuando un confronto con i dati di consumo reali.

È stato scelto di tarare il modello elettrico affinché ricostruisse i consumi elettrici reali (derivanti da fatturazione) con una percentuale compresa tra l'87% e il 94% degli stessi. Si è deciso di lasciare una percentuale non trascurabile di quota non ricostruita al fine di tenere conto della quota dei consumi imputabile alle perdite di linea e agli altri apparecchi elettrici secondari non presenti nell'inventario con cui si è elaborato il presente modello.

Per quanto riguarda il modello termico, invece, l'incidenza di perdite e fattori secondari è molto minore rispetto al caso precedente. Per tale motivo si è deciso di ricostruire i consumi termici con una percentuale di copertura compresa tra il 97% e il 99%.

4.8.1. Modello elettrico

Si riportano di seguito i modelli relativi ai diversi vettori energetici utilizzati. I consumi delle diverse utenze elettriche e termiche sono stati ricostruiti, su base mensile, in funzione dei profili orari descritti in precedenza. L'analisi dei modelli energetici è strutturata sulla base di tre livelli di approfondimento consequenziali:

- Livello A: consumo complessivo del vettore energetico analizzato

- Livello B: consumi mensili suddivisi per macrocategoria (Servizi Ausiliari e Servizi Generali)

- Livello C: consumi mensili suddivisi per uso finale (Illuminazione, Refrigerazione, Macchinari, ecc.)

- Livello D: consumi mensili suddivisi per utenza (Gruppi frigo, Luci, Apparecchiature elettriche, ecc.)

La tabella di seguito riportata sintetizza i risultati ottenuti dal modello elettrico presentando i consumi complessivi di energia elettrica (Livello A) e suddivisi per macrocategoria (Livello B). Il consumo totale ricostruito a seguito dell'analisi è stato confrontato con i consumi fatturati nel periodo in analisi, verificando la percentuale di ricostruzione raggiunta sia a livello mensile che totale.

	Consumi accorpati per macrocategoria [kWh]												Consumo annuo [kWh]	% sul totale
Macrocategoria	**mag-17**	**giu-17**	**lug-17**	**ago-17**	**set-17**	**ott-17**	**nov-17**	**dic-17**	**gen-18**	**feb-18**	**mar-18**	**apr-18**		
Servizi generali	912	964	1.000	1.044	1.434	1.061	1.013	1.169	1.225	1.091	1.209	1.072	**13.193**	4,6%
Servizi ausiliari	5.215	6.993	6.437	30.268	36.917	24.389	19.399	5.686	6.155	4.557	4.443	5.752	**156.209**	54,1%
Attività principali	6.211	5.952	7.726	9.818	34.903	10.769	2.141	8.386	9.433	8.246	8.479	7.268	**119.332**	41,3%
Totale [kWh]	**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	100,0%
Consumi fatturati [kWh]	**13.241**	**15.131**	**16.712**	**44.584**	**82.745**	**38.782**	**24.787**	**16.632**	**18.065**	**14.788**	**15.215**	**15.939**	**316.621**	**91,2%**

Tabella 23 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica Complessivo e per Macrocategoria

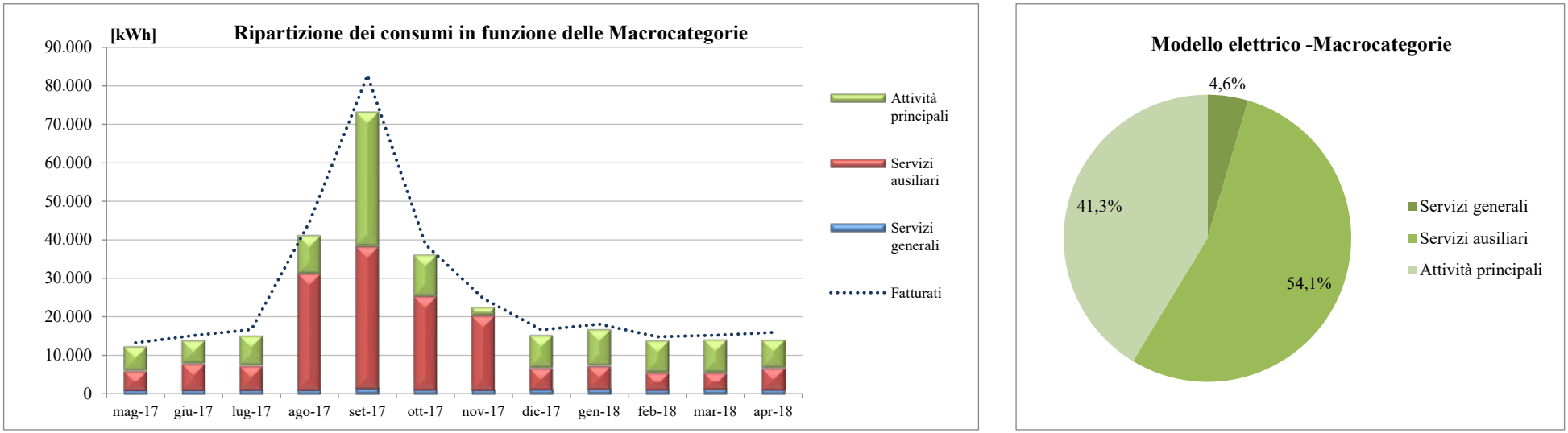


Figura 48 - Livello A e Livello B: consumo di energia elettrica Complessivo e per Macrocategoria

Di seguito, si riportano i risultati ottenuti dal modello elettrico presentando i consumi di energia elettrica dei servizi caratteristici della Cantina vinicola (Livello C).

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo mensile [kWh]												Consumo annuo [kWh]	% sul totale	Consumo annuo [tep]
		mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18			
Macchinari	Attività Principali	6.211	5.952	7.726	9.818	34.903	10.769	2.141	8.386	9.433	8.246	8.479	7.268	**119.332**	41,3%	**22,3**
Accessori	Servizi Ausiliari	0	0	846	1.818	3.257	957	179	686	576	528	441	378	**9.665**	3,3%	**1,8**
Aria compressa	Servizi Ausiliari	1.951	1.869	637	1.300	4.877	1.951	312	1.666	1.951	1.192	1.328	1.138	**20.170**	7,0%	**3,8**
Pompe	Servizi Ausiliari	1.021	2.268	2.005	2.452	5.588	1.494	1.045	1.719	1.980	1.345	1.040	1.358	**23.315**	8,1%	**4,4**
Refrigerazione	Servizi Ausiliari	1.364	1.320	1.364	23.277	19.759	19.277	17.498	0	0	0	0	1.320	**85.179**	29,5%	**15,9**
Produzione vapore	Servizi Ausiliari	169	161	165	0	0	0	22	195	228	209	214	183	**1.546**	0,5%	**0,3**
Depurazione	Servizi Ausiliari	710	1.375	1.420	1.420	3.436	710	344	1.420	1.420	1.283	1.420	1.375	**16.334**	5,7%	**3,1**
Utenze uffici	Servizi Generali	55	52	53	55	102	109	105	93	109	100	111	95	**1.040**	0,4%	**0,2**
Utenze Custode	Servizi Generali	282	273	282	282	273	282	273	282	282	255	282	273	**3.320**	1,1%	**0,6**
Illuminazione interna	Servizi Generali	234	327	334	345	669	225	169	292	342	320	395	339	**3.990**	1,4%	**0,7**
Illuminazione esterna	Servizi Generali	341	312	331	362	390	445	467	502	492	416	420	365	**4.843**	1,7%	**0,9**
Totale [kWh]		**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	100,0%	**53,99**
Consumi fatturati [kWh]		**13.241**	**15.131**	**16.712**	**44.584**	**82.745**	**38.782**	**24.787**	**16.632**	**18.065**	**14.788**	**15.215**	**15.939**	**316.621**		
% di copertura		93,2%	91,9%	90,7%	92,3%	88,5%	93,4%	91,0%	91,6%	93,1%	94,0%	92,9%	88,4%	**91,2%**		

Tabella 24 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per Attività/Servizio (o uso finale)

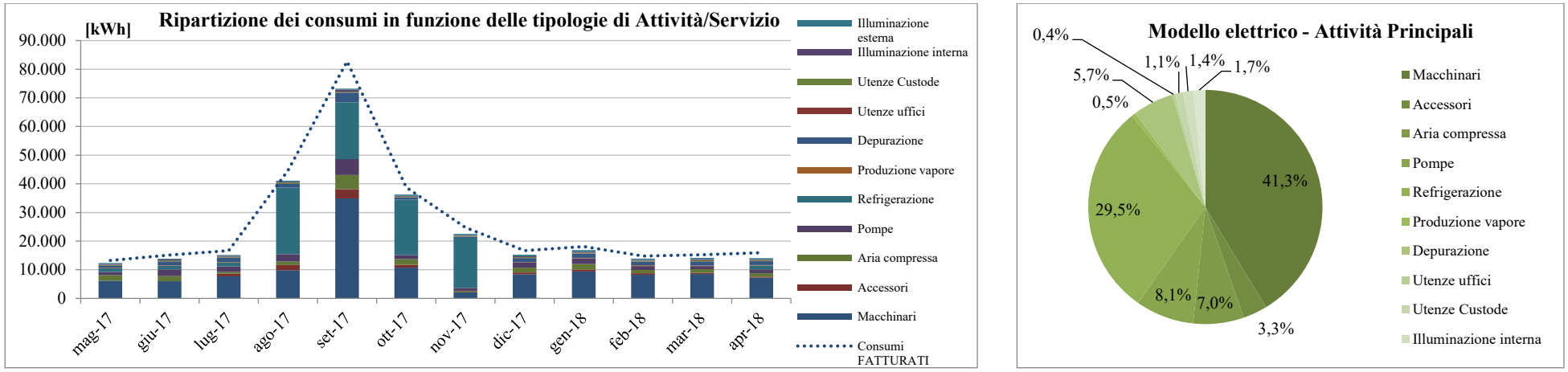


Figura 49 - Livello C: consumi di energia elettrica suddivisi per Attività/Servizio (o uso finale)

Dai dati appena esposti, si può evincere il ruolo predominante dei macchinari, seguito dall'attività di refrigerazione.

Osservando i prospetti precedenti, è possibile visualizzare nell'immediato i servizi prevalenti che caratterizzano l'andamento dei consumi annui dell'impianto.

I grafici di seguito riportati mostrano l'andamento dei consumi mensili di ciascuna tipologia di attività/servizio (Livello C).

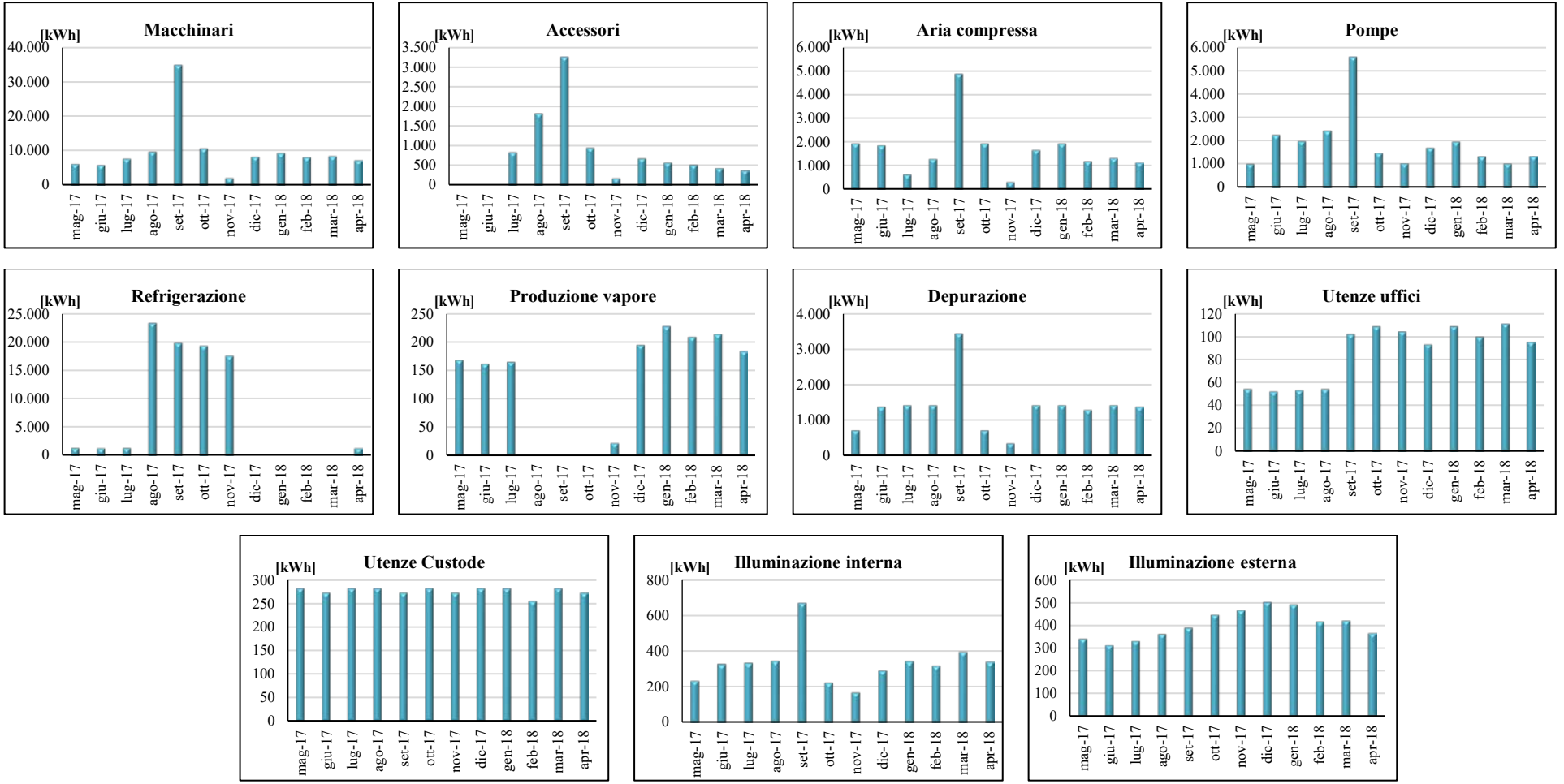


Figura 50 - Dettaglio consumi di energia elettrica suddivisi per attività/servizio (o uso finale)

Nella pagina seguente, si può notare come le aree funzionali di stoccaggio e imbottigliamento siano quelle con più incidenza, seguite dalla pigia-diraspatura.

Area funzionale	Consumo mensile per Area funzionale [kWh]													
	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	Consumo annuo [kWh]	% sul totale
Pesatura	20	20	20	393	775	310	99	88	20	19	21	18	**1.804**	0,6%
Uffici pesatura	13	13	13	20	50	20	6	6	7	12	14	12	**186**	0,1%
Pigia-diraspatura	0	0	0	6.800	16.999	8.808	1.098	0	0	0	0	0	**33.705**	11,7%
Pressatura	0	0	0	3.683	13.811	5.066	882	0	0	0	0	0	**23.443**	8,1%
Filtrazione	0	0	1.645	1.680	11.580	0	0	1.093	1.067	587	653	560	**18.865**	6,5%
Stoccaggio vino	1.002	2.351	1.963	23.918	24.358	20.280	18.458	1.676	1.962	1.378	1.056	1.297	**99.700**	34,5%
Invecchiamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0,0%
Imbottigliamento	7.651	7.333	7.192	1.153	1.480	188	743	8.887	10.228	8.720	8.984	7.775	**70.333**	24,4%
Incartonamento	898	861	880	0	0	0	77	1.193	1.226	1.124	1.169	1.002	**8.430**	2,9%
Stoccaggio vini imbottigliati	1.364	1.320	1.364	1.364	0	0	0	0	0	0	0	1.320	**6.732**	2,3%
Uffici palazzina	55	52	53	55	102	109	105	93	109	100	111	95	**1.040**	0,4%
Alloggio Custode	282	273	282	282	273	282	273	282	282	255	282	273	**3.320**	1,1%
Depurazione	710	1.375	1.420	1.420	3.436	710	344	1.420	1.420	1.283	1.420	1.375	**16.334**	5,7%
Esterno	341	312	331	362	390	445	467	502	492	416	420	365	**4.843**	1,7%
Consumi fatturati [kWh]	**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	100,0%
Totale [kWh]	13.241	15.131	16.712	44.584	82.745	38.782	24.787	16.632	18.065	14.788	15.215	15.939	**316.621**	**91,2%**

Tabella 25 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Area funzionale

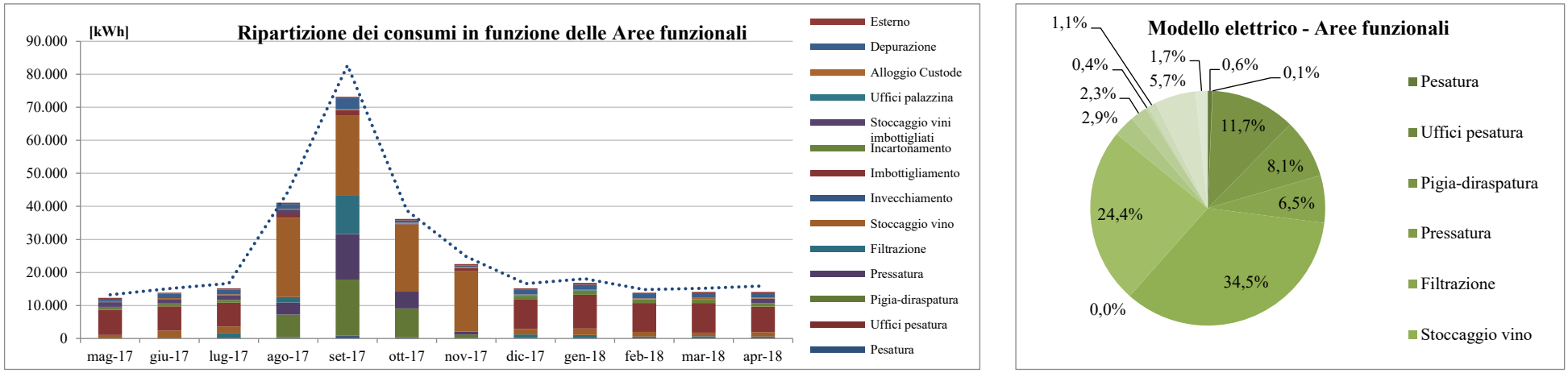


Figura 51 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Area funzionale

Segue il dettaglio per reparto, in cui si nota che imbottigliamento e stoccaggio (contenente la refrigerazione) sono le zone più energivore, seguite dall'Ammostatura.

Reparto	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	Consumo annuo [kWh]	% sul totale
Pesatura	20	20	20	393	775	310	99	88	20	19	21	18	**1.804**	0,6%
Uffici (Pesatura)	13	13	13	20	50	20	6	6	7	12	14	12	**186**	0,1%
Ammostatura	0	0	0	10.483	30.810	13.875	1.980	0	0	0	0	0	**57.147**	19,8%
Zona Lavorazione vini	1.002	2.351	3.608	3.685	16.179	1.002	961	2.770	3.029	1.965	1.709	1.857	**40.118**	13,9%
Zona Stoccaggio vini	0	0	0	21.913	19.759	19.277	17.498	0	0	0	0	0	**78.447**	27,2%
Zona Invecchiamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0,0%
Zona Deposito vuoti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0,0%
Zona Imbottigliamento	8.549	8.194	8.072	1.153	1.480	188	821	10.080	11.454	9.844	10.153	8.777	**78.764**	27,3%
Zona Deposito vini imbottigliati	1.364	1.320	1.364	1.364	0	0	0	0	0	0	0	1.320	**6.732**	2,3%
Uffici (Palazzina)	55	52	53	55	102	109	105	93	109	100	111	95	**1.040**	0,4%
Alloggio Custode	282	273	282	282	273	282	273	282	282	255	282	273	**3.320**	1,1%
Depurazione	710	1.375	1.420	1.420	3.436	710	344	1.420	1.420	1.283	1.420	1.375	**16.334**	5,7%
Esterno	341	312	331	362	390	445	467	502	492	416	420	365	**4.843**	1,7%
Consumi fatturati [kWh]	**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	100,0%
TOTALE [kWh]	**13.241**	**15.131**	**16.712**	**44.584**	**82.745**	**38.782**	**24.787**	**16.632**	**18.065**	**14.788**	**15.215**	**15.939**	**316.621**	**91,2%**

Tabella 26 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Reparto

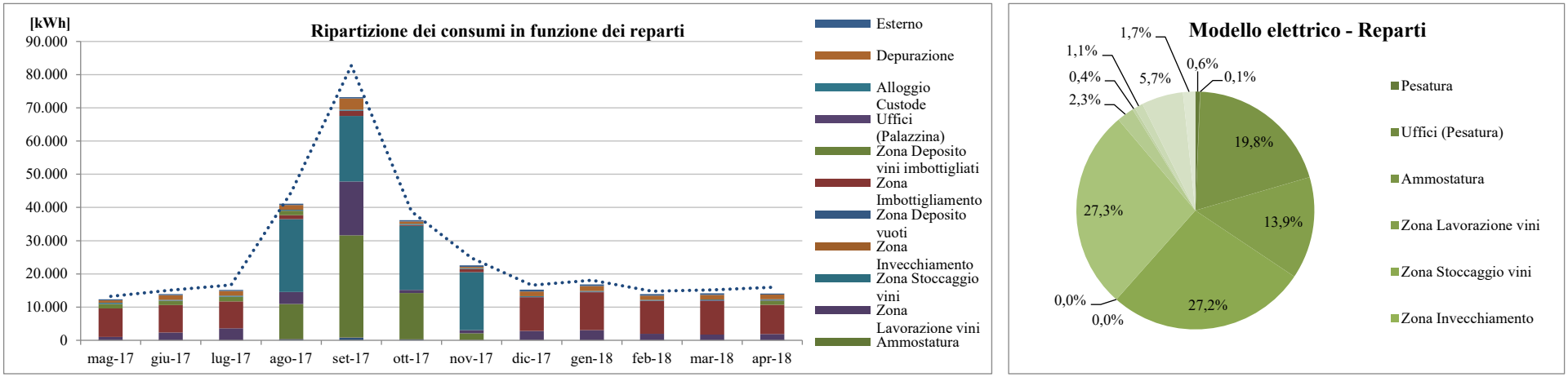


Figura 52 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Reparto

Nella tabella seguente, è visibile la ripartizione in base ai fabbricati, ove si evince che il Corpo Cantina ha la maggior incidenza sui consumi.

	Consumo mensile [kWh]														
Fabbricato	**mag-17**	**giu-17**	**lug-17**	**ago-17**	**set-17**	**ott-17**	**nov-17**	**dic-17**	**gen-18**	**feb-18**	**mar-18**	**apr-18**	**Consumo annuo [kWh]**	**% sul totale**	**Consumo annuo [tep]**
Area Pesatura	34	32	33	413	825	330	105	94	27	31	35	30	**1.989**	0,7%	**0,4**
Area Ammostatura	0	0	0	10.483	30.810	13.875	1.980	0	0	0	0	0	**57.147**	19,8%	**10,7**
Corpo Cantina	1.002	2.351	3.608	25.598	35.938	20.280	18.458	2.770	3.029	1.965	1.709	1.857	**118.565**	41,1%	**22,2**
Corpo Imbottigliamento	9.913	9.514	9.436	2.517	1.480	188	821	10.080	11.454	9.844	10.153	10.097	**85.496**	29,6%	**16,0**
Palazzina uffici e Alloggio Custode	337	325	335	337	375	391	377	375	391	355	393	368	**4.360**	1,5%	**0,8**
Area Esterna	1.051	1.687	1.752	1.783	3.826	1.155	810	1.922	1.912	1.699	1.840	1.739	**21.177**	7,3%	**4,0**
TOTALE [kWh]	**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	100,0%	**54,0**
Consumi fatturati [kWh]	13.241	15.131	16.712	44.584	82.745	38.782	24.787	16.632	18.065	14.788	15.215	15.939	**316.621**	**91,2%**	

Tabella 27 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Fabbricato

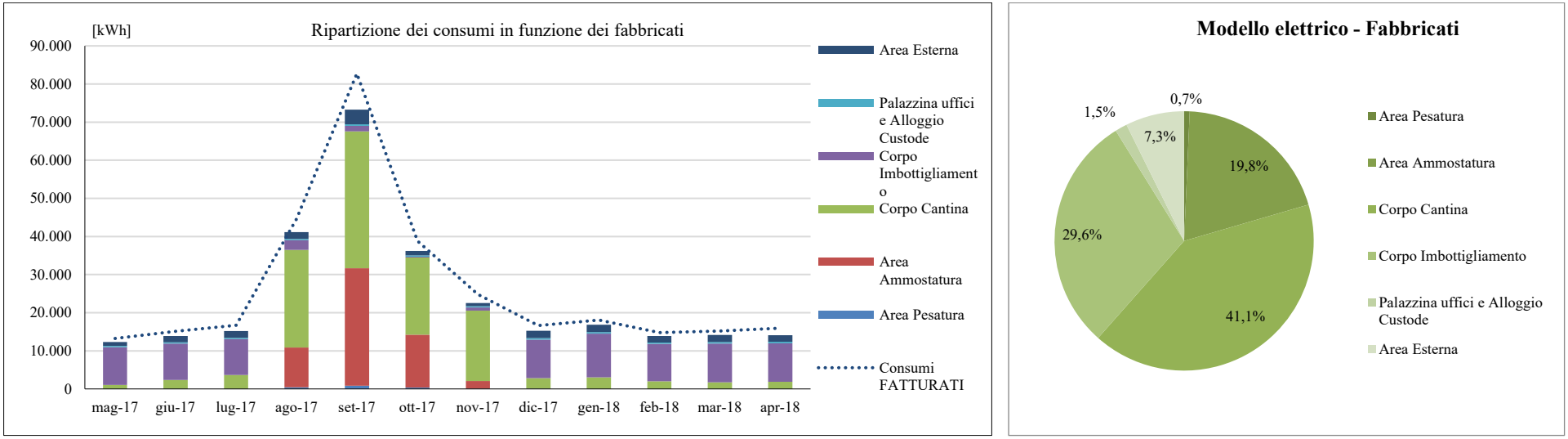


Figura 53 - Consumi di energia elettrica suddivisi per Fabbricato

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

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale	% sul Fabbricato	% su Area funzionale	% su Macrocategoria	% su attività/servizio
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Attività Principali	Macchinari	Pesa a ponte bilico	20	20	20	61	154	61	20	17	20	19	21	18	**452**	**0,08**	0,2%	22,7%	25,1%	0,4%	0,4%
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Prelevacampioni a sonda	0	0	0	323	606	243	77	69	0	0	0	0	**1.319**	**0,25**	0,5%	66,3%	73,1%	0,8%	13,6%
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Rifrattometro	0	0	0	8	15	6	2	2	0	0	0	0	**33**	**0,01**	0,0%	1,7%	1,8%	0,0%	0,3%
Area Pesatura	Uffici pesatura	Uffici (Pesatura)	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Pesatura	13	13	13	20	50	20	6	6	7	12	14	12	**186**	**0,03**	0,1%	9,3%	100,0%	1,4%	4,7%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pigia-diraspatrice da 500 q.li/h	0	0	0	2.887	7.216	3.849	461	0	0	0	0	0	**14.413**	**2,70**	5,0%	25,2%	42,8%	12,1%	12,1%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pigia-diraspatrice da 800 q.li/h	0	0	0	1.604	4.009	2.138	256	0	0	0	0	0	**8.007**	**1,50**	2,8%	14,0%	23,8%	6,7%	6,7%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Metal detector	0	0	0	34	85	45	5	0	0	0	0	0	**170**	**0,03**	0,1%	0,3%	0,5%	0,1%	1,8%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Diraspatore	0	0	0	986	2.464	1.314	157	0	0	0	0	0	**4.921**	**0,92**	1,7%	8,6%	14,6%	4,1%	4,1%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Trasportatori a coclea	0	0	0	364	909	364	58	0	0	0	0	0	**1.695**	**0,32**	0,6%	3,0%	5,0%	1,1%	17,5%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Nastro trasportatore	0	0	0	115	288	154	18	0	0	0	0	0	**575**	**0,11**	0,2%	1,0%	1,7%	0,4%	6,0%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Accessori	Nastro elevatore	0	0	0	109	273	146	17	0	0	0	0	0	**545**	**0,10**	0,2%	1,0%	1,6%	0,3%	5,6%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Frantumatore di raspi	0	0	0	218	546	291	35	0	0	0	0	0	**1.090**	**0,20**	0,4%	1,9%	3,2%	0,9%	0,9%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria AIRPRESS 320	0	0	0	458	1.718	687	110	0	0	0	0	0	**2.973**	**0,56**	1,0%	5,2%	12,7%	2,5%	2,5%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria DRAYNPRESS 150	0	0	0	504	1.890	756	121	0	0	0	0	0	**3.271**	**0,61**	1,1%	5,7%	14,0%	2,7%	2,7%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Pressa soffice ad aria AIRPRESS 150	0	0	0	504	1.890	756	121	0	0	0	0	0	**3.271**	**0,61**	1,1%	5,7%	14,0%	2,7%	2,7%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Attività Principali	Macchinari	Linea continua con Sgrondatore e Velocipressa	0	0	0	916	3.436	916	220	0	0	0	0	0	**5.489**	**1,03**	1,9%	9,6%	23,4%	4,6%	4,6%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Pompe	Pompa MOHNO	0	0	0	410	1.024	410	65	0	0	0	0	0	**1.909**	**0,36**	0,7%	3,3%	5,7%	1,2%	8,2%
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Ammostatura	0	0	0	74	184	98	24	0	0	0	0	0	**380**	**0,07**	0,1%	0,7%	1,1%	2,9%	9,5%
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Servizi Ausiliari	Pompe	Groppo pompe	896	2.147	1.755	1.792	4.200	896	859	1.531	1.792	1.232	915	1.176	**19.189**	**3,59**	6,6%	16,2%	19,2%	12,3%	82,3%
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Separatore centrifugo	0	0	1.645	1.680	6.300	0	0	0	0	0	0	0	**9.625**	**1,80**	3,3%	8,1%	51,0%	8,1%	8,1%
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro ad alluvionaggio continuo (a farina)	0	0	0	0	960	0	0	0	0	0	0	0	**960**	**0,18**	0,3%	0,8%	5,1%	0,8%	0,8%
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro tangenziale	0	0	0	0	0	0	0	1.093	1.067	587	653	560	**3.960**	**0,74**	1,4%	3,3%	21,0%	3,3%	3,3%
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Filtro feccia (Pressa per vinacce)	0	0	0	0	4.320	0	0	0	0	0	0	0	**4.320**	**0,81**	1,5%	3,6%	22,9%	3,6%	3,6%
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Attività Principali	Macchinari	Microssigenatore	0	0	0	0	0	0	0	55	64	49	33	28	**228**	**0,04**	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Cantina	106	204	208	213	399	106	102	91	106	98	109	93	**1.836**	**0,34**	0,6%	1,5%	1,8%	13,9%	46,0%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Gruppo di riempimento nella Linea di imbott. [Sciacquatr. + Riempitr. + Tappatr.]	5.292	5.072	5.182	0	0	0	564	6.027	7.056	6.468	6.603	5.660	**47.922**	**8,96**	16,6%	56,1%	68,1%	40,2%	40,2%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Produzione vapore	Impianto di sanificazione [Scambiatore di ioni per addolcimento acqua + Pompa di ricircolo]	164	157	160	0	0	0	17	186	218	200	204	175	**1.482**	**0,28**	0,5%	1,7%	2,1%	0,9%	95,9%

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	Consumo annuo [kWh]	Consumo annuo [tep]	% sul totale	% sul Fabbricato	% su Area funzionale	% su Macrocategoria	% su attività/servizio
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Impianto confezionamento Bag in Box	171	164	167	0	0	0	0	364	256	235	261	224	**1.842**	**0,34**	0,6%	2,2%	21,8%	1,5%	1,5%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Accessori	Impianto di generazione Azoto	0	0	0	0	0	0	0	615	576	528	441	378	**2.538**	**0,47**	0,9%	3,0%	3,6%	1,6%	26,3%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Accessori	Impianto di saturazione CO2	0	0	846	864	1.080	0	0	0	0	0	0	0	**2.790**	**0,52**	1,0%	3,3%	4,0%	1,8%	28,9%
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Fasciatore automatico pallets	728	697	712	0	0	0	77	829	970	889	908	778	**6.589**	**1,23**	2,3%	7,7%	78,2%	5,5%	5,5%
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Imbottigliamento	Attività Principali	Macchinari	Erogatori automatici per vendita vini sfusi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0,00**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Produzione vapore	Ausiliari Caldaia	5	5	5	0	0	0	5	8	10	9	10	8	**64**	**0,01**	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	4,1%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Pompe	Autoclave da 50 hl.	125	121	251	251	364	188	121	188	188	113	125	182	**2.217**	**0,41**	0,8%	2,6%	3,2%	1,4%	9,5%
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Deposito vini imbottigliati	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	Cella frigo	1.364	1.320	1.364	1.364	0	0	0	0	0	0	0	1.320	**6.732**	**1,26**	2,3%	7,9%	100,0%	4,3%	7,9%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Generali	Illuminazione interna	Illuminazione Imbottigliamento	115	110	112	38	36	0	37	196	229	210	273	234	**1.589**	**0,30**	0,6%	1,9%	2,3%	12,0%	39,8%
Palazzina uffici e Alloggio Custode	Alloggio Custode	Alloggio Custode	Servizi Generali	Utenze Custode	Utenze Custode	282	273	282	282	273	282	273	282	282	255	282	273	**3.320**	**0,62**	1,1%	76,1%	100,0%	25,2%	100,0 %
Palazzina uffici e Alloggio Custode	Uffici palazzina	Uffici (Palazzina)	Servizi Generali	Utenze uffici	Utenze uffici	55	52	53	55	102	109	105	93	109	100	111	95	**1.040**	**0,19**	0,4%	23,9%	100,0%	7,9%	100,0 %
Area Esterna	Depurazione	Depurazione	Servizi Ausiliari	Depurazione	Impianto di depurazione dei reflui delle lavorazioni	710	1.375	1.420	1.420	3.436	710	344	1.420	1.420	1.283	1.420	1.375	**16.334**	**3,05**	5,7%	77,1%	100,0%	10,5%	100,0 %
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	Illuminazione esterna	341	312	331	362	390	445	467	502	492	416	420	365	**4.843**	**0,91**	1,7%	22,9%	100,0%	36,7%	100,0 %
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Stoccaggio vini	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	CLIMAVENETA BG/WRAD/B 2604	0	0	0	16.949	15.283	14.910	13.534	0	0	0	0	0	**60.675**	**11,35**	21,0%	51,2%	60,9%	38,8%	71,2%
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Stoccaggio vini	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	Gruppo frigo 150.000 frig/h	0	0	0	4.964	4.476	4.367	3.964	0	0	0	0	0	**17.771**	**3,32**	6,2%	15,0%	17,8%	11,4%	20,9%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Aria compressa	Compressore ABAC FORMULA	0	0	0	650	2.438	975	156	0	0	0	0	0	**4.220**	**0,79**	1,5%	7,4%	18,0%	2,7%	20,9%
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Servizi Ausiliari	Aria compressa	Compressore ABAC FORMULA	0	0	0	650	2.438	975	156	0	0	0	0	0	**4.220**	**0,79**	1,5%	7,4%	18,0%	2,7%	20,9%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Aria compressa	Compressore ABAC FORMULA	975	935	318	0	0	0	0	833	975	596	664	569	**5.866**	**1,10**	2,0%	6,9%	8,3%	3,8%	29,1%
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Servizi Ausiliari	Aria compressa	Compressore ABAC FORMULA	975	935	318	0	0	0	0	833	975	596	664	569	**5.866**	**1,10**	2,0%	6,9%	8,3%	3,8%	29,1%
TOTALE [kWh]						**12.338**	**13.909**	**15.164**	**41.129**	**73.254**	**36.219**	**22.552**	**15.240**	**16.813**	**13.894**	**14.130**	**14.091**	**288.734**	**53,99**	100%				

Tabella 28 - Livello D: consumi di energia elettrica suddivisi per Utenza

Ancora una volta, si conferma l'incidenza elevata sui consumi della linea d'imbottigliamento e dei gruppi frigo, seguiti da pompe, pigia-diraspatrici e depuratore.

Il livello di dettaglio D permette dunque di evidenziare gli USE (Usi Significativi di Energia), in modo da poterne tenere conto in fase di definizione degli interventi di saving.

4.8.2. Analisi frequenze

- ***Frequenze dei consumi***

Si riportano di seguito le analisi svolte in merito alle frequenze dei consumi. Analizzare nel dettaglio le frequenze dei consumi elettrici, serve a fornire un utile strumento per poter studiare e comprendere appieno il reale andamento dei cicli lavorativi.

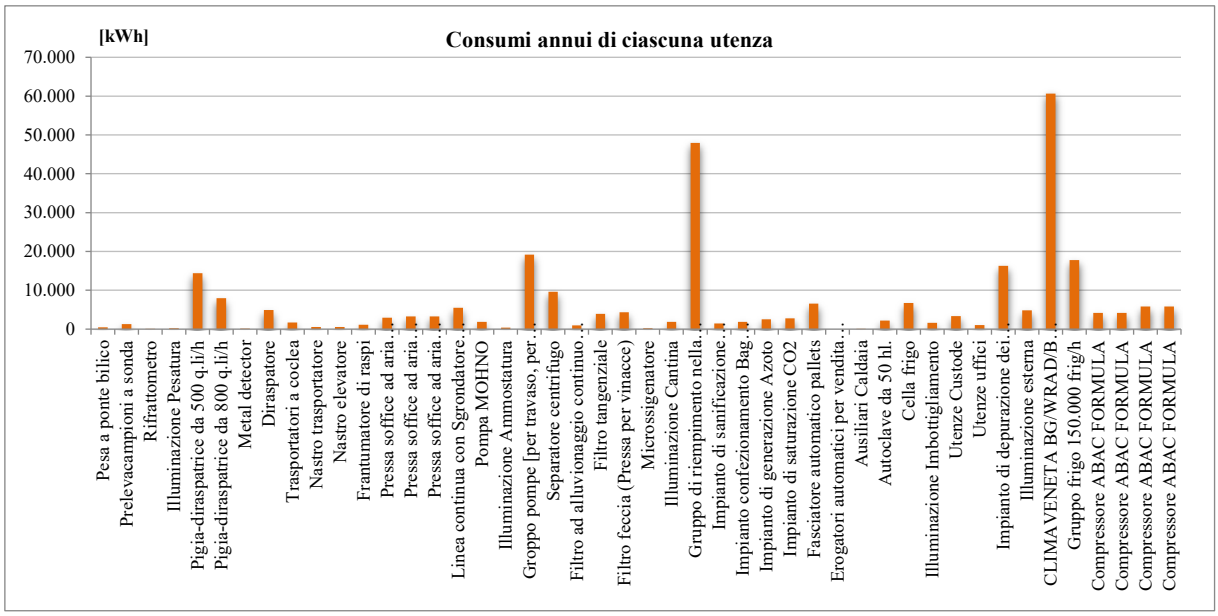


Figura 54 - Frequenze consumi di energia elettrica per utenza

Dal grafico precedente, si può rilevare come le apparecchiature elettriche più energivore, considerando gli assorbimenti annui, risultino essere rispettivamente il gruppo frigo, il gruppo di riempimento e le pompe.

Dai seguenti grafici è possibile individuare le fasce di consumo più frequenti, dapprima sull'anno e in seguito mese per mese.

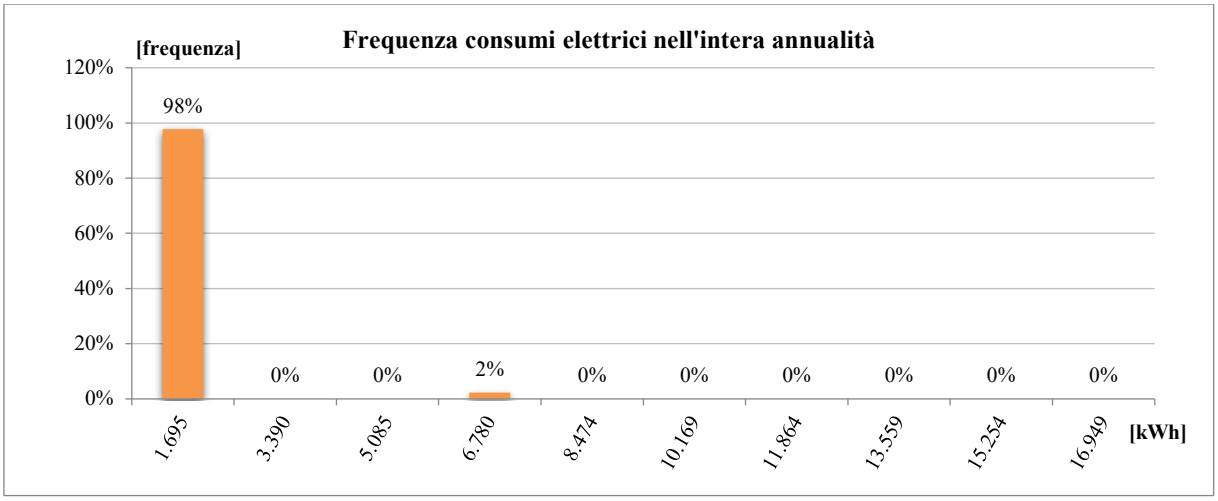


Figura 55 - Frequenze annuali consumi di energia elettrica

Analizzando l'andamento annuale delle frequenze, si nota come il 98% dei consumi degli apparecchi elettrici sia sotto la soglia di 1.695 kWh/anno.

Nei grafici seguenti è riportato il dettaglio mensile, per avere una visione più puntuale sulla distribuzione delle frequenze dei consumi.

Figura 56 - Frequenze mensili consumi di energia elettrica

- ***Frequenze orarie***

Si analizzano ora le frequenze delle ore annuali di consumo, che danno importanti indicazioni soprattutto per comprendere la variabilità dei carichi. Infatti, l'uso dei dati derivanti da tali analisi, permetterà di individuare i punti in cui installare un eventuale sistema di monitoraggio dei consumi.

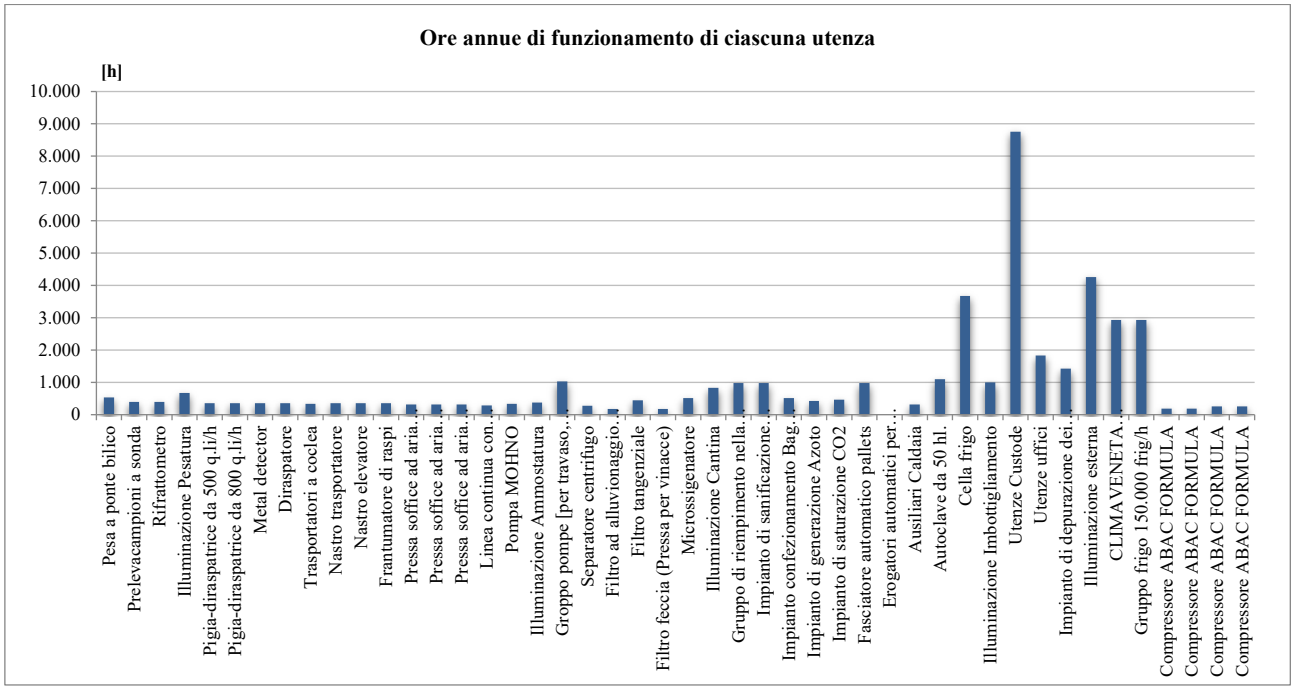


Figura 57 - Frequenze ore di funzionamento

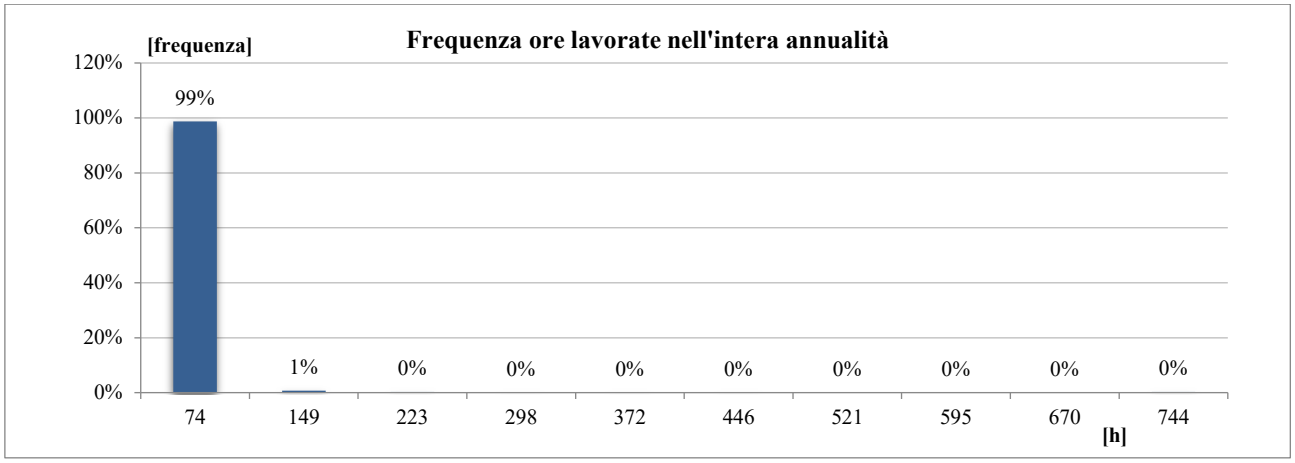


Figura 58 - Frequenze annuali ore di funzionamento

Il grafico appena riportato è interpretabile nel seguente modo: nel 99% dei casi i macchinari hanno lavorato per meno di 74 ore all'anno, mentre nel restante 1% si collocano utilizzi orari non superiori alle 149 ore annue.

4.8.3. Modello termico

Le tabelle di seguito riportate sintetizzano i risultati (espressi in litri, kWh e tep) ottenuti dal modello termico, presentando i consumi ricostruiti con riferimento alle quantità di GPL utilizzato dalla caldaia a servizio dell'impianto di imbottigliamento.

Consumo mensile [l]													
Combustibile utilizzato	**mag-17**	**giu-17**	**lug-17**	**ago-17**	**set-17**	**ott-17**	**nov-17**	**dic-17**	**gen-18**	**feb-18**	**mar-18**	**apr-18**	**Consumo annuo [kWh]**
GPL stato liquido L	374	359	366	0	0	0	359	639	748	686	764	655	**4.949**
Consumi fatturati [l]													**5.000**
Percentuale di copertura [%]													**99%**

Consumo mensile [kWh_t]													
Combustibile utilizzato	**mag-17**	**giu-17**	**lug-17**	**ago-17**	**set-17**	**ott-17**	**nov-17**	**dic-17**	**gen-18**	**feb-18**	**mar-18**	**apr-18**	**Consumo annuo [kWh]**
GPL stato liquido L	2.682	2.571	2.626	0	0	0	2.571	4.582	5.365	4.918	5.476	4.694	**35.485**
Consumi fatturati [kWh]													**35.848**
Percentuale di copertura [%]													**99%**

Consumo mensile [tep]													
Combustibile utilizzato	**mag-17**	**giu-17**	**lug-17**	**ago-17**	**set-17**	**ott-17**	**nov-17**	**dic-17**	**gen-18**	**feb-18**	**mar-18**	**apr-18**	**Consumo annuo [tep]**
GPL stato liquido L	0,23	0,22	0,23	0	0	0	0,22	0,39	0,46	0,42	0,47	0,40	**3,05**

Tabella 29 - Consumi di energia termica

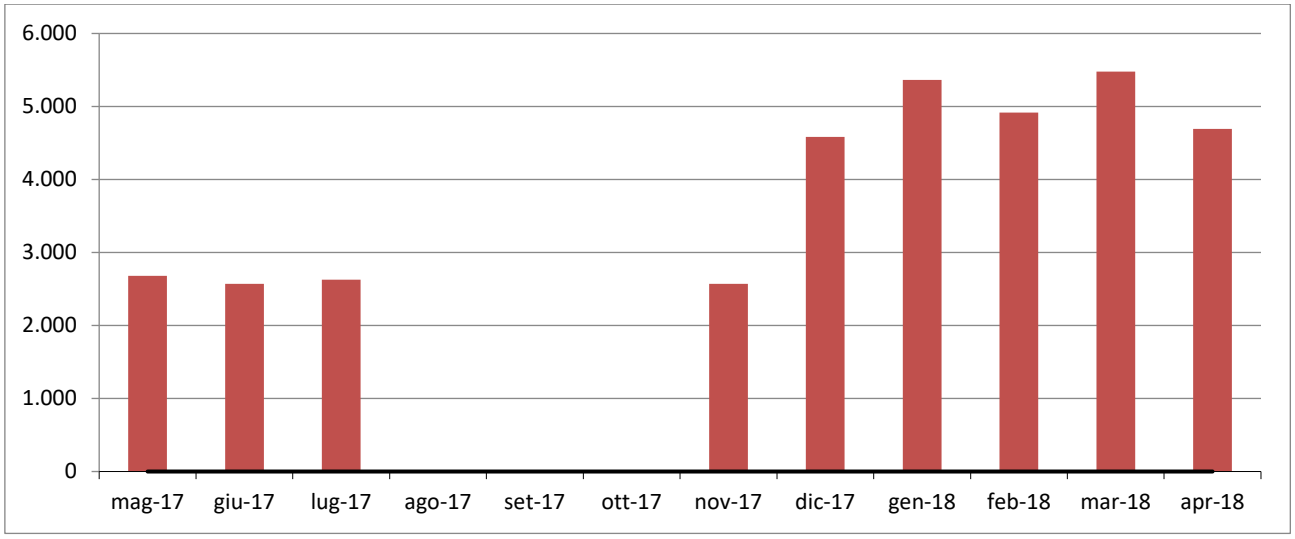


Figura 59 - Consumi di energia termica

4.9. Considerazioni sui consumi

A seguito dell'analisi dei consumi di tipo elettrico, emerge la grande rilevanza dei servizi ausiliari (54,1%), comprendenti in articolare la refrigerazione, seguiti dalle attività principali (41,3%), che si ricordano includere in particolare l'insieme dei macchinari per la lavorazione del vino (pigiatrici, presse, filtri, linea di imbottigliamento, ecc.).

Da un'analisi più approfondita (Livello C) risulta che la maggior parte dei consumi si distribuisce in ordine di suddivisione tra Corpo Cantina, Corpo Imbottigliamento e Area Ammostatura (circa 30% per ogni fabbricato).
Aumentando il livello di dettaglio, si nota come il reparto più energivoro risulti essere la Zona Imbottigliamento (anche a causa del prolungato utilizzo durante l'anno), seguita dalla Zona Stoccaggio Vini e dall'Ammostatura (questi ultimi due principali responsabili dei picchi di consumo registrati nel periodo di vendemmia).

Affinando ulteriormente l'analisi al livello delle aree funzionali, si riscontra che i maggiori consumi sono attribuibili allo stoccaggio del vino (per mezzo dei gruppi frigo), seguito dall'imbottigliamento e dai processi di pigia-diraspatura e pressatura.

I fattori influenzanti gli andamenti dei consumi (Energy Drivers) sono per lo più legati alla produzione di vino, ma anche alle temperature esterne, per quanto riguarda i consumi dei gruppi frigo (soprattutto nel periodo estivo), e alla superficie illuminata, con riferimento ai consumi per l'illuminazione.

I mesi più critici dal punto di vista degli assorbimenti elettrici sono rappresentati da quelli compresi tra la fine di agosto e inizio novembre, periodo corrispondente all'affluenza in stabilimento delle uve per la vendemmia. Per i restanti mesi dell'anno, si nota un consumo pressoché costante; ciò è giustificato dalla normale attività di lavorazione dei vini che non presenta la variabilità riscontrabile in occasione della vendemmia.

4.10. Indicatori energetici

4.10.1. Calcolo degli indicatori (IPE)

Conclusa la fase di definizione dei modelli energetici, occorre valutare lo stato qualitativo del sistema in analisi, in modo da focalizzare l'attenzione sulle variabili operative che caratterizzano l'andamento dei consumi energetici. Una corretta metodologia di valutazione dello stato energetico e prestazionale della struttura e degli elementi che la compongono necessita, quindi, di essere supportata dal calcolo degli Indici di Prestazione Energetica (IPE), ottenibili rapportando i consumi energetici a specifici parametri di utilizzo e di produttività.

Le tabelle di seguito riportate illustrano una sintesi della struttura energetica e individuano, per ciascun servizio e attività considerata, una serie di parametri prestazionali appartenenti a due macro-categorie di riferimento:

- *Ipg (Indice Prestazionale Generale)*, calcolato rapportando il consumo del vettore energetico al valore di produzione globale;
- *Ips (Indice Prestazionale Specifico)*, calcolato rapportando il consumo alla destinazione d'uso specifica di ciascuna utenza.

STRUTTURA ENERGETICA AZIENDALE									
LA	DATI AZIENDALI	Azienda					Anno	Produzione [hl]	
		Grottarossa Vini S.R.L.					2017/2018	40.409	
	CONSUMI	Codice	Vettore	u.m.	Consumi fatturati 2017/2018	Fattore conversione in tep [tep/u.m.]	Consumi [tep]		
		7	Energia Elettrica	kWh_{el}	**316.621**	0,000187	**59,2**	**62,3**	
		15	GPL stato liquido l	l	**5.000**	0,000616	**3,1**		

Tabella 30 - Struttura aziendale

Energia Elettrica			CONSUMO FATTURATO [kWhel/anno]	TEP [tep/anno]	CONSUMO CALCOLATO [kWhel/anno]	Non ricostruito		% copertura	
LB	j=	1	**316.621**	**59,2**	**288.734**	**27.887**		**91,2%**	
			CONSUMO [kWhel/anno]	**TEP [tep/anno]**	**Destinazione d'uso specifica**			**Ips - Indice di prestazione specifico**	
LC	1.1	ATTIVITA' PRINCIPALI	**119.332**	**22,32**	**Descrizione**	valore	u.m.	**valore**	u.m. [kWhel/u.m.]
LD	1.1.1	Macchinari	119.332	**22,32**	Vino prodotto	40.409	hl	**2,953**	kWhel/hl
LC	1.2	SERVIZI AUSILIARI	**156.209**	**29**	**Descrizione**	**valore**	**u.m.**	**valore**	**u.m. [kWhel/u.m.]**
LD	1.2.1	Accessori	9.665	**1,81**	Vino prodotto	40.409	hl	**0,239**	kWhel/hl
	1.2.2	Aria compressa	20.170	**3,77**	Vino prodotto	40.409	hl	**0,499**	kWhel/hl
	1.2.3	Pompe	23.315	**4,36**	Vino prodotto	40.409	hl	**0,577**	kWhel/hl
	1.2.4	Refrigerazione	85.179	**15,93**	Vino prodotto	40.409	hl	**2,108**	kWhel/hl
	1.2.5	Produzione vapore	1.546	**0,29**	Vino prodotto	40.409	hl	**0,038**	kWhel/hl
	1.2.6	Depurazione	16.334	**3,05**	Vino prodotto	40.409	hl	**0,404**	kWhel/hl

LC	1.3	SERVIZI GENERALI	13.193	2	Descrizione	valore	u.m.	valore	u.m. [kWhel/u.m.]
LD	1.3.1	Utenze uffici	1.040	**0,19**	Superficie uffici	376	mq	**2,767**	kWhel/mq
	1.3.2	Utenze Custode	3.320	**0,62**	Superficie alloggio Custode	160	mq	**20,747**	kWhel/mq
	1.3.3	Illuminazione interna	3.990	**0,75**	Superficie totale	5.070	mq	**0,787**	kWhel/mq
	1.3.4	Illuminazione esterna	4.843	**0,91**	Superficie esterna	4.470	mq	**1,083**	kWhel/mq

Tabella 31 - Ips elettrici

GPL stato liquido L			CONSUMO FATTURATO [l/anno]	TEP [tep/anno]	CONSUMO CALCOLATO [l/anno]	Non ricostruito	% copertura
LB	j=	2	**5.000**	**3,1**	**4.949**	**51**	**99,0%**

			CONSUMO [l/anno]	TEP [tep/anno]	Destinazione d'uso specifica		Ips - Indice di prestazione specifico		
LC	2.2	SERVIZI AUSILIARI	**4.949**	**3**	Descrizione	valore	u.m.	valore	u.m. [L/u.m.]
LD	2.2.1	Produzione vapore	4.949	**3,05**	Vino imbottigliato	40.409	hl	**0,122**	L/hl

Tabella 32 - Ips termici

			Energia Elettrica									GPL stato liquido l		
			Attività principali			Servizi Ausiliari			Servizi Generali			Servizi Ausiliari		
Prodotti in uscita dall'azienda	Valore	u.m.	kWhel	Ipg Attività principali	u.m.	kWhel	Ipg Servizi Ausiliari	u.m.	kWhel	Ipg Servizi Generali	u.m.	l	Ipg Servizi Ausiliari	u.m.
Vino prodotto	40.409	hl	119.332	2,95	kWhel/hl	156.209	3,87	kWhel/hl	13.193	0,33	kWhel/hl	4.949	0,12	l/hl

Tabella 33 - Ipg elettrici e termici

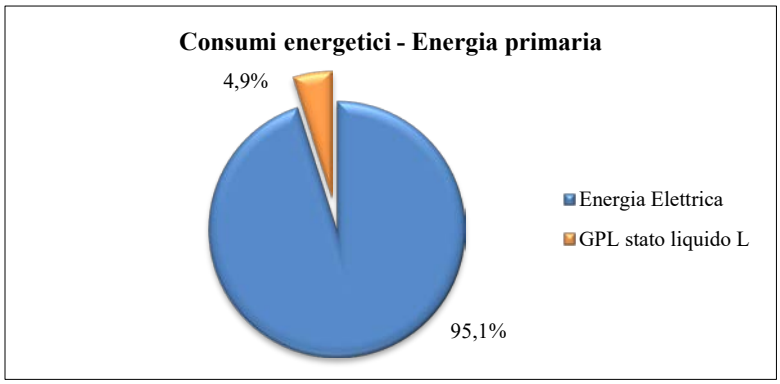


Figura 60 - Consumi energetici suddivisi per vettore

4.10.2. Confronto IPE, IVO e IPO

Segue infine il confronto tra IPE, IVO e IPO[6], definiti rispettivamente come segue:

- *IPE (Indice di Prestazione Energetica)*, dato dal rapporto fra i consumi ricostruiti e la grandezza caratteristica (produzione di vino);
- *IVO (Indice di Verifica Operativo)*, dato dal rapporto fra i consumi reali (da fatturazione) e la grandezza caratteristica (produzione di vino);
- *IPO (Indice di Prestazione Obiettivo)*, valore di benchmark reperibile in letteratura con cui confrontare il relativo IPE.

Gli Indici di Prestazione Energetica (IPE), calcolati nel paragrafo precedente, consentono di valutare lo stato qualitativo del sistema energetico in rapporto agli altri due differenti indici prestazionali, aventi i significati seguenti:

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

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

- il Consistency check;
- la determinazione del grado di efficienza energetica del complesso edilizio e dei suoi componenti.

Il Consistency check, o controllo di coerenza, rappresenta uno strumento di validazione dei modelli energetici analizzati. Attraverso il confronto tra gli IPE e gli Indici di Verifica Operativi è possibile valutare lo scostamento del modello rispetto al reale comportamento energetico della struttura e dei suoi componenti. I modelli energetici sono stati gradualmente affinati, verificando tutti i dati e le ipotesi che ne sono alla base, al fine di ridurre lo scarto IVO-IPE. Il risultato, riportato nella tabella seguente, è stato raggiunto attraverso una costante interazione con il committente per verificare la correttezza delle informazioni ricevute e dei dati rilevati, fino al raggiungimento della convergenza tra modello e realtà.

[6] 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.

Si riportano di seguito i risultati del Consistency check effettuato.

Consistency check							
Vettore energetico	**Ipg/Ips**	**Area funzionale**	**u.m.**	**IVO**	**IPE**	**Scarto**	**Consistency check**
Energia elettrica	Ipg	Intera struttura	kWh_{el}/hl	7,8	7,1	9%	✓
Energia termica			kWh_t/hl	0,887	0,878	1%	✓
Energia primaria			tep/hl	0,0015	0,0014	8%	✓

Tabella 34 - Consistency Check

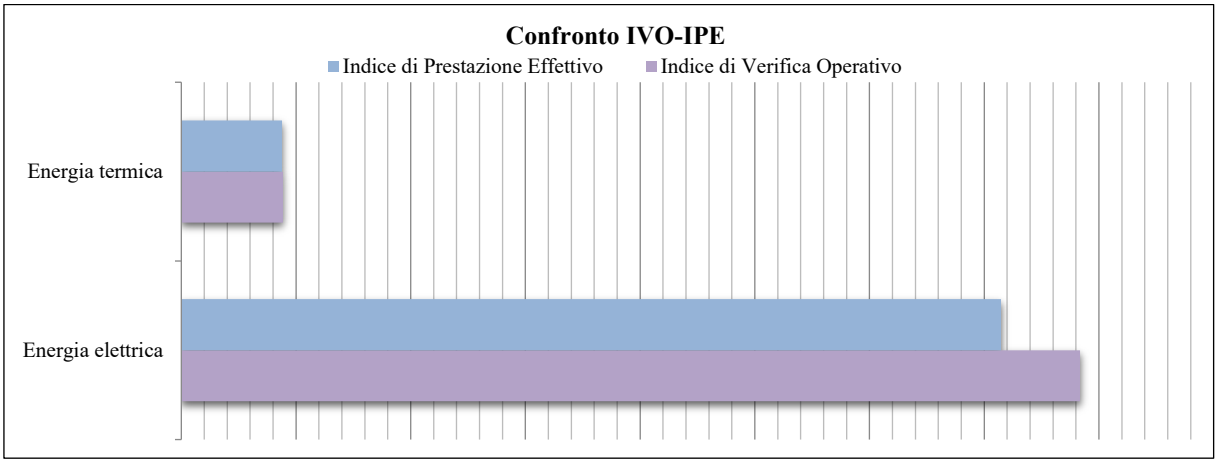


Figura 61 - Consistency Check

Il confronto tra gli IPO di riferimento e gli IPE permette di determinare in quale misura i carichi in analisi si discostino da quelli riferiti alle cosiddette Best Available Technologies (BATs), ovvero tutte quelle tecnologie reperibili sul mercato che, da un punto di vista energetico, sono caratterizzate dai livelli di efficienza più elevati. Per quanto riguarda il settore vinicolo, è stato preso come riferimento il "*Manuale sull'efficienza energetica nelle aziende vinicole*", documento sviluppato per il progetto Europeo TESLA (Transfering Energy Save Laid on Agroindustry) [8]. Tale report effettua un'analisi sui consumi energetici medi delle cantine vinicole europee e contiene importanti indici di benchmark (IPO), espressi in kWh/hl, che verranno presi come valori di paragone nel presente lavoro.

Vettore energetico	**Ipg/Ips**	**Area funzionale**	**u.m.**	**IPE**	**IPO**		**Verifica**
EE	Ipg/Ips	Intera struttura	kWh_{el}/hl	**7,15**	min	3	✓
					med	11	
					max	25	
Gas	Ipg	Intera struttura	kWh_t/hl	**0,88**	min		✓
					med	1	
					max		

Tabella 35 - Confronto consumi elettrici e termici con standard di riferimento

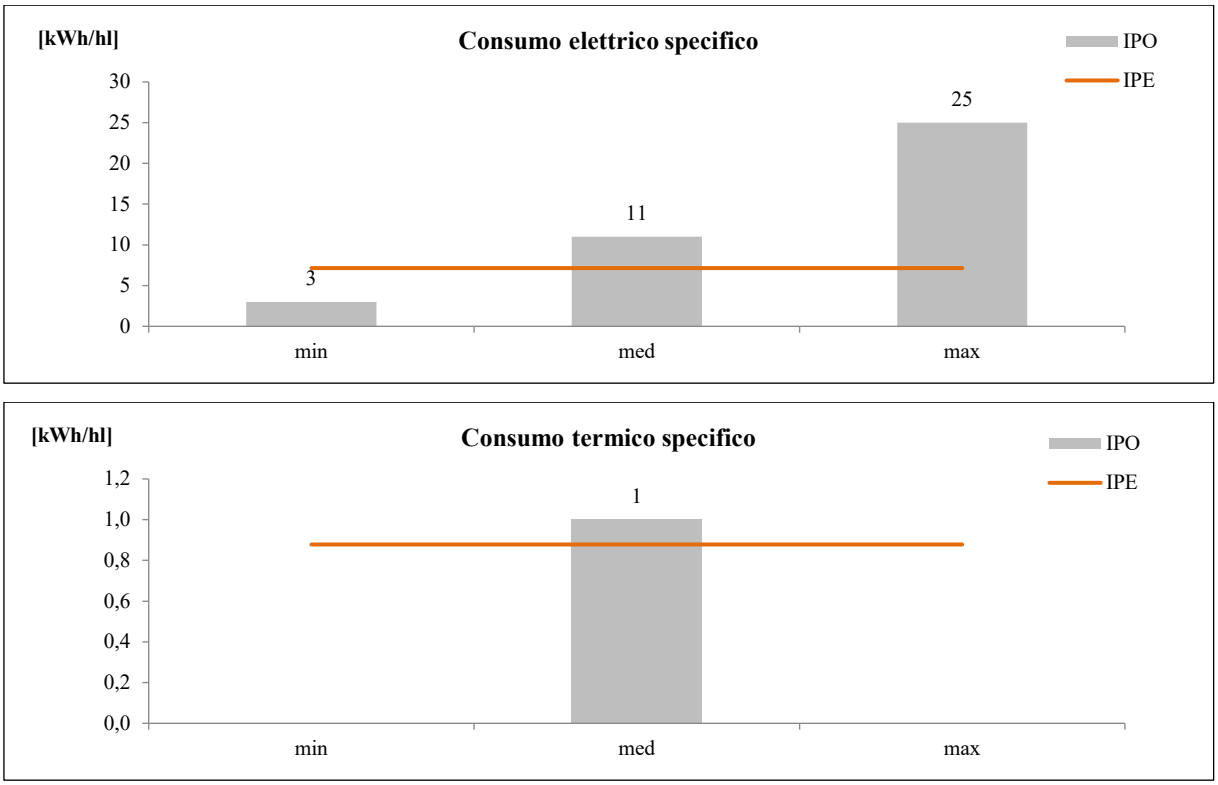


Figura 62 - Confronto consumi elettrici e termici con standard di riferimento

Dall'osservazione di tali grafici, si può dedurre che i consumi specifici generali della struttura in oggetto sono decisamente in linea con quelli delle altre cantine vinicole similari.

Per quanto riguarda la prestazione elettrica, sarebbe possibile ridurre l'indice di consumo per raggiungere il valore minimo suggerito da letteratura, mentre per ciò che riguarda la prestazione termica, i consumi si attestano già su valori standard.

4.11. Interventi di efficientamento energetico

Questa sezione analizza le proposte che si intendono fornire per migliorare operativamente la prestazione energetica dello stabilimento.

4.11.1. Individuazione degli interventi

Per quanto concerne gli interventi di efficientamento da proporre, sulla base delle conclusioni del modello energetico, vengono considerati i seguenti interventi suddivisisi per ambito:

- *Interventi sul vettore energetico elettrico:*

trattasi di interventi valutati in relazione all'efficientamento sotto il profilo delle utenze elettriche. Lo studio ha posto alla base dell'individuazione degli interventi consigliabili quelli dotati del più favorevole tempo di ritorno economico. Gli interventi possono riguardare sia le linee di produzione che le utenze generali ed ausiliarie;

- *Interventi sul vettore energetico termico:*

trattasi di interventi valutati in relazione all'efficientamento sotto il profilo delle utenze termiche. Lo studio ha posto alla base della individuazione degli interventi consigliabili, quelli dotati del più favorevole tempo di ritorno economico. Tra questi ultimi vengono presi in considerazione i recuperi termici significativi in termini di efficienza;

- *Interventi generali legati a manutenzione ordinaria:*

costituiscono interventi di tipo generale, per i quali non viene sviluppata l'analisi economica di dettaglio, ma che rappresentano la base per una corretta operatività funzionale. In tal senso, pur costituendo in gran parte procedure operative già in atto presso aziende con un efficiente sistema di gestione della qualità, esse vengono brevemente richiamate per i nessi che presentano in relazione alla gestione energetica;

- *Interventi di manutenzione straordinaria programmata:*

costituiscono interventi di efficientamento resi necessari oltre che dal rendimento del sistema considerato, anche dalla effettiva obsolescenza delle apparecchiature. In tal senso non costituiscono una categoria a sé stante ma sono ricompresi nei due successivi punti;

- *Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda:*

comprendono gli interventi formativi sulle applicazioni di gestione energetica dell'azienda, l'installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi e l'eventuale sviluppo di un sistema interno di gestione dell'energia che favorisca l'attenzione continua al miglioramento secondo le specifiche della norma UNI EN ISO 50001. Nel seguito sono descritte le soluzioni proposte per le quali viene sviluppata l'analisi di convenienza economica.

4.11.2. Tipologie di intervento e costi unitari dei vettori energetici

Fine ultimo dell'attività di Diagnosi Energetica è l'individuazione di possibili interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica e la loro analisi costi-benefici, utile a valutarne la fattibilità dal punto di vista tecnico ed economico. Il miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti e dei macchinari caratteristici di ciascun processo industriale si basa essenzialmente sulla scelta di intervenire sulla qualità di quei componenti che, nel lungo periodo, non devono modificare i propri standard. La comprensione della struttura aziendale e dei processi che in essa si svolgono, insieme alla ricostruzione dei consumi delle singole utenze elettriche e termiche, è stata, quindi, utilizzata quale strumento utile all'individuazione dei componenti impiantistici e di processo sui quali intervenire attraverso azioni mirate e soluzioni tecnologiche volte all'aumento dell'efficienza energetica e all'ottimizzazione gestionale. Gli interventi migliorativi di seguito proposti trovano fondamento nei risultati emersi dall'analisi del modello elettrico e del modello termico, eseguita con riferimento ai consumi dell'anno 2017/2018. In definitiva, 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, con l'obiettivo di fornire informazioni utili ad orientare le scelte decisionali in merito ad un uso razionale delle risorse energetiche. Nella tabella seguente si riportano i costi unitari utilizzati per il calcolo del risparmio energetico medio conseguibile, ottenuti attraverso l'analisi degli importi presenti in bolletta (anno di riferimento 2017/2018) o attraverso stime.

Costo medio unitario dei vettori energetici (al netto di IVA)		
Energia elettrica	0,207	€/kWh
GPL[7]	1,30	€/l

Tabella 36 - Costi medi unitari dei vettori energetici

[7] Prezzo ipotizzato, in mancanza di dati in merito alla spesa energetica annua del Cliente, in base alla quotazione media attuale del GPL

4.11.3. Premessa all'analisi economica degli interventi

La scelta degli interventi migliorativi proposti in fase di auditing energetico è stata valutata non solo in rapporto alla portata del beneficio (energetico ed economico) conseguibile, ma anche in funzione dei seguenti indicatori:

- Tempo di ritorno dell'investimento o PBT (Simple PayBack Time e PayBack Time attualizzato);
- ROR: tasso di redditività immediato, pari al rapporto tra il mancato esborso economico derivante dall'intervento e il costo dell'investimento;
- VAN: Valore attuale netto dell'investimento;
- TIR: Tasso Interno di Rendimento, in corrispondenza del quale il valore attuale netto si annulla.

Per eseguire le suddette valutazioni, è stato utilizzato un tasso di interesse reale medio di riferimento del 3%, come riportato nella tabella seguente:

	interesse R(%)														
anni n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,990	0,980	0,971	0,962	0,952	0,943	0,935	0,926	0,917	0,909	0,901	0,893	0,885	0,877	0,870
2	0,980	0,961	0,943	0,925	0,907	0,890	0,873	0,857	0,842	0,826	0,812	0,797	0,783	0,769	0,756
3	0,971	0,942	0,915	0,889	0,864	0,840	0,816	0,794	0,772	0,751	0,731	0,712	0,693	0,675	0,658
4	0,961	0,924	0,888	0,855	0,823	0,792	0,763	0,735	0,708	0,683	0,659	0,636	0,613	0,592	0,572
5	0,951	0,906	0,863	0,822	0,784	0,747	0,713	0,681	0,650	0,621	0,593	0,567	0,543	0,519	0,497
6	0,942	0,888	0,837	0,790	0,746	0,705	0,666	0,630	0,596	0,564	0,535	0,507	0,480	0,456	0,432
7	0,933	0,871	0,813	0,760	0,711	0,665	0,623	0,583	0,547	0,513	0,482	0,452	0,425	0,400	0,376
8	0,923	0,853	0,789	0,731	0,677	0,627	0,582	0,540	0,502	0,467	0,434	0,404	0,376	0,351	0,327
9	0,914	0,837	0,766	0,703	0,645	0,592	0,544	0,500	0,460	0,424	0,391	0,361	0,333	0,308	0,284
10	0,905	0,820	0,744	0,676	0,614	0,558	0,508	0,463	0,422	0,386	0,352	0,322	0,295	0,270	0,247
11	0,896	0,804	0,722	0,650	0,585	0,527	0,475	0,429	0,388	0,350	0,317	0,287	0,261	0,237	0,215
12	0,887	0,788	0,701	0,625	0,557	0,497	0,444	0,397	0,356	0,319	0,286	0,257	0,231	0,208	0,187
13	0,879	0,773	0,681	0,601	0,530	0,469	0,415	0,368	0,326	0,290	0,258	0,229	0,204	0,182	0,163
14	0,870	0,758	0,661	0,577	0,505	0,442	0,388	0,340	0,299	0,263	0,232	0,205	0,181	0,160	0,141
15	0,861	0,743	0,642	0,555	0,481	0,417	0,362	0,315	0,275	0,239	0,209	0,183	0,160	0,140	0,123
16	0,853	0,728	0,623	0,534	0,458	0,394	0,339	0,292	0,252	0,218	0,188	0,163	0,141	0,123	0,107
17	0,844	0,714	0,605	0,513	0,436	0,371	0,317	0,270	0,231	0,198	0,170	0,146	0,125	0,108	0,093
18	0,836	0,700	0,587	0,494	0,416	0,350	0,296	0,250	0,212	0,180	0,153	0,130	0,111	0,095	0,081
19	0,828	0,686	0,570	0,475	0,396	0,331	0,277	0,232	0,194	0,164	0,138	0,116	0,098	0,083	0,070
20	0,820	0,673	0,554	0,456	0,377	0,312	0,258	0,215	0,178	0,149	0,124	0,104	0,087	0,073	0,061

Tabella 1 – Fattori di sconto $\frac{1}{(1+R)^n}$

Figura 63 - Tassi di interesse

Occorre precisare che i risultati conseguiti nelle valutazioni economiche sono, pertanto, strettamente dipendenti sia dai parametri economici assunti alla base del calcolo, sia dalle informazioni rese disponibili e dallo stato dei consumi riferito all'anno 2017/2018. Ne consegue che, qualora si decidesse di procedere all'esecuzione di uno o più interventi, si renderanno necessari ulteriori approfondimenti tecnico-impiantistici e valutazioni rapportate alle reali modalità di accesso al credito del cliente, al fine di valutare con un maggior grado di dettaglio la fattibilità dell'intervento e affinare la quantificazione delle opportunità di risparmio. Si precisa, infine, che i costi di investimento dei diversi componenti previsti negli interventi migliorativi sono da intendersi al netto dell'IVA.

4.11.4. Interventi effettuati in passato

Il complesso ha recentemente subito interventi di ammodernamento dal punto di vista sia strutturale che energetico. In particolare, per quanto concerne quest'ultimo aspetto, è stato effettuato il relamping dell'intero stabilimento. Sono pertanto stati già sostituiti i corpi illuminanti tradizionali con corrispondenti sorgenti a LED, permettendo una riduzione della potenza installata di circa 17.2 kW e dei consumi elettrici di circa 19.813 kWh/anno. Tale valore corrisponde ad un abbattimento di circa il 68% e a un mancato esborso economico, considerando il costo attuale dell'energia elettrica sostenuto dalla Cantina, pari a circa 4.099 €/anno.

Lo stato di fatto precedente e successivo l'intervento è riportato di seguito.

Situazione ANTE Relamping										
Fabbricato	**Reparto**	**Area funzionale**	**Macrocategoria**	**Tipologia di attività/ servizio**	**Nome utenza**	**N°**	**Potenza nominale singola utenza [W]**	**Potenza installata totale [kW]**	**Ore annue di funzionamento**	**Consumi annui [kWh]**
Area Pesatura	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Pesatura**	3	60	0,18	940	169
						8	116	0,928	940	872
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Ammostatura**	36	116	4,176	560	2.339
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Stoccaggio vino	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Cantina**	78	116	9,048	1.426,5	12.907
Corpo Imbottigliam.	Zona Imbottigliam.	Imbottigliam.	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illuminazione Imbottigliamento**	56	116	6,496	1.433,5	9.312
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	**Illuminazione esterna**	12	250	3	4.260,0	12.780
								23,8		**29.047**

Tabella 37 - Situazione ante relamping

Situazione POST Relamping										
Fabbricato	**Reparto**	**Area funzionale**	**Macrocategoria**	**Tipologia di attività/ servizio**	**Nome utenza**	**N°**	**Potenza nominale singola utenza [W]**	**Potenza installata totale [kW]**	**Ore annue di funzionamento**	**Consumi annui [kWh]**
Area Pesatura	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Pesatura**	3	18	0,054	668	36
						8	30	0,24	668	160
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Ammostatura**	36	30	1,08	371	401
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Stoccaggio vino	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Cantina**	78	30	2,34	828	1.938
Corpo Imbottigliam.	Zona Imbottigliam.	Imbottigliam.	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Imbottigliamento**	56	30	1,68	999	1.677
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	**Illum. esterna**	12	100	1,2	4.260	5.112
								6,6		**9.234**

Tabella 38 - Situazione post relamping

Un altro intervento già effettuato che ha interessato la riduzione dei consumi energetici è stato la sostituzione dei compressori obsoleti con nuovi macchinari che, avendo i parametri di efficienza descritti in precedenza nell'apposita sezione, presentano rendimenti e caratteristiche energeticamente più prestanti dei precedenti.

4.11.5. Interventi sul vettore elettrico

- ***IM1 - Sostituzione gruppi frigo***

I gruppi frigo attualmente installati nella struttura risultano essere dei macchinari decisamente obsoleti, sia in relazione alla tecnologia costruttiva presente alla data di realizzazione sia sotto l'aspetto dell'ottemperanza alle vigenti normative che ne richiedono la sostituzione con nuovi modelli.

Inoltre, come visto in precedenza, la quota dei consumi dovuta alla refrigerazione dei serbatoi di stoccaggio del vino (imputabile per la quasi totalità a tali apparecchi) rappresenta una delle voci più onerose dell'intero bilancio energetico.

Un'azione mirata alla loro sostituzione porterebbe ad una riduzione dei consumi, ottenibile grazie alle migliori prestazioni che garantirebbero i nuovi macchinari. Si confronterà quindi il consumo dei gruppi frigo attuali, aventi basse prestazioni, con quelli ad alte prestazioni. Per quanto concerne la tipologia, si manterrà quella di un gruppo condensato ad aria con ventilatori elicoidali per installazione in esterno.

È stato dunque stimato il risparmio teorico ottenibile simulando di installare, in luogo dei gruppi frigo da 500.000 frig/h e da 150.000 frig/h, rispettivamente i seguenti macchinari:

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macro categoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	Potenza frigorifera [kW_t]	Potenza elettrica [kW_{el}]
Corpo Cantina	Zona Stoccaggio vini	Stoccaggio vino	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	**Clivet WSAT-XSC3 200.4**	574	179
Corpo Cantina	Zona Stoccaggio vini	Stoccaggio vino	Servizi Ausiliari	Refrigerazione	**Clivet WSAT-XEE 352-802 602**	175	55

Tabella 39 - Gruppi frigo sostitutivi

Come effettuato in precedenza, anche in questo caso è stato tenuto conto della variazione delle potenze elettriche effettivamente assorbite dalle macchine, strettamente dipendente dal valore dell'EER in funzione della temperatura dell'aria esterna.

I dati reperiti dalle schede tecniche di entrambi i gruppi frigo sono riportati nelle tabelle seguenti. Sulla base di tali valori, si è poi ipotizzato l'andamento per le potenze assorbite nel periodo considerato.

RAFFREDDAMENTO		Potenza assorbita totale [kW_{el}]					
T esterna aria (°C)		**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
T acqua uscita scambiatore lato utenza (°C)	**6**						
	7	147	160	174	191	212	131
	8						
	9						
	10						
	11						

Tabella 40 - Curve assorbimento Clivet WSAT-XSC3 200.4

RAFFREDDAMENTO		Potenza assorbita totale [kW_{el}]					
T esterna aria (°C)		**25**	**30**	**35**	**40**	**44**	**46**
T acqua uscita scambiatore lato utenza (°C)	**6**						
	7	42,1	46,3	50,9	56	60,3	62,6
	8						
	9						
	10						
	11						

Tabella 41 - Curva assorbimento Clivet WSAT-XEE 352-802 602

Segue l'analisi riguardante l'andamento elettrico degli assorbimenti di potenza, valutato in funzione dell'influenza che la temperatura esterna ha sulle relative prestazioni (l'EER dei chiller è fortemente influenzato dalla temperatura dell'aria in ambiente). I dati sono stati calcolati partendo dai valori riportati in precedenza, al fine di permettere di comparare i nuovi modelli con la situazione antecedente la sostituzione.

				CLIMAVENETA BG/WRAD/B 2604	Gruppo frigo 150,000 frig/h	CLIVET WSAT-XSC3 200.4	CLIVET WSAT-XEE 352-802 602
Numero della settimana	**Mese**	**T media *[Temperatura di riferimento]***	**Funzionamento**	**Potenza assorbita [kWel]**	**Potenza assorbita [kWel]**	**Potenza assorbita [kWel]**	**Potenza assorbita [kWel]**
1	mag	17,4 °C	Raffreddamento	180,8	52,9	**158,5**	**34,2**
2	mag	19,8 °C	Raffreddamento	186,3	54,6	**159,7**	**36,5**
3	mag	18,6 °C	Raffreddamento	183,5	53,7	**159,1**	**35,3**
4	mag	19,2 °C	Raffreddamento	185,0	54,2	**159,5**	**36,0**
5	giu	20,8 °C	Raffreddamento	188,7	55,3	**160,3**	**37,5**
6	giu	21,8 °C	Raffreddamento	191,2	56,0	**160,8**	**38,5**
7	giu	23,9 °C	Raffreddamento	196,0	57,4	**162,0**	**40,6**
8	giu	24,2 °C	Raffreddamento	196,7	57,6	**162,1**	**40,8**
9	lug	27,3 °C	Raffreddamento	204,0	59,7	**163,7**	**43,9**
10	lug	26,3 °C	Raffreddamento	201,5	59,0	**163,2**	**42,8**
11	lug	27,6 °C	Raffreddamento	204,6	59,9	**163,9**	**44,1**
12	lug	25,3 °C	Raffreddamento	199,2	58,3	**162,7**	**41,9**
13	lug	25,5 °C	Raffreddamento	199,8	58,5	**162,8**	**42,1**
14	ago	31,1 °C	Raffreddamento	212,8	62,3	**165,7**	**47,6**
15	ago	28,3 °C	Raffreddamento	206,4	60,4	**164,3**	**44,9**
16	ago	26,4 °C	Raffreddamento	201,8	59,1	**163,3**	**42,9**
17	ago	25,3 °C	Raffreddamento	199,2	58,3	**162,7**	**41,9**
18	set	25,2 °C	Raffreddamento	199,0	58,3	**162,6**	**41,8**
19	set	21,3 °C	Raffreddamento	189,8	55,6	**160,5**	**38,0**
20	set	21,9 °C	Raffreddamento	191,3	56,0	**160,9**	**38,6**
21	set	18,8 °C	Raffreddamento	184,0	53,9	**159,2**	**35,5**
22	ott	18,2 °C	Raffreddamento	182,6	53,5	**158,9**	**34,9**
23	ott	17,6 °C	Raffreddamento	181,1	53,0	**158,6**	**34,3**
24	ott	17,4 °C	Raffreddamento	180,7	52,9	**158,5**	**34,1**
25	ott	17,8 °C	Raffreddamento	181,5	53,2	**158,7**	**34,5**
26	ott	15,4 °C	Raffreddamento	175,9	51,5	**157,4**	**32,2**
27	nov	14,8 °C	Raffreddamento	174,7	51,2	**157,1**	**31,7**
28	nov	13,2 °C	Raffreddamento	170,9	50,0	**156,3**	**30,0**
29	nov	10,6 °C	Raffreddamento	164,7	48,2	**154,9**	**27,5**
30	nov	11,3 °C	Raffreddamento	166,4	48,7	**155,2**	**28,2**
31	dic	8,9 °C	Raffreddamento	160,8	47,1	**154,0**	**25,9**
32	dic	7,4 °C	Raffreddamento	157,2	46,1	**153,2**	**24,4**
33	dic	9,6 °C	Raffreddamento	162,4	47,6	**154,3**	**26,5**
34	dic	6,9 °C	Raffreddamento	156,0	45,7	**152,9**	**23,8**
35	dic	8,5 °C	Raffreddamento	159,9	46,8	**153,8**	**25,5**
36	gen	11,3 °C	Raffreddamento	166,3	48,7	**155,2**	**28,1**
37	gen	9,6 °C	Raffreddamento	162,3	47,6	**154,3**	**26,5**
38	gen	9,1 °C	Raffreddamento	161,3	47,2	**154,1**	**26,0**
39	gen	10,2 °C	Raffreddamento	163,8	48,0	**154,6**	**27,1**
40	feb	9,2 °C	Raffreddamento	161,4	47,3	**154,1**	**26,1**
41	feb	8,2 °C	Raffreddamento	159,2	46,6	**153,6**	**25,2**
42	feb	7,0 °C	Raffreddamento	156,3	45,8	**153,0**	**24,0**
43	feb	7,6 °C	Raffreddamento	157,8	46,2	**153,3**	**24,6**
44	mar	10,0 °C	Raffreddamento	163,4	47,9	**154,6**	**26,9**
45	mar	11,2 °C	Raffreddamento	166,2	48,7	**155,2**	**28,1**
46	mar	12,4 °C	Raffreddamento	169,1	49,5	**155,8**	**29,3**
47	mar	8,1 °C	Raffreddamento	158,8	46,5	**153,5**	**25,0**
48	apr	11,5 °C	Raffreddamento	166,9	48,9	**155,3**	**28,4**
49	apr	12,5 °C	Raffreddamento	169,3	49,6	**155,9**	**29,4**
50	apr	15,5 °C	Raffreddamento	176,2	51,6	**157,5**	**32,3**
51	apr	15,2 °C	Raffreddamento	175,6	51,4	**157,3**	**32,0**
52	apr	18,2 °C	Raffreddamento	182,5	53,5	**158,9**	**34,9**
53	apr	20,0 °C	Raffreddamento	186,7	54,7	**159,8**	**36,7**

Tabella 42 - Andamento potenze elettriche assorbite

Si riporta infine il confronto fra i consumi ante e post intervento, con un'indicazione sui risparmi conseguibili.

	Consumo mensile [kWh]												
	mag	**giu**	**lug**	**ago**	**set**	**ott**	**nov**	**dic**	**gen**	**feb**	**mar**	**apr**	
CLIMAVENETA BG/WRAD/B 2604				7.627	11.462	8.946	1.523						
CLIVET WSAT-XSC3 200.4				6.100	9.649	7.857	1.403						
Risparmio energetico [kWh]	0	0	0	1.527	1.813	1.089	120	0	0	0	0	0	**4.548**

Tabella 43 - Confronto scenari ante e post sostituzione gruppo frigo 1

	Consumo mensile [kWh]												
	mag	**giu**	**lug**	**ago**	**set**	**ott**	**nov**	**dic**	**gen**	**feb**	**mar**	**apr**	
Gruppo frigo da 150,000 frig/h				2.234	3.357	2.620	446						
CLIVET WSAT-XEE 352-802 602				1.648	2.308	1.687	264						
Risparmio energetico [kWh]	0	0	0	586	1.049	933	182	0	0	0	0	0	**2.749**

Tabella 44 - Confronto scenari ante e post sostituzione gruppo frigo 2

Dall'analisi effettuata, risulta che l'intervento in oggetto permetterebbe di avere un potenziale risparmio massimo di circa 7.297 kWh/anno, corrispondenti a circa 1.511 €/anno.

Tale risultato, da solo, non sarebbe tuttavia in grado di garantire tempi di rientro ragionevolmente accettabili, dato che il costo di macchine frigorifere di questa taglia supera i 100.000 €.

Si può comunque ovviare a tale problema introducendo un sistema di accumulo del freddo. Come argomentato inizialmente, infatti, tale soluzione permetterebbe di separare la fase di generazione del freddo, collocandola ad esempio durante la notte (momento in cui si può beneficiare di una tariffa migliore per la fornitura elettrica), dalla fase di distribuzione dell'energia frigorifera richiesta. Inoltre, si ha che in tal caso sarebbe possibile soddisfare gli stessi fabbisogni con una macchina frigorifera che abbia una potenza ridotta fino al 70% dell'originaria [8].

Un ulteriore intervento di efficientamento può inoltre essere rappresentato dall'installazione di pannelli adiabatici prima dell'ingresso dell'aria al condensatore del gruppo frigo. Tale sistema, sfruttando il calore di evaporazione dell'acqua appositamente trattata che attraversa i pannelli, permette di ridurre la temperatura dell'aria aspirata dall'esterno, in modo tale che possa condensare il fluido frigorigeno con maggior efficacia, aumentando di fatto l'EER della macchina.

Pertanto, ipotizzando questa volta di installare dei nuovi gruppi frigo aventi una potenza elettrica ridotta del 60% rispetto agli esistenti, si ottiene, agendo similmente a quanto esposto in precedenza, che sarebbe possibile ottenere un potenziale risparmio massimo di circa 25.848 kWh/anno, corrispondenti a circa 5.351 €/anno.

Se si suppone cautelativamente che solo il 50% della produzione di freddo possa avvenire in concomitanza dell'applicazione di tariffe vantaggiose per l'elettricità, si ha che una quota dei consumi pari a circa 6.183 kWh/anno verrebbe ad essere ottenuta con un costo pari a quello attuale in fascia F3. Ne deriva un potenziale mancato esborso di circa 384 €/anno.

Infine, considerando che i pannelli adiabatici potrebbero apportare una riduzione ulteriore dei consumi pari a circa il 10%, con la loro installazione si potrebbe beneficiare di un mancato esborso aggiuntivo di circa 218 €/anno.
L'opportunità di poter installare macchine di taglia inferiore comporta anche la sensibile riduzione dell'investimento richiesto, che nel complesso è quantificabile in circa 60.000 €.

Pertanto, viene di seguito riportata l'analisi costi-benefici derivante dalle considerazioni svolte fin qui.

		IM1	
Vettore energetico di intervento		Energia Elettrica	
Investimento	**I**	€	60.000
Consumo Ante Opera	**CAO**	kWh/anno	38.215
Consumo Post Opera	**CPO**	kWh/anno	4.628
Risparmio Energetico	**RE**	kWh/anno	33.587
Costo Vettore Energetico	**CVE**	€/kWh	0,207
Aumento annuo costo Vettore Energetico	**AVE**	0,50%	
Mancato Esborso Economico 1° anno	**MEE**	€/anno	6.953
Costi di manutenzione addizionali [% sui prodotti]	**CM**	2,0%	
Flusso di cassa (costante al 1° anno)	**FC**	€/anno	5.753
Vita utile dell'intervento	**n**	anni	15
Tasso di interesse reale	**i'**	3,0%	

Tabella 45 - Dati di input analisi economica IM1

Descrizione	Gruppi frigo	
Vettore di intervento	Energia Elettrica	
Vita economica utile dell'intervento	anni	25
Tasso d'interesse reale	3,0%	
Fattore di attualizzazione	11,9	
Fattore di sconto	0,642	
Costo di investimento	€ 60.000	
Risparmio Energetico conseguibile	kWh/anno	33.587
Risparmio Energetico conseguibile	tep/anno	6,3
Mancato Esborso Economico (al 1° anno)	€ 5.753	
VAN - Valore attuale netto a 15 anni	€ 11.289	
SPB - Tempo di ritorno semplice	anno	10,4
DPB - Tempo di ritorno attualizzato	anno	12,3
ROR - Tasso di redditività immediato	9,59%	
TIR - Tasso interno di rendimento	5,45%	
Indice costi-benefici	1,14	
Indice di profitto (VAN/Investimento)	0,19	

Tabella 46 - Analisi economica IM1

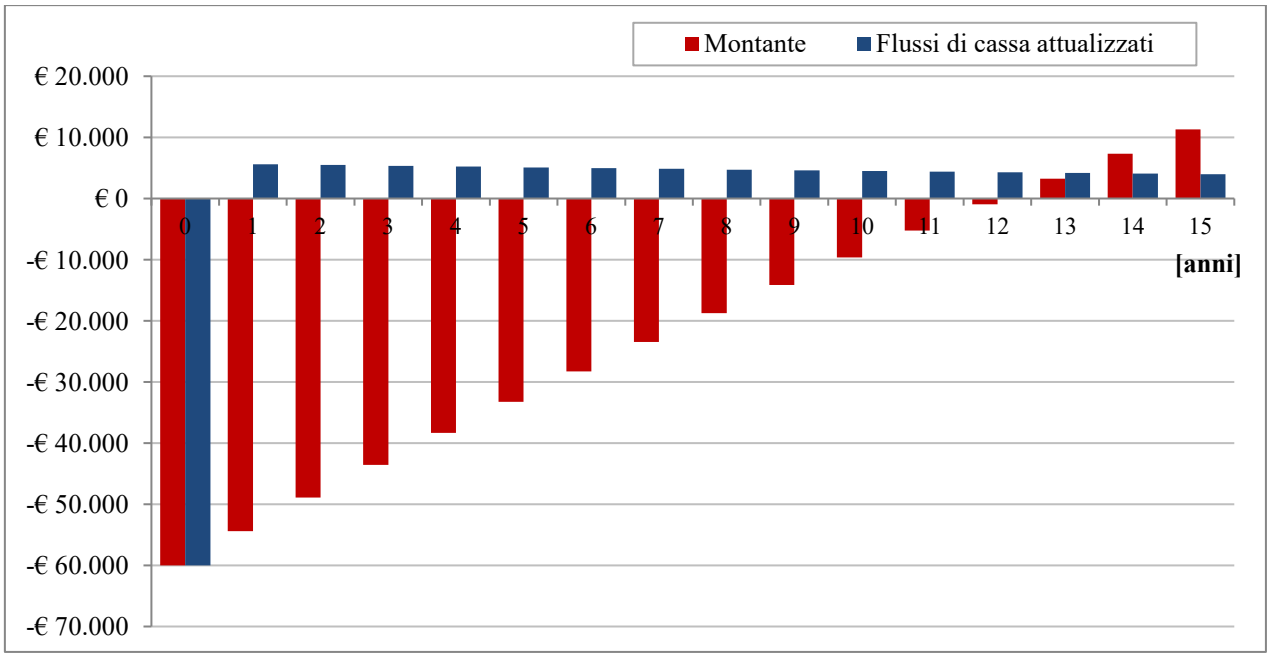


Figura 64 - Piano economico di rientro IM1

L'intervento complessivo sui gruppi frigo risulterebbe dunque avere un tempo di rientro decennale. Tuttavia, come si può notare dai passaggi concettuali effettuati in precedenza, tale piano di rientro risulta essere strettamente correlato alle ipotesi cautelative che si sono effettuate per stimare i risparmi. Infatti, le quote reali di risparmio risulteranno essere diverse da quelle simulate, a causa della variabilità dei parametri adottati.

Al fine di avere elementi oggettivi più concreti di quelli attualmente presenti in letteratura, il presente lavoro di tesi diverrà parte integrante di un progetto di Ricerca & Sviluppo che avrà come ambito di analisi i sistemi di accumulo del freddo. L'obiettivo sarà infatti quello di approfondire l'influenza che tale strategia di efficientamento possa avere in una realtà ove l'area funzionale dedita alla refrigerazione abbia un'incidenza rilevante sui consumi di energia elettrica, avendo i sistemi di accumulo del freddo molteplici potenzialità di efficientamento energetico.

- ***IM2 - Installazione inverter su macchine e su pompe***

L'installazione di un inverter può rivelarsi un'ottima strategia per contenere i consumi di quei motori che lavorano a carichi diversi da quello nominale. Nel caso della cantina in esame, si è rimandata alla fase di progettazione esecutiva l'acquisizione dei dati specifici dei motori, richiesti per quantificare i risparmi derivanti da tale intervento.

Ai fini della presente trattazione, si riporta comunque un esempio di calcolo effettuato su una singola pompa standard da 5,5 kW_{el}, al fine di fornire un'idea sui potenziali risparmi ottenibili.

L'installazione di inverter, anche detti VSD (Variable Speed Drive), su dei motori presenti nelle aree produttive apporta vantaggi da diversi punti di vista:

- Riduce il tasso di usura delle componenti meccaniche (gli avvii e gli arresti graduali riducono sensibilmente gli stress sulle componenti meccaniche);
- Offre la possibilità di regolare la velocità del motore evitando eventuali organi di trasmissione e riduzione e ottimizzando gli assorbimenti elettrici in funzione del carico;
- Riduce la necessità di interventi di manutenzione sulla macchina.

L'installazione di inverter sui motori si configura come un'operazione semplice ed economica, pur consentendo un grande risparmio sull'elettricità spesa. La vita tecnica di un inverter risulta essere pari a circa 10 anni.

La scheda tecnica relativa alla pompa di tipo standard presa come esempio è la seguente.

Caratteristica della pompa		
Potenza elettrica	5,5	kW
Numero di giri nominale	2900	rpm
Prevalenza nominale	55	m
Portata nominale	27	m^3/h
Prevalenza massima	55	m
Rendimento nominale della pompa	76%	
Rendimento del motore elettrico	90%	

Tabella 47 - Caratteristiche pompa

Per l'analisi è stata ipotizzata una curva di carico con prevalenza statica di 12 m, prevalenza nominale di 40 m, una portata nominale di 15 m^3/h e si è assunto un fattore di carico pari a 0,8, mentre si è considerato che il rendimento della pompa decresce costantemente del 98% al decrescere della portata.
Sostanzialmente, si procederà ad effettuare un confronto fra la regolazione attuale On/Off e la regolazione con inverter. Sono stati considerati cinque diversi regimi di portata, in rapporto alla portata nominale richiesta, al fine di stabilire i benefici apportati dall'inverter:

- Regime 1: 50% Q_n
- Regime 2: 60% Q_n
- Regime 3: 79% Q_n
- Regime 4: 90% Q_n
- Regime 5: 100% Q_n

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Regolazione On/Off					
	Regime 1	*Regime 2*	*Regime 3*	*Regime 4*	*Regime 5*
Portata effettiva [m3/h]	8	9	11	14	15
Portata di funzionamento [m3/h]	27	27	27	27	27
Prevalenza effettiva [m]	55	55	55	55	55
Ore di funzionamento [ore/anno]	98	293	410	615	1952
Rendimento della pompa [%]	76,00%	76,00%	76,00%	76,00%	76,00%
Rendimento del motore elettrico [%]	89,90%	89,90%	89,90%	89,90%	89,90%
Potenza elettrica assorbita [kW]	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92
Energia elettrica assorbita [MWh/anno]	0,578	1,734	2,428	3,642	11,561

Regolazione con inverter					
	Regime 1	*Regime 2*	*Regime 3*	*Regime 4*	*Regime 5*
Portata effettiva [m3/h]	8	9	11	14	15
Prevalenza effettiva [m]	19	22,08	25,72	34,68	40
Ore di funzionamento [ore/anno]	351	878	1054	1230	3514
Rendimento della pompa [%]	70,10%	71,53%	72,99%	74,48%	76,00%
Rendimento del motore elettrico [%]	89,90%	89,90%	89,90%	89,90%	89,90%
Potenza elettrica assorbita [kW]	0,62	0,84	1,12	1,91	2,39
Energia elettrica assorbita [MWh/anno]	0,216	0,740	1,182	2,343	8,408

Tabella 48 - Confronto scenari ante e post intervento

Il risparmio che si otterrebbe installando un inverter su una pompa si può osservare nell'analisi economica seguente. Si è assunto un investimento di 1.000,0 €, che comprende il costo dell'inverter e della rispettiva installazione, mentre il risparmio complessivo calcolato è del 35%.

	IM2	
Descrizione	Inverter	
Vettore di intervento	Energia Elettrica	
Vita economica utile dell'intervento	anni	10
Tasso d'interesse reale	7.02	
Fattore di attualizzazione	10,0	
Fattore di sconto	0,789	
Costo di investimento	€	1.222
Risparmio Energetico conseguibile	kWh/anno	15.648
Risparmio Energetico conseguibile	tep/anno	2,93
Mancato Esborso Economico (al 1° anno)	€	2.471
VAN - Valore attuale netto a 12 anni	€	56.421
SPB - Tempo di ritorno semplice	anno	0,4
DPB - Tempo di ritorno attualizzato	anno	0,4
ROR - Tasso di redditività immediato	202,19 %	
TIR - Tasso interno di rendimento	202,19 %	
Indice costi-benefici	0,6	
Indice di profitto (VAN/Investimento)	19.856	

Tabella 49 - Analisi economica

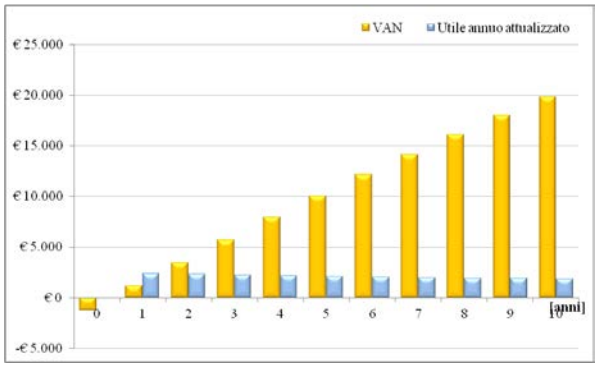


Figura 65 - Piano economico di rientro

- ***IM3 - Rifasamento singoli macchinari***

Al fine di ridurre le problematiche relative al fattore di potenza, è stata valutata l'opportunità di installare un rifasatore su alcuni macchinari specifici. Effettuare solamente un rifasamento in corrispondenza dei quadri generali a monte della linea elettrica, può spesso rivelarsi inefficace per risolvere il problema relativo all'energia reattiva. Segue uno specchietto riassuntivo dell'energia potenzialmente risparmiabile qualora si intervenisse rifasando i singoli apparecchi.

Nome utenza	Taglia motore [kW]	n° motori	Tensione nominale [V]	Fattore di potenza (cos-fi) nominale	Fattore di carico medio	Fattore di potenza obiettivo	Potenza reattiva da iniettare [kVar]	n° rifasatori	Costo di installazione [€]
Pigia-diraspatrice da 500 q.li/h	36	2	400	0,9	0,9	0,95	5,0	2	€ 700
Pigia-diraspatrice da 800 q.li/h	40	1	400	0,9	0,9	0,95	5,6	1	€ 350
Diraspatore	22	1	400	0,9	0,8	0,95	2,7	1	€ 250
AIRPRESS 320	20	1	400	0,9	0,9	0,95	2,8	1	€ 250
DRAYNPRESS 150	22	1	400	0,9	0,9	0,95	3,1	1	€ 300
AIRPRESS 150	22	1	400	0,9	0,9	0,95	3,1	1	€ 300
Linea continua	30	1	400	0,9	0,8	0,95	3,7	1	€ 300
Groppo pompe	40	1	400	0,9	0,8	0,95	5,0	1	€ 300
Separatore centrifugo	35	1	400	0,9	0,8	0,95	4,4	1	€ 350
Filtro feccia	15	3	400	0,9	0,8	0,95	1,9	3	€ 600
Linea di imbottigliamento	90	1	400	0,9	0,6	0,95	8,4	1	€ 400
TOTALE	**372**	**14**					**45,7**	**14**	**€ 4.150**

Tabella 50 - Caratteristiche rifasatori

Dal prospetto precedente risulta che sarebbe possibile ottenere un rifasamento di alcuni fra i componenti principali delle linee produttive con un investimento di circa 4.150 €.

Si precisa che l'analisi effettuata ha il fine di fornire una stima di massima e che i valori presentati precedentemente sono del tutto indicativi, essendo possibile stimare le cifre reali solamente in sede di progettazione dedicata.

- ***IM4 - Impianto fotovoltaico***

La realizzazione di un impianto fotovoltaico può rivelarsi come un'ottima soluzione di saving nelle cantine vinicole. Infatti, i cicli produttivi delle aziende enologiche avvengono in fase con la produzione di energia elettrica dei moduli solari. Ciò permette di dimensionare l'impianto ipotizzando che una buona parte dell'elettricità generata vada in autoconsumo, ovvero venga utilizzata istantaneamente per l'alimentazione delle apparecchiature. Questa situazione può rivelarsi molto vantaggiosa nel periodo di vendemmia, dove gli elevati assorbimenti elettrici possono essere compensati dall'energia generata.

Il complesso Grottarossa Vini, tuttavia, è localizzato in un'area in cui è presente un vincolo ambientale che impedisce la collocazione di moduli fotovoltaici sulle coperture dei capannoni. Tale limitazione ha impedito di applicare quanto esposto sopra sul sito in oggetto.

Ad ogni modo, ai fini del presente lavoro, si riporta di seguito una simulazione sull'ipotetica producibilità dell'impianto, al fine di illustrare i benefici che tale intervento di saving avrebbe potuto apportare alla Cantina in oggetto.

Per stimare la producibilità dell'impianto in un determinato periodo di riferimento, è possibile utilizzare la seguente formula [12]:

$$E = \eta \cdot A \cdot H \cdot PR$$

dove:

- E è l'energia elettrica generata dall'impianto nel periodo considerato;
- η è il rendimento dei moduli fotovoltaici;
- A è l'area totale netta dell'impianto;
- H è l'irraggiamento solare medio sul piano dei moduli (al netto degli ombreggiamenti) nel periodo considerato;
- PR è il Performance Ratio, un coefficiente che varia in funzione della ventilazione dei moduli e che tiene conto delle cosiddette perdite BoS (Balance of System).

Considerando che la potenza di picco dell'impianto è esprimibile come $P_{picco} = \eta \cdot A \cdot G_{STC}$ e che l'irradianza solare in condizioni standard è pari a $G_{STC} = 1\ \frac{\mathrm{kW}}{\mathrm{m^2}}$, si ha che la formula precedente può essere espressa come:

$$E = P_{picco} \cdot H \cdot PR$$

Assumendo, da letteratura, un valore pari a 0,75 per il Performance Ratio, si è dapprima calcolato, tramite il software Edilclima, l'irraggiamento solare medio mensile nella località del sito in esame sul piano dei moduli, ipotizzando che questi vengano installati con un'inclinazione di 15° e che non vi siano sostanziali ombreggiamenti su di essi.

La simulazione è stata effettuata prevedendo di installare dei moduli fotovoltaici in silicio monocristallino che presentino le caratteristiche seguenti.

Area lorda singolo modulo [mq]	1,69
Area netta singolo modulo [mq]	1,53
P picco singolo modulo [W_p]	315
Rendimento	20,6%
Performance Ratio (PR)	0,75

Tabella 51 - Caratteristiche moduli fotovoltaici

La soluzione proposta prevede di installare 270 moduli fotovoltaici della tipologia sopra descritta per una potenza di picco totale pari a 85,1 kW_p.

L'impianto occuperebbe una superficie lorda in pianta pari a circa 455 m^2, compatibile con l'area teoricamente disponibile di circa 3.300 m^2, stimata considerando di poter usufruire delle coperture dei capannoni dei Corpi Cantina e Imbottigliamento. I dati appena discussi sono riepilogati di seguito.

n° moduli	270
P totale [kW_p]	85,1
Area lorda totale impianto [mq]	455
Area totale massima disponibile [mq]	3.300

Tabella 52 - Caratteristiche impianto fotovoltaico

La relazione matematica espressa in precedenza permette di valutare per ogni mese dell'anno l'energia elettrica che l'impianto in oggetto sarebbe in grado di generare. È necessario ora stimare quanta di questa energia sia teoricamente consumabile al momento della sua produzione e quanta, invece, debba essere rivenduta (a prezzi probabilmente non competitivi) in rete.

La producibilità dell'impianto fotovoltaico è pari a circa 117.645 kWh/anno, come si deduce dalla tabella e dal grafico seguente.

PRODUCIBILITÀ IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Mese	**Irradianza solare sul piano dei moduli [kWh/mq]**	**Producibilità [kWh]**
mag-17	200,29	12.776
giu-17	200,66	12.800
lug-17	214,48	13.681
ago-17	203,16	12.959
set-17	158,81	10.130
ott-17	139,43	8.894
nov-17	103,21	6.584
dic-17	83,26	5.311
gen-18	115,07	7.340
feb-18	118,18	7.538
mar-18	155,82	9.939
apr-18	151,96	9.693
En. elettrica [kWh/anno]		**117.645**
Spesa [€/kWh]		**€ 24.338**

Tabella 53 - Producibilità impianto fotovoltaico

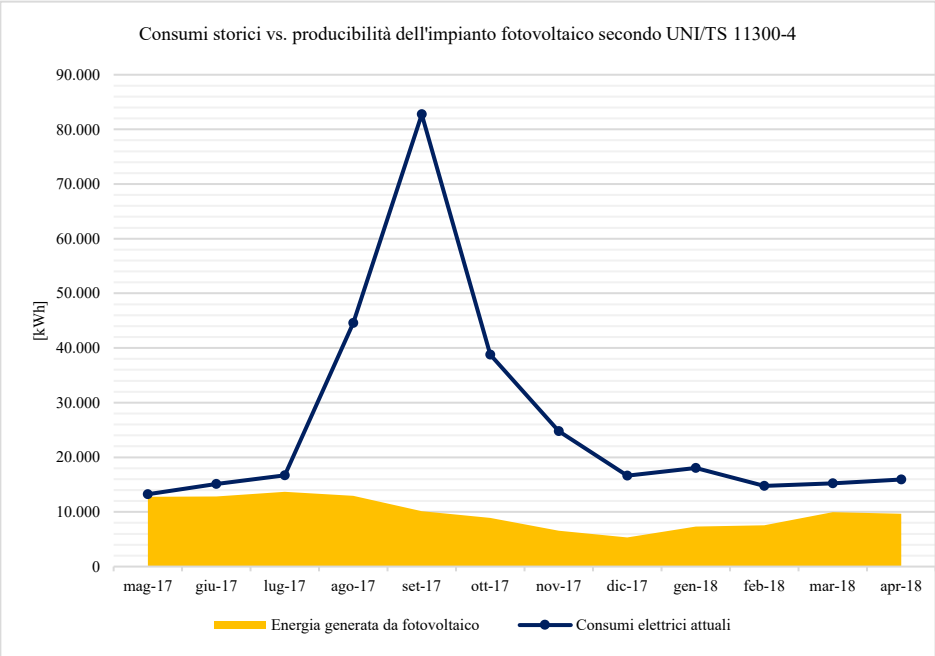


Figura 66 - Legame tra energia generata e consumata

Supporre che la totalità dell'elettricità generata, quando minore del consumo complessivo, possa essere autoconsumata in loco è in realtà un errore di valutazione.

Si può stimare, infatti, che la quota dei consumi effettivamente in fase con la produzione fotovoltaica sia sicuramente minore dei consumi totali mensili. Una stima cautelativa può essere effettuata ipotizzando che lo stabilimento riesca a sfruttare l'energia elettrica generata per una quota dei consumi pari alla somma dell'80% dell'energia in fascia F1, del 60% dell'energia in F2 e del 40% dell'energia in F3. Si ottiene in tal modo il prospetto seguente.

AUTOCONSUMO IN BASE ALLE FASCE DI COSTO F1, F2, F3								
Mese	**Producibilità fotovoltaico [kWh]**	**Consumi attuali [kWh]**	**Quota massima autoconsumabile [kWh]**	**Copertura del fabbisogno elettrico totale**	**Verifica autoconsumo**	**Energia prodotta da fotovoltaico**		**Prelievo futuro di elettricità da rete [kWh]**
						Quota autoconsumata [kWh]	**Quota non utilizzata [kWh]**	
mag-17	**12.776**	13.241	**8.598**	96%	Possibile sovraproduzione	**8.598**	4.178	4.643
giu-17	**12.800**	15.131	**9.672**	85%	Possibile sovraproduzione	**9.672**	3.127	5.459
lug-17	**13.681**	16.712	**10.268**	82%	Possibile sovraproduzione	**10.268**	3.414	6.444
ago-17	**12.959**	44.584	**29.407**	29%	Autoconsumo	**12.959**	0	31.625
set-17	**10.130**	82.745	**56.561**	12%	Autoconsumo	**10.130**	0	72.615
ott-17	**8.894**	38.782	**25.856**	23%	Autoconsumo	**8.894**	0	29.888
nov-17	**6.584**	24.787	**16.689**	27%	Autoconsumo	**6.584**	0	18.203
dic-17	**5.311**	16.632	**10.518**	32%	Autoconsumo	**5.311**	0	11.321
gen-18	**7.340**	18.065	**11.518**	41%	Autoconsumo	**7.340**	0	10.725
feb-18	**7.538**	14.788	**9.552**	51%	Autoconsumo	**7.538**	0	7.250
mar-18	**9.939**	15.215	**9.967**	65%	Autoconsumo	**9.939**	0	5.276
apr-18	**9.693**	15.939	**10.213**	61%	Autoconsumo	**9.693**	0	6.246
En. elettrica [kWh/anno]	**117.645**	**316.621**	**208.819**	**37%**		**106.926**	**10.719**	**209.695**
Spesa [€/kWh]	**€ 24.338**	**€ 65.501**	**€ 43.199**			**€ 22.120**	**€ 2.217**	**€ 43.381**
						90,9%	**9,1%**	

Tabella 54 - Verifica autoconsumo energia prodotta da impianto fotovoltaico

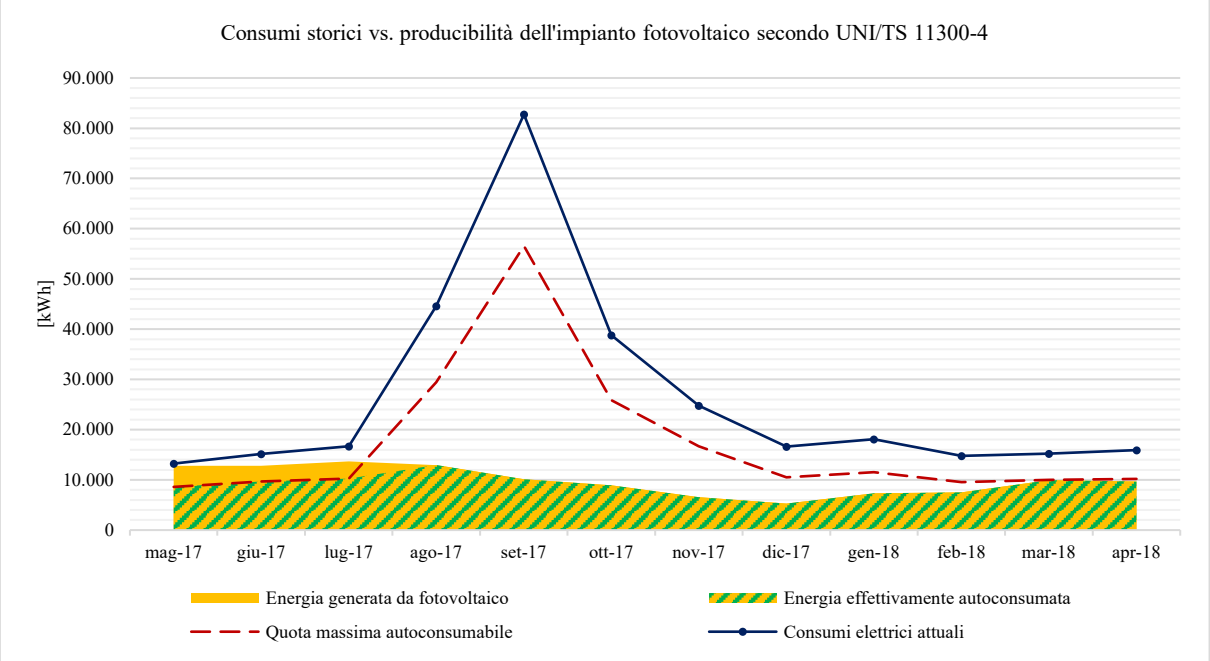


Figura 67 - Legame tra energia generata e autoconsumata

Come si può osservare, il vincolo introdotto ha come conseguenza il fatto che durante i mesi di maggio, giugno e luglio è probabile che non tutta l'energia generata possa essere consumata in loco.
Tuttavia, nel presente caso è stato scelto di permettere che il sistema vada in lieve sovraproduzione solo per tre mesi all'anno, al fine di poter sfruttare poi la maggiore potenzialità produttiva durante la restante parte dell'anno.

Dalla trattazione esposta in precedenza, si evince che il potenziale mancato esborso massimo è pari a circa 22.120 €/anno. Essendo l'investimento richiesto per la realizzazione dell'intervento stimabile in circa 140.418 €, si ha che il tempo di ritorno semplice dell'intervento in oggetto sarebbe pari a 6,3 anni.
Si deve tuttavia considerare nell'analisi economica anche il mancato esborso derivante dalla detraibilità dell'impianto in oggetto. Infatti, la Legge di Bilancio 2018 ha confermato la sussistenza del super ammortamento, riducendolo da 140% al 130% della cifra investita. Di tale quantità potrà essere detraibile, spalmata in 5 anni, una cifra pari al 20%. Si riporta pertanto di seguito il piano economico di rientro, elaborato tenendo conto di tale forma di incentivazione.

Investimento [€]	**€ 140.418**

Mancato Esborso Economico [€/anno]	**€ 22.120**
Super ammortamento	130%
Anni detraibilità	5
Quota detraibile in 5 anni	20%
Detrazione fiscale annua (usufruibile per 5 anni) [€/anno]	€ 7.302
Mancato Esborso Economico con Detrazione fiscale [€/anno]	**€ 29.422**

Tempo di rientro semplice con Detrazione fiscale [anni]	**4,8**

Anno	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costi	**140.418 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
Mancato esborso	0 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €	22.120 €
Detrazione fiscale	0 €	7.302 €	7.302 €	7.302 €	7.302 €	7.302 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Ricavi	**0 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**
Flusso di cassa	**-140.418 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**29.422 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**	**22.120 €**
Indebitamento	**-140.418 €**	**-110.995 €**	**-81.573 €**	**-52.151 €**	**-22.729 €**	**6.693 €**	**28.813 €**	**50.934 €**	**73.054 €**	**95.174 €**	**117.295 €**

Tabella 55 - Analisi economica IM4

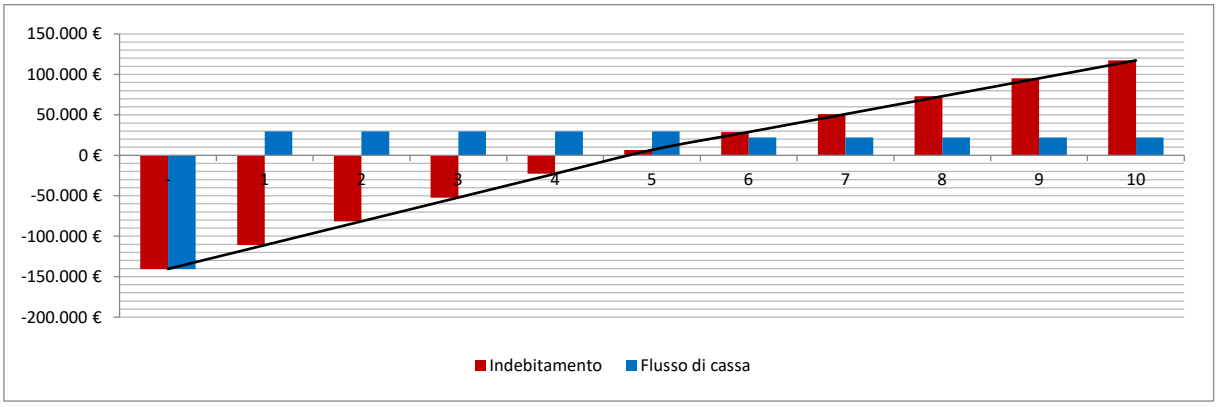


Figura 68 - Piano economico di rientro IM4

Ipotizzando i valori finanziari visibili nel di seguito, si può attualizzare l'analisi economica svolta fin qui.

Vita economica utile dell'investimento	n	25
Tasso di interesse	R	3%
Fattore di annualità	$FA_{R,n}$	11,9
Fattore di sconto	-	0,478
Costo di investimento	**I_0**	**140.418 €**
Mancato esborso totale al primo anno	**FC_0**	**22.120 €**
Valore attuale netto a 15 anni	VAN	79.769 €
Tempo di ritorno attualizzato	**TRA**	**7,15**

Flussi di cassa attualizzati per anno														
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
21.476 €	20.851 €	20.243 €	19.654 €	19.081 €	18.525 €	17.986 €	17.462 €	16.953 €	16.460 €	15.980 €	15.515 €	21.476 €	20.851 €	20.243 €

Tabella 56 - Analisi economica IM4

Ne risulta che il tempo di ritorno di tale intervento di efficientamento energetico, attualizzato con le ipotesi sui parametri finanziari esposte in precedenza, è pari a 7,15 anni.

4.11.6. Interventi sul vettore termico

- ***IM5 - Recupero termico dai compressori***

L'intervento consiste nella valutazione dell'installazione di un sistema di recupero termico del calore dissipato dai compressori tramite un circuito idraulico collegato ad uno scambiatore termico a piastre o coassiale.

I compressori possono essere integrati da un circuito di recupero del calore in grado di produrre acqua calda ad una temperatura fino a 70 °C, recuperando una potenza termica massima pari a circa l'80% della potenza meccanica all'albero del compressore, calore che verrebbe altrimenti dissipato totalmente in ambiente.

L'utilizzo può essere uno dei seguenti:

- Preriscaldamento dell'acqua di impianto termico (ad uso ambientale o industriale di processo);
- Produzione acqua calda sanitaria;
- Riscaldamento ambienti a bassa temperatura (sistemi radianti).

Sono ipotizzabili due tipologie di scambiatore:

- A piastre (soluzione base)
- Di sicurezza (soluzione che previene qualsiasi rischio di contaminazione tra circuito primario e secondario)

L'olio caldo che esce dal compressore, prima di circolare nel radiatore per il raffreddamento ad aria, passa attraverso uno scambiatore di calore a piastre (regolato da una valvola termostatica a tre vie), dove cede il calore all'acqua del circuito secondario di recupero termico.

Qualora, in seguito a una riduzione del flusso di acqua o ad un incremento della sua temperatura, l'olio arrivasse a temperature più elevate rispetto a quelle di normale esercizio, la valvola termostatica a tre vie comanda la variazione del flusso dell'olio verso il passaggio nella batteria di raffreddamento.

La potenza termica massima recuperabile può essere espressa come $\mathrm{P_t}\,[W] = \dot{\mathrm{m}}\left[\frac{kg}{s}\right]\mathrm{c_p}\left[\frac{J}{kg\,K}\right]\Delta\mathrm{T}\,[K]$

dove $\dot{\mathrm{m}}$ è la portata nel circuito dell'acqua, $\mathrm{c_p}$ è il calore specifico a pressione costante dell'acqua e $\Delta\mathrm{T}$ è il salto termico fra ingresso ed uscita dell'acqua dallo scambiatore.

Di conseguenza, la relativa portata uscente dallo scambiatore è valutabile come:

$$\dot{\mathrm{V}}\left[\frac{l}{min}\right] = \frac{\mathrm{P}_t\,[W]}{\rho\left[\frac{kg}{l}\right]\frac{1}{60}\left[\frac{min}{s}\right]\mathrm{c_p}\left[\frac{J}{kg\,K}\right]\Delta\mathrm{T}\,[K]} = \frac{60}{4186}\cdot\frac{\mathrm{P}_t}{\Delta\mathrm{T}}$$

Il sistema prevede l'installazione di uno scambiatore di calore olio-acqua, completo di collegamenti sul circuito primario dell'olio, valvola termostatica a tre vie di regolazione e sicurezze.

Sul circuito secondario saranno presenti i dispositivi di controllo e sicurezza (valvola di sicurezza, vaso di espansione, gruppo di riempimento, termostato di sicurezza, idrometro e termometro) e il gruppo di elettropompa di circolazione.

L'utenza sarà genericamente collegata ad un serbatoio inerziale (puffer), al quale sarà possibile collegare anche eventuali altri recuperi termici e da cui potrà essere prelevata acqua calda preriscaldata da inviare alla caldaia.
I costi del sistema di recupero termico, per la taglia dei compressori abbinati, sono pari a 15.000,0 €.

Con riferimento ai compressori installati nell'impianto oggetto della presente analisi, se si suppone che l'acqua in ingresso abbia una temperatura di 40 °C e assumendo di avere dentro lo scambiatore un salto termico di 30 °C, si ottengono i seguenti risultati per ognuno dei 2 apparecchi presenti.

P nominale [kW]	22
Rendimento a carico	90%
P_{mecc} all'albero [kW]	19,8
Percentuale della P_{mecc} all'albero recuperabile sotto forma di calore	80%
P termica massima recuperabile [kW]	15,84
ΔT acqua tra ingresso e uscita scambiatore [K]	30
Portata nominale acqua (a T_{IN}=40°C) [l/min]	**7,6**

Tabella 57 - Caratteristiche del sistema

Si richiamano di seguito le ore ipotizzate di funzionamento a carico dei compressori, al fine di ricavare le ore medie annue.

Area funzionale	Ore a carico [h/mese]												Ore a carico [h/anno]
	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	
Pressatura	0	0	0	57,6	108	115,2	41,4	0	0	0	0	0	**322,2**
Imbottigliamento	28,8	27,6	28,2	0	0	0	13,8	24,6	28,8	26,4	29,4	25,2	**232,8**

Tabella 58 - Profili di funzionamento compressori

Ipotizzando che il GPL abbia un PCI pari a 7,17 kWh_t/l e che il suo costo medio unitario sia di 1,3 €/l, è possibile ricavare i potenziali risparmi massimi annui come esposto di seguito.

Area funzionale	P_{el} nominale [kW]	P_{mecc} all'albero [kW]	P_t recuperabile [kW]	Risparmio di GPL [l/h]	Ore a carico [h/anno]	Risparmio di GPL [l/anno]
Pressatura	22	19,8	15,84	2,21	322,2	**711,8**
Pressatura	22	19,8	15,84	2,21	322,2	**711,8**
Imbottigliamento	22	19,8	15,84	2,21	232,8	**514,3**
Imbottigliamento	22	19,8	15,84	2,21	232,8	**514,3**
						2.452,4
Potenziale risparmio massimo [€/anno]						**3.188 €**

Tabella 59 – Calcolo risparmi di GPL

Si riporta nella tabella seguente il confronto fra i consumi di GPL prima e dopo l'intervento di installazione del kit di recupero termico su entrambi i compressori.

	Area funzionale	Consumi di GPL [l/mese]												Consumi di GPL [l/anno]
		mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	
ANTE OPERAM	Pressatura	0	0	0	2.601	4.877	5.202	1.869	0	0	0	0	0	**14.549**
	Imbottigliamento	1.300	1.246	1.273	0	0	0	623	1.111	1.300	1.192	1.328	1.138	**10.512**
	TOTALE	**1.300**	**1.246**	**1.273**	**2.601**	**4.877**	**5.202**	**2.493**	**1.111**	**1.300**	**1.192**	**1.328**	**1.138**	**25.061**
POST OPERAM	Pressatura	0	0	0	2.346	4.399	4.693	1.686	0	0	0	0	0	**13.125**
	Imbottigliamento	1.173	1.124	1.149	0	0	0	562	1.002	1.173	1.075	1.198	1.027	**9.483**
	TOTALE	**1.173**	**1.124**	**1.149**	**2.346**	**4.399**	**4.693**	**2.249**	**1.002**	**1.173**	**1.075**	**1.198**	**1.027**	**22.608**

Tabella 60 - Confronto scenari ante e post intervento

Tali valori possono essere agevolmente visualizzati nel grafico seguente.

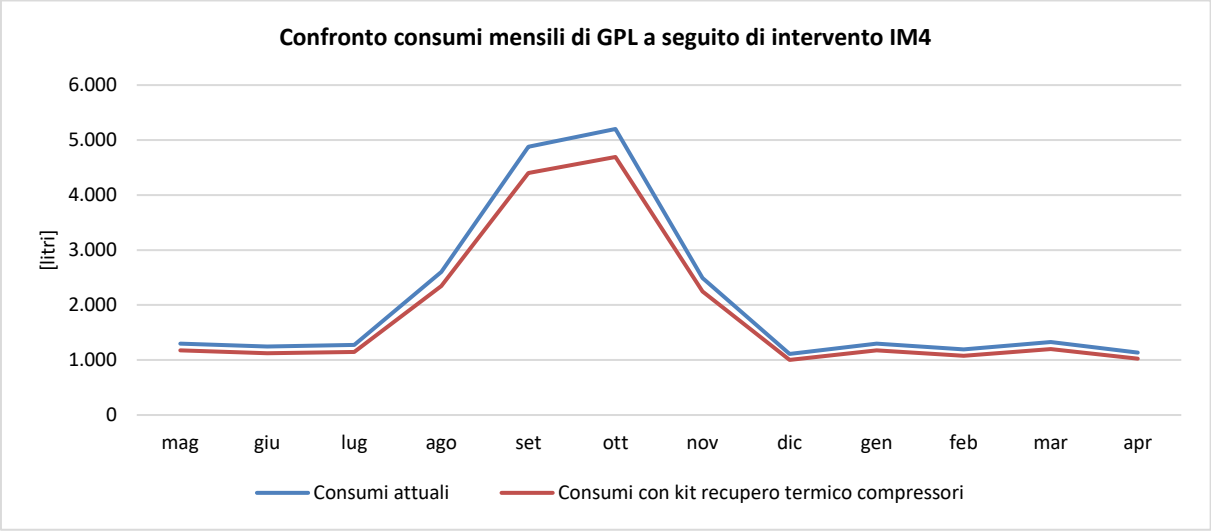


Figura 69 - Confronto consumi mensili di GPL con kit recupero termico compressori

Si evince dunque che l'intervento in oggetto porterebbe a risparmiare circa 2.452 litri annui di GPL, corrispondenti a circa 3.188 € di potenziale risparmio massimo per il 1° anno, a fronte un investimento di 15.000,0 €.

Si riportano di seguito i risultati dettagliati dell'analisi economica svolta per l'intervento in oggetto.

	IM4	
Descrizione	Recupero termico compressori	
Vettore di intervento	GPL stato liquido L	
Vita economica utile dell'intervento	anni	15
Tasso d'interesse reale	3,0%	
Fattore di attualizzazione	11,9	
Fattore di sconto	0,642	
Costo di investimento	€	15.000
Risparmio Energetico conseguibile	kWh/anno	17.582
Risparmio Energetico conseguibile	tep/anno	1,5
Mancato Esborso Economico (al 1° anno)	€	3.188
VAN - Valore attuale netto a 15 anni	€	23.059
SPB - Tempo di ritorno semplice	anno	4,7
DPB - Tempo di ritorno attualizzato	anno	5,2
ROR - Tasso di redditività immediato	21,25%	
TIR - Tasso interno di rendimento	19,85%	
Indice costi-benefici	2,54	
Indice di profitto (VAN/Investimento)	1,54	

Tabella 61 - Analisi economica

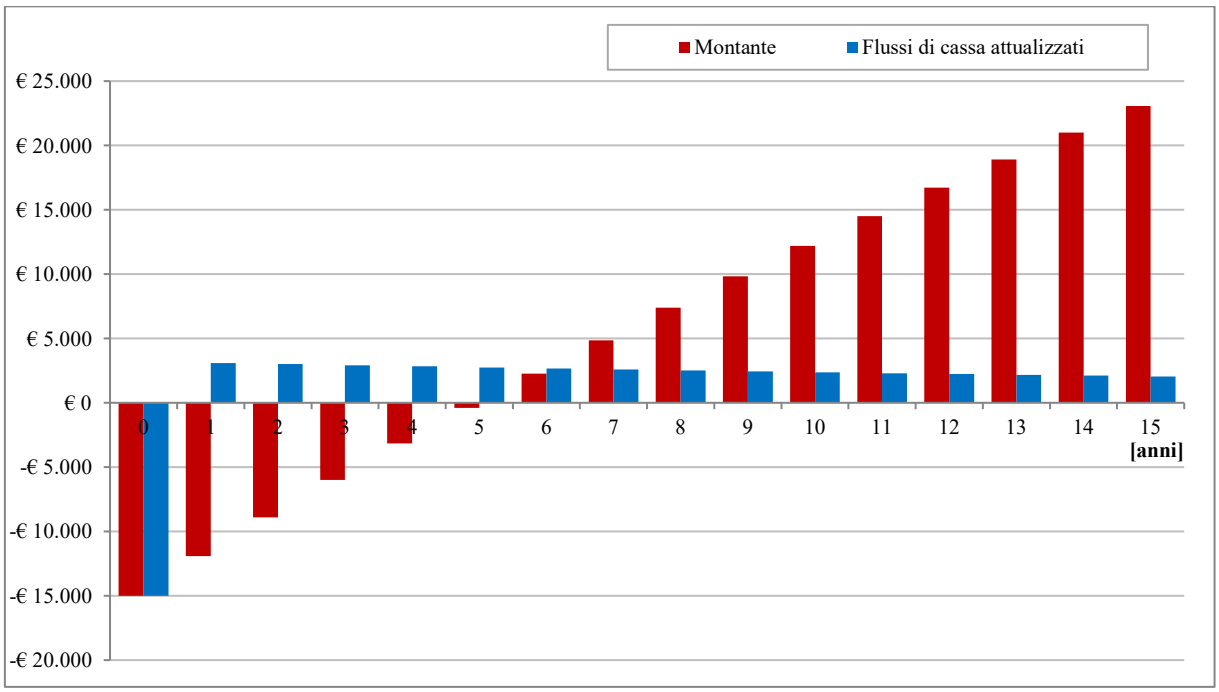


Figura 70 - Piano economico di rientro

- ***IM6 - Sostituzione generatore di calore***

È stato effettuato il calcolo dei risparmi conseguibili a seguito di una sostituzione Plug&Play della caldaia esistente. Si è ipotizzato di installare una caldaia a condensazione che presentasse un rendimento del 98%, in modo tale da garantire prestazioni più efficienti rispetto alla caldaia attuale. I risultati della simulazione sono visibili nella tabella seguente.

Rendimento [%]	Fattore di carico	Potenza termica al focolare totale [kWt]	Consumo mensile [kWht]												Consumo annuo di GPL [kWht]	Consumo annuo di GPL [l]
			mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18		
90,00%	95%	**105,6**	0	0	0	0	0	6.080	5.827	5.193	6.080	5.573	6.207	0	**34.960**	**4.876**
98,00%	95%	**96,9**	0	0	0	0	0	5.584	5.351	4.769	5.584	5.118	5.700	0	**32.106**	**4.478**

Tabella 62 - Confronto scenari ante e post intervento

Dalla tabella precedente, si evince che tale intervento porterebbe ad avere un risparmio di circa 398 litri di GPL all'anno, corrispondenti ad un potenziale risparmio massimo di circa 518 €/anno.

4.11.7. Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda

- ***IM7 - Formazione e sensibilizzazione del personale interno***

Un ulteriore apporto al miglioramento della prestazione energetica dell'Azienda può essere dato dallo svolgimento di attività di sensibilizzazione volte a:

- Creare una maggiore consapevolezza rispetto all'importanza delle piccole azioni quotidiane nel generare importanti cambiamenti;
- Evidenziare le scelte volontarie dell'azienda nella direzione di una maggiore sostenibilità energetica;
- Informare i dipendenti sugli standard fissati dai regolamenti normativi;
- Creare un sistema di gestione interno dell'energia eventualmente traslabile nell'ottica di accreditamento secondo la norma ISO 50001

Tale strategia di efficientamento non risulta comportare alcun costo diretto, a fronte di un beneficio che può essere rappresentato dalla maggior consapevolezza e attitudine del personale interno a contribuire al processo di razionalizzazione dell'uso delle risorse energetiche.

- ***IM8 - Installazione sistema di misura***

Al fine di garantire un continuo e costante monitoraggio dei consumi delle utenze energetiche relative alle attività svolte, ai servizi ausiliari e ai servizi generali, e di verificare in modo oggettivo i risultati degli interventi di efficientamento adottati, è determinante l'applicazione di un sistema di misurazione e documentazione dei consumi ante e post-opera, oltre che un sistema di controllo e supervisione dotato di Web server. I misuratori dovranno permettere letture orarie e non invasive, cioè senza dover scollegare l'utenza dalla rete per non causare l'interruzione delle attività. Inoltre, per limitare i costi, il sistema di misura non dovrà prevedere sostanziali interventi sui quadri elettrici, cosa che permetterà anche un'installazione veloce e sicura.

Tale sistema permetterà di avere sempre monitorato 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. Il beneficio derivante dal sistema suggerito permetterà un risparmio massimo del 30%.

Per quanto riguarda il sistema elettrico analizzato, al fine di avere una stima più precisa dei consumi e dei profili di funzionamento si ritiene che sia importante misurare nello specifico gli assorbimenti di:

- Gruppi frigo;
- Macchinari ammostatura;
- Macchinari filtrazione;
- Linea imbottigliamento.

La selezione delle aree idonee all'installazione di punti di misura è stata effettuata tenendo in considerazione i seguenti aspetti, con i quali sono state definite delle priorità d'intervento:

- Elevati consumi annui;
- Variabilità del prelievo di potenza;
- Elevato numero di ore di attività;
- Possibilità pratica di installazione in relazione alla disposizione dei quadri elettrici.

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

L'installazione di un sistema di monitoraggio permette di misurare e analizzare i dati di consumo energetico, attività base per il modello di gestione come previsto dalla norma ISO 50001:2011.

4.12. Accreditamento UNI CEI EN ISO 50001

Quanto sviluppato fin qui, riguardante soprattutto gli aspetti trattati da una Diagnosi Energetica, permette la definizione di un percorso mirato alla costruzione interna all'azienda di un SGE (Sistema di Gestione per l'Energia), certificabile secondo la norma UNI CEI EN ISO 50001/2011.

Lo standard sollecita, infatti, lo sviluppo di una politica energetica che, partendo dall'identificazione dei consumi energetici passati e presenti, definisce gli obiettivi di miglioramento futuri che saranno tenuti sotto controllo attraverso appropriati piani di monitoraggio.

Dalla comparazione e analisi dei consumi fatta si sono ottenute informazioni utili per mettere in atto piani di miglioramento dell'efficienza energetica, con conseguente riduzione dei costi per l'energia. Il percorso verso un Sistema di Gestione dell'Energia si propone quindi di aiutare l'impresa non solo a definire le strategie che dovranno guidare l'organizzazione verso le sue responsabilità energetiche, ma anche a stabilire obiettivi di performance energetica a breve, medio e lungo termine e mobilitare le risorse necessarie per conseguire questi obiettivi.

Questo risulta un passaggio naturale per l'Azienda, a seguito proprio dello svolgimento delle procedure previste da un auditing energetico che hanno permesso di identificare le diverse potenziali soluzioni tecniche da adottare nelle aree di maggiore consumo. Le indicazioni contenute nelle analisi precedenti forniscono gli elementi per poter individuare i componenti che necessitano di un incremento di misurazioni specifiche, volte a determinare con maggior dettaglio gli Energy Performance Indicators (EnPIs). Una volta misurati e aggiornati periodicamente, unitamente alla definizione dei livelli di miglioramento continuo che l'Azienda vorrà perseguire, la loro continua analisi permetterà la realizzazione, il mantenimento e il funzionamento dell'intero SGE.

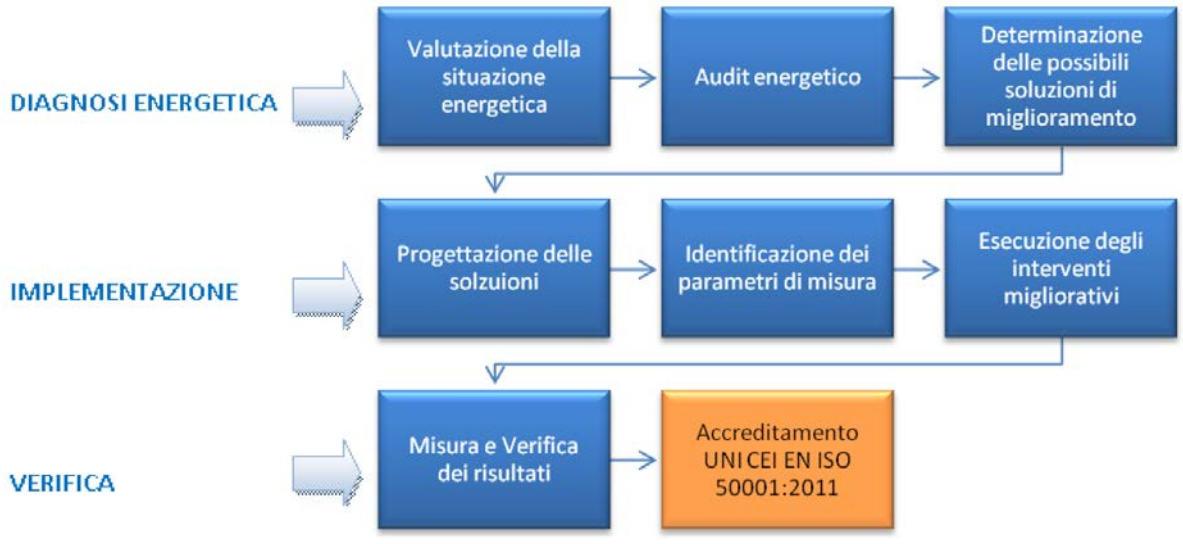


Figura 71 - Schema di flusso applicazione ISO 50001

Per avviare un SGE, avendo sviluppato già un'analisi iniziale di tutti i consumi energetici dell'organizzazione stessa, si renderà quindi necessario aggiornare la politica per la gestione dell'energia, affinché abbia come obiettivo finale la realizzazione del miglioramento continuo delle prestazioni energetiche di partenza. A seguito si procederà con l'elaborazione del cosiddetto Energy Planning, che dovrà contenere al suo interno i requisiti per la pianificazione strategica per l'attuazione della politica energetica, gli obiettivi energetici da raggiungere e gli eventuali piani d'azione, il cui scopo finale è il miglioramento effettivo delle prestazioni energetiche. Ultimo punto, ma essenziale per la verifica del rispetto normativo e soprattutto del percorso intrinseco alla ISO 50001, è rappresentato dalla determinazione dei target energetici che l'organizzazione, a diversi livelli, deve raggiungere: ad esempio a livello di azienda, a livello di processo, a livello di impianti ecc. Tale percorso avviene secondo un approccio metodologico per fasi successive e complementari basate su:

- analisi sistemiche: diagnostica, pianificazione esecuzione, monitoraggio, e correzione disallineamenti,
- interventi infrastrutturali: miglioramento delle infrastrutture per l'uso dei vettori a livello generale, ausiliario e di attività
- azioni comportamentali: adeguata preparazione del personale all'uso consapevole dell'energia

Un efficace Sistema di Gestione dell'Energia certificato consentirà, in ultimo, di:

- avere un accesso privilegiato al mercato;
- migliorare l'immagine aziendale e il rapporto con gli stakeholder;
- soddisfare i requisiti che in futuro saranno previsti dal recepimento della Direttiva 2012/27 sull'efficienza energetica;
- ridurre i costi energetici attraverso una sistematica gestione dell'energia;
- ridurre le emissioni di gas ad effetto serra ottimizzando la performance ambientale nel rispetto dei limiti di legge;
- avere un approccio sistematico al miglioramento continuo e permanente dell'efficienza energetica delle organizzazioni di ogni tipo o dimensione;
- integrare facilmente il nuovo modello con altri sistemi di gestione quali ISO 9001, ISO 14001; OHSAS 18001, essendo lo standard basato sul Modello PDCA (Plan-Do-Check-Act).

Verranno presentati di seguito i punti salienti per la definizione dell'SGE per Grottarossa Vini, che consistono nello stabilire i requisiti della pianificazione strategica per l'attuazione della politica energetica, gli obiettivi energetici da raggiungere e gli eventuali piani d'azione, il cui scopo finale è il miglioramento effettivo delle prestazioni energetiche

4.13. Politica energetica

Primo passo da effettuare per predisporre la creazione di un efficace Sistema di Gestione dell'Energia, riguarda la presa di posizione della direzione aziendale in merito ai traguardi energetici da porre come obiettivi, da esprimere ad esempio individuando una ragionevole percentuale di abbattimento dei consumi energetici attuali da raggiungere entro un periodo prefissato.

La Cantina Vinicola Grottarossa Vini, in virtù dell'attività di gestione efficiente e sostenibile dei consumi energetici e con riferimento soprattutto al *core business* di attività di sviluppo tecnico progettuale, ha definito la seguente politica energetica:

- essere conforme ai requisiti legislativi, attuali e futuri, in materia energetica, siano essi obbligatori o volontari;
- dotarsi di un Sistema di Gestione dell'Energia, conforme ai requisiti previsti dalle norme, teso al miglioramento continuo delle proprie prestazioni energetiche, secondo lo schema metodologico del Ciclo di Deming (PDCA);
- identificare, tra tutte le funzioni aziendali, le attività e/o le aree responsabili dei consumi energetici al fine di individuare potenziali interventi che consentano un miglioramento dell'efficienza energetica del sito produttivo e aree limitrofe entro i confini aziendali;
- diffondere le best-practices aziendali in tema di efficientamento energetico, sotto forma di attività di produzione vinicola efficiente;
- utilizzo della tecnologia per la riduzione dell'impatto ambientale, per una produzione eco-sostenibile
- l'adesione a certificazioni volontarie, quali ad esempio la Carbon Footprint, di alcuni prodotti, ad integrazione delle scelte energetiche di riduzione consumi e ed emissioni.

L'impegno dell'Organizzazione nell'attuare tale Politica Energetica sul lungo periodo è rivolto al continuo miglioramento degli usi dell'energia in termini di efficienza, così come previsto dalla norma UNI 50001. Tramite la definizione e il raggiungimento di adeguati obiettivi e traguardi, sarà possibile ridurre il consumo energetico senza modificare le condizioni dell'offerta ai clienti mediante i propri prodotti.
La realizzazione di tale Politica richiede uno sforzo continuo da parte di tutti i collaboratori/dipendenti verso l'efficienza energetica e ad essi dovranno essere fornite le necessarie informazioni e risorse per aiutarli e incoraggiarli nella direzione voluta.

In quest'ottica, l'Organizzazione si è proposta di:

- esercitare un controllo costante sull'impatto energetico di ogni operazione in azienda, dalle decisioni strategiche fino alle attività operative svolte in proprio o tramite terzi;
- ottimizzare l'uso di risorse energetiche in un'ottica di risparmio mantenendo inalterato l'output derivante dal loro utilizzo (sia esso produzione di beni/servizi o comfort per i collaboratori d'azienda);

- adottare, ove economicamente conveniente, le migliori tecniche disponibili sul mercato per migliorare le performances energetiche;
- minimizzare l'impatto energetico nella fase di progettazione di nuovi prodotti;
- sensibilizzare all'efficienza energetica i clienti, considerati attori importanti per il conseguimento degli obiettivi;
- essere i primi ad avere un approccio energeticamente efficiente per meglio comunicarlo ai clienti;
- sensibilizzare all'efficienza energetica i collaboratori interni, considerati attori fondamentali per il conseguimento degli obiettivi;
- comunicare internamente gli obiettivi e i traguardi energetici definiti, indicando i livelli raggiunti;
- considerare la prestazione energetica nelle decisioni di progettazione di impianti e acquisto di macchinari, prodotti e servizi;
- rivolgere un'attenzione particolare alle tecnologie efficienti e innovative per ridurre l'impatto ambientale oltre che i consumi energetici;
- utilizzare in modo efficace tutto ciò che incide sui consumi di energia.

L'organizzazione si è impegnata a seguire la Politica Energetica illustrata fin qui, a riesaminarla a intervalli regolari di tempo (annualmente e massimo ogni tre anni) e ad aggiornarla, in caso di necessità, a traguardi raggiunti.

Per quanto riguarda l'Alta Direzione dell'Azienda, a questa è stata conferita l'autorità di controllo e individuazione dei percorsi di efficientamento dell'Organizzazione con i seguenti compiti:

- definisce una politica energetica con revisione triennale o a raggiungimento degli obiettivi e traguardi prefissati;
- nomina il proprio rappresentante con ruolo di verifica e controllo dell'operato della struttura;
- rende disponibili annualmente fondi o soluzioni per sviluppare saving energetici, gestionali e tecnologici, da verificare ad inizio di ogni anno o alla necessità, in modo diretto o mediante bandi di finanziamento terzo;
- forma, direttamente o mediante proprio rappresentante, i collaboratori o il personale sul ruolo dell'energia e dell'importanza del fare saving energetico e riduzione emissioni ambientali;
- determina gli EnPI con il proprio rappresentante;
- determina i traguardi raggiungibili nell'ordine dell'autosufficienza energetica entro cinque anni rispetto alla situazione di baseline (2016) sull' energia elettrica.

4.14. Pianificazione energetica

A seguito della definizione della Politica Energetica, l'Azienda Vinicola ha stabilito le priorità di intervento in modo tale da privilegiare quelli n grado di apportare un beneficio immediato al complesso. La sequenza operativa di attuazione degli interventi proposti in precedenza, ordinati in modo tale da permettere al risparmio energetico conseguibile con un intervento di incentivare la realizzazione del successivo, è riportata nella seguente tabella.

Scansione temporale	Data	Oggetto	Obiettivo	Modalità operative	Indicatore energetico	Stato avanzamento	Modalità verifica prestazioni
1° Anno	2016	Relamping	Riduzione consumi elettrici dovuti ad illuminazione	Sostituzione corpi illuminanti con apparecchi a LED	kWh/m^2 (di superficie illuminata)	Terminato	Monitoraggio energetico
1° Anno	2016	Ammodernamento compressori	Riduzione consumi elettrici dovuti a generazione di aria compressa	Sostituzione compressori con macchinari più efficienti	kWh/hl (di vino prodotto)	Terminato	Monitoraggio energetico
3° Anno	Novembre 2018	Installazione sistema di monitoraggio	Acquisire visione d'insieme dei parametri influenzanti la prestazione energetica dell'Azienda	Monitorare consumi elettrici tramite appositi contatori gestiti da sistema centrale	-		-
3° Anno	Novembre 2018	Ricontrattualizzazione energia elettrica	Riduzione costi vettori energetici	Verifica condizioni di mercato con fornitori	€/kWh$_{el}$ €/kWh$_t$		Verifica costi
3° Anno	Gennaio 2019	Recupero energia termica compressori	Sfruttare calore dissipato come fonte termica per preriscaldare l'acqua afferente in caldaia	Installazione scambiatore di calore su circuito fluidi compressore	kWh/m^2		Monitoraggio energetico
3° Anno	Marzo 2019	Installazione inverter	Riduzione consumi elettrici dovuti a motori elettrici	Installazione inverter su pompe e macchinari	kWh/hl (di vino prodotto)		Monitoraggio energetico
4° Anno	Maggio 2019	Rifasamento puntuale macchinari	Abbassamento consumi di energia attiva dovuti alla presenza di troppa energia reattiva	Installazione rifasatore su ogni macchinario su cui sia necessario	kWh/hl (di vino prodotto)		Monitoraggio energetico
5° Anno	Maggio 2020	Ammodernamento gruppi frigo	Riduzione consumi elettrici dovuti a refrigerazione serbatoi	Sostituzione gruppi frigo con macchinari più efficienti	kWh/hl (di vino prodotto)		Monitoraggio energetico

Tabella 63 - Pianificazione Energetica

Lo svolgimento in sequenza delle attività descritte nell'Energy Planning precedentemente illustrato permetterà all'Azienda di beneficiare di un miglioramento continuo della propria prestazione energetica e, al termine dell'attuazione di tutti i piani di intervento, lo stabilimento avrà raggiunto una riduzione significativa dei propri consumi a parità di prodotti generati.

4.15. Piani d'attuazione

Nella presente sezione sono descritte nel dettaglio le caratteristiche relative agli interventi che verranno realizzati nel corso dell'applicazione pratica della Pianificazione Energetica descritta precedentemente.

- ***Piani già attuati***

Riferimento	**Illuminazione**	
USE pertinente	Apparecchi per l'illuminazione interna ed esterna	
Piano d'azione	Sostituzione corpi illuminanti con apparecchi a LED	
Obiettivo	Miglioramento dei consumi per l'illuminazione di locali interni e aree esterne	
Traguardo	Riduzione del consumo di EE di almeno 29.000 kWh all'anno	
Origine dell'azione	☐Analisi energetica ☐Suggerimenti del personale ☐Azione correttiva ☐Altro:_____	
Motivi per l'azione	L'analisi energetica ha rilevato un eccessivo consumo dovuto all'utilizzo di apparecchi illuminanti tradizionali e non efficienti	
Risparmio energetico stimato	29.390 kWh/anno	
Costo stimato	20.000,0 €	
Sintesi delle fasi	Fase	Descrizione
	1	Misura effettiva del consumo attuale per illuminazione
	2	Esecuzione dell'intervento
	3	Monitoraggio della nuova prestazione energetica
EnPI coinvolti	Consumo di energia elettrica per m^2 di superficie illuminata [kWh/m^2] *Note: Misurato grazie all'installazione di strumenti di misura, altrimenti stimato tramite ricostruzione dei consumi.*	
Consumo di riferimento	Attualmente, dalla ricostruzione dei consumi, si stima un consumo per illuminazione di circa 42.099 kWh/anno	
Traguardo energetico	12.709 kWh/anno *Note: Si rimanda alla verifica dei consumi tramite sistema di misura per settare un traguardo adeguato*	
Piano di misurazione e verifica	Misurazione tramite strumenti di misura. ⌖ Mensile per verificare lo stato di avanzamento ⌖ Annuale per tracciare il raggiungimento dell'obiettivo	

Tabella 64 - Piano d'attuazione Illuminazione

Riferimento	**Aria compressa**	
USE pertinente	Compressori	
Piano d'azione	Sostituzione compressori con macchinari più efficienti	
Obiettivo	Miglioramento dei consumi per la produzione di aria compressa	
Traguardo	Riduzione del consumo di EE di almeno 4.780 kWh all'anno	
Origine dell'azione	☐Analisi energetica ☐Suggerimenti del personale ☐Azione correttiva ☐Altro:_____	
Motivi per l'azione	L'analisi energetica ha rilevato un eccessivo consumo dovuto all'utilizzo di aria compressa prodotta da compressori non efficienti	
Risparmio energetico stimato	4.780 kWh/anno	
Costo stimato	40.000,0 €	
Sintesi delle fasi	Fase	Descrizione
	1	Misura effettiva del consumo attuale per produzione aria compressa
	2	Esecuzione dell'intervento
	3	Monitoraggio della nuova prestazione energetica
EnPI coinvolti	Consumo di energia elettrica per m^2 di superficie utilizzata [kWh/m^2] *Note: Misurato grazie all'installazione di strumenti di misura, altrimenti stimato tramite ricostruzione dei consumi.*	
Consumo di riferimento	Attualmente, dalla ricostruzione dei consumi, si stima un consumo per la produzione di aria compressa di circa 29.840 kWh/anno	
Traguardo energetico	25.060 kWh/anno *Note: Si rimanda alla verifica dei consumi tramite sistema di misura per settare un traguardo adeguato*	
Piano di misurazione e verifica	Misurazione tramite strumenti di misura. ⌖ Mensile per verificare lo stato di avanzamento ⌖ Annuale per tracciare il raggiungimento dell'obiettivo	

Tabella 65 - Piano d'attuazione Aria compressa

- ***Piani da attuare***

Si riportano di seguito, a titolo di esempio, le caratteristiche salienti di 2 dei piani di attuazione che si sono predisposti per realizzare i punti previsti dalla pianificazione energetica esposta in precedenza.

Riferimento	**Recupero termico compressori**	
USE pertinente	Caldaia per linea di imbottigliamento	
Piano d'azione	Installazione scambiatore di calore su compressori	
Obiettivo	Preriscaldamento acqua in ingresso nella caldaia	
Traguardo	Riduzione del consumo di GPL di almeno 2.400 l all'anno	
Origine dell'azione	☐Analisi energetica ☐Suggerimenti del personale ☐Azione correttiva ☐Altro:_____	
Motivi per l'azione	L'analisi energetica ha rilevato un'opportunità di riduzione dei consumi dovuti alla caldaia per la linea di imbottigliamento	
Risparmio energetico stimato	2.452 l/anno	
Costo stimato	10.000 €	
Sintesi delle fasi	Fase	Descrizione
	1	Misura effettiva del consumo attuale per la caldaia
	2	Esecuzione dell'intervento
	3	Monitoraggio dei nuovi consumi
EnPI coinvolti	Consumo di GPL per n° di bottiglie prodotte [l/n° bottiglie] *Note: Misurato grazie all'installazione di strumenti di misura, altrimenti stimato tramite ricostruzione dei consumi.*	
Consumo di riferimento	Attualmente, dai dati forniti dal Cliente, si stima un consumo per la caldaia di circa 5.000 l/anno	
Traguardo energetico	2.548 l/anno *Note: Si rimanda alla verifica dei consumi tramite sistema di misura per settare un traguardo adeguato*	
Piano di misurazione e verifica	Misurazione tramite strumenti di misura. ⌖ Mensile per verificare lo stato di avanzamento ⌖ Annuale per tracciare il raggiungimento dell'obiettivo	

Tabella 66 - Piano d'attuazione Recupero termico compressori

Riferimento	**Refrigerazione**	
USE pertinente	Gruppi frigo	
Piano d'azione	Sostituzione gruppi frigo con macchinari più efficienti	
Obiettivo	Miglioramento dei consumi per la refrigerazione dei serbatoi di stoccaggio	
Traguardo	Riduzione del consumo di EE di almeno 7.290 kWh all'anno	
Origine dell'azione	☐Analisi energetica ☐Suggerimenti del personale ☐Azione correttiva ☐Altro:_____	
Motivi per l'azione	L'analisi energetica ha rilevato un eccessivo consumo dovuto ai gruppi frigo per la refrigerazione	
Risparmio energetico stimato	7.297 kWh/anno	
Costo stimato	60.000,0 €	
Sintesi delle fasi	Fase	Descrizione
	1	Misura effettiva del consumo attuale per refrigerazione
	2	Esecuzione dell'intervento
	3	Monitoraggio della nuova prestazione energetica
EnPI coinvolti	Consumo di energia elettrica per hl di vino prodotto [kWh/hl] *Note: Misurato grazie all'installazione di strumenti di misura, altrimenti stimato tramite ricostruzione dei consumi.*	
Consumo di riferimento	Attualmente, dalla ricostruzione dei consumi, si stima un consumo per la refrigerazione di circa 38.215 kWh/anno	
Traguardo energetico	30.917 kWh/anno *Note: Si rimanda alla verifica dei consumi tramite sistema di misura per settare un traguardo adeguato*	
Piano di misurazione e verifica	Misurazione tramite strumenti di misura. ⌖ Mensile per verificare lo stato di avanzamento ⌖ Annuale per tracciare il raggiungimento dell'obiettivo	

Tabella 67 - Piano d'attuazione Gruppi frigo

Riferimento	**Monitoraggio**	
USE pertinente	Carichi variabili	
Piano d'azione	Installazione sistemi di misura con capacità di registrazione	
Obiettivo	Miglioramento dei consumi, ripartizione carichi e verifica cosfi	
Traguardo	Riduzione del consumo di EE di almeno 15.000 kWh all'anno	
Origine dell'azione	☐Analisi energetica ☐Suggerimenti del personale ☐Azione correttiva ☐Altro:_____	
Motivi per l'azione	Adeguamento conoscenza assorbimenti puntuali su carichi variabili	
Risparmio energetico stimato	15.000 kWh/anno	
Costo stimato	24.000,0 €	
Sintesi delle fasi	Fase	Descrizione
	1	Misura effettiva del consumo attuale
	2	Esecuzione dell'intervento
	3	Monitoraggio della nuova prestazione energetica
EnPI coinvolti	Consumo di energia elettrica per hl di vino prodotto [kWh/hl] *Note: Misurato grazie all'installazione di strumenti di misura, altrimenti stimato tramite ricostruzione dei consumi.*	
Consumo di riferimento	Attualmente, dalla ricostruzione dei consumi, si stima un consumo di circa 316.621 kWh/anno	
Traguardo energetico	300.000 kWh/anno *Note: Si rimanda alla verifica dei consumi tramite sistema di misura per settare un traguardo adeguato*	
Piano di misurazione e verifica	Misurazione tramite strumenti di misura. ⌖ Mensile per verificare lo stato di avanzamento ⌖ Annuale per tracciare il raggiungimento dell'obiettivo	

Tabella 68 - Piano d'attuazione Sistema di Monitoraggio

4.16. Sistema di Misurazione

Data l'importanza assunta dal sistema di monitoraggio nell'ottica globale dell'applicazione della ISO 50001, si è scelto di dedicare un paragrafo per approfondire tale argomento, già introdotto precedentemente, nonostante faccia parte in realtà dei piani di attuazione esposti nel paragrafo precedente. Per terminare l'implementazione del SGE, avendo sviluppato già un'analisi di tutti i consumi energetici dell'organizzazione stessa, stabilito la politica per la gestione dell'energia ed elaborato il cosiddetto Energy Planning (Pianificazione Energetica), è adesso necessario garantire un continuo e costante monitoraggio dei consumi delle utenze energetiche relative alle attività svolte, ai servizi ausiliari e ai servizi generali, per poter poi verificare in modo oggettivo i risultati degli interventi di efficientamento adottati.

Per tale scopo, sarà necessario applicare un sistema di misurazione e documentazione dei consumi ante e post-operam, oltre che un sistema di controllo e supervisione dotato di Web server. Tale soluzione permetterà di garantire la gestione dell'impianto, nel suo complesso di componenti, in remoto e in locale tramite postazione con PC panel (tipo touch screen) al fine di avere sempre monitorato il funzionamento degli impianti e ridurre al minimo sia i tempi di intervento sia la diagnostica di funzionamento dello stesso, consentendo quindi un elevato livello prestazionale del sistema in ogni momento. Tale sistema potrà essere rivolto sia alle utenze elettriche che termiche e dovrà essere applicato sia sui centri di assorbimento dei vettori energetici più energivori che sui servizi che determinano i maggiori consumi. L'intervento prevede l'adozione, a partire dalle linee produttive più energivore, di un sistema automatizzato di raccolta dei dati energetici tali da rendere l'attività di accertamento attendibile, sicura e ripetibile.

La completa gestione dell'impianto dovrà poter avvenire anche in modalità remota mediante rete LAN, o rete internet (rete WAN) utilizzando un semplice browser di navigazione. Il tutto sarà gestibile mediante pagine grafiche di facile comprensione anche da parte di un utente non esperto. Le funzioni che il sistema di controllo e supervisione dovrà gestire in automatico saranno come minimo le seguenti:

a. Orari di accensione e spegnimento degli impianti suddivisi nelle varie zone in modo libero e distinto;
b. Impostazione dei set point di lavoro di tutte le unità di trattamento aria;
c. Visualizzazione degli stati di funzionamento di tutti i componenti.
d. Visualizzazione di tutti i parametri letti dalle sonde in campo con possibilità di effettuare misure continue tramite messa in trend.

In particolare, in ambito elettrico si dovrà poter rilevare le seguenti grandezze:

- corrente istantanea [A]
- consumo energetico [kWh] giornaliero, mensile e annuale con cadenza ai quarti orari.

In ambito fluidomeccanico le grandezze da rilevare saranno le seguenti:

- portata [l/s] o [kg/h]
- temperatura [°C]
- consumo energetico [kWh] giornaliero, mensile e annuale con cadenza ai quarti orari

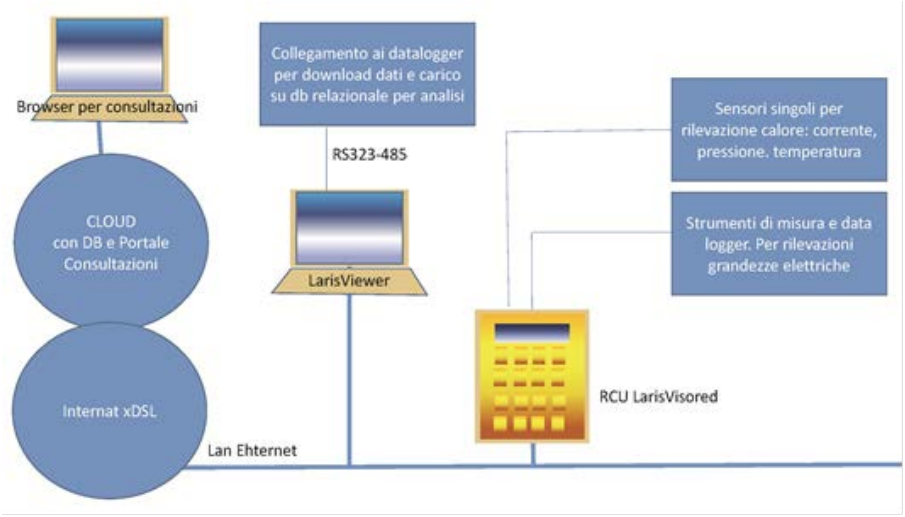


Figura 72 - Schematizzazione del sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di supervisione dovrà, inoltre, avere le seguenti caratteristiche:

a. architettura distribuita client server;
b. scalabilità per poter crescere nel tempo;
c. flessibilità per poter integrare dispositivi di fornitori diversi mediante drivers già integrati nel sistema (protocolli standard BACnet, LON, KNX, Profibus, Modbus, Ethernet TCP/IP);
d. affidabilità con la possibilità di realizzare soluzioni di ridondanza con più postazioni in back-up caldo;
e. apertura verso gli standard di interfacciamento e gestione dei dati per poter essere integrato in sistemi gestionali di livello superiore;
f. sicurezza mediante la gestione dei privilegi (login e password).

Il sistema sarà predisposto per la gestione di altri sottosistemi quali:

a. sistema controllo impianti elettrici;
b. sistema controllo impianto fotovoltaico;
c. sistema antincendio;
d. sistema antintrusione.

Al fine di poter installare correttamente il sistema di monitoraggio, sarà dunque necessario individuare le apparecchiature più energivore, ma anche con carico variabile, dato che solo queste ultime sono in grado di fornire misurazioni significative.

Si riporta nella tabella della pagina seguente un'ipotesi di collocazione dei punti di misurazione all'interno delle linee produttive.

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Consumo annuo [kWh/anno]	Funzionamento	Installazione sistema di monitoraggio
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Macchinari	**Pesa a ponte bilico**	**452**	**VARIABILE**	
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Accessori	**Prelevacampioni a sonda**	**1.319**	**VARIABILE**	
Area Pesatura	Pesatura	Pesatura	Accessori	**Rifrattometro**	**33**	**continuo**	
Area Pesatura	Uffici pesatura	Uffici (Pesatura)	Illuminazione interna	**Illuminazione Pesatura**	**186**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Macchinari	**Pigia-diraspatrice da 500 q.li/h**	**14.413**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Macchinari	**Pigia-diraspatrice da 800 q.li/h**	**8.007**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Accessori	**Metal detector**	**170**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Macchinari	**Diraspatore**	**4.921**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Accessori	**Trasportatori a coclea**	**1.695**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Accessori	**Nastro trasportatore**	**575**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Accessori	**Nastro elevatore**	**545**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Macchinari	**Frantumatore di raspi**	**1.090**	**VARIABILE**	
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Macchinari	**Pressa soffice ad aria AIRPRESS 320**	**2.973**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Macchinari	**Pressa soffice ad aria DRAYNPRESS 150**	**3.271**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Macchinari	**Pressa soffice ad aria AIRPRESS 150**	**3.271**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Macchinari	**Linea continua con Sgrondatore e Velocipressa**	**5.489**	**continuo**	
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Pompe	**Pompa MOHNO per trasporto pigiato**	**1.909**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pigia-diraspatura	Ammostatura	Illuminazione interna	**Illuminazione Ammostatura**	**380**	**continuo**	
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Pompe	**Groppo pompe**	**19.189**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Macchinari	**Separatore centrifugo**	**9.625**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Macchinari	**Filtro ad alluvionaggio continuo (a farina)**	**960**	**VARIABILE**	
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Macchinari	**Filtro tangenziale**	**3.960**	**VARIABILE**	
Corpo Cantina	Filtrazione	Zona Lavorazione vini	Macchinari	**Filtro feccia (Pressa per vinacce)**	**4.320**	**VARIABILE**	**X**

Fabbricato	Area funzionale	Reparto	Tipologia di attività/servizio	Nome utenza	Consumo annuo [kWh/anno]	Funzionamento	Installazione sistema di monitoraggio
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Macchinari	**Microssigenatore**	**228**	**continuo**	
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Lavorazione vini	Illuminazione interna	**Illuminazione Cantina**	**1.836**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Macchinari	**Gruppo di riempimento (Imbottigliamento)**	**47.922**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Produzione vapore	**Impianto di sanificazione**	**1.482**	**VARIABILE**	
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Macchinari	**Impianto confezionamento Bag in Box**	**1.842**	**VARIABILE**	
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Accessori	**Impianto di generazione Azoto**	**2.538**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Accessori	**Impianto di saturazione CO2**	**2.790**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Incartonamento	Zona Imbottigliamento	Macchinari	**Fasciatore automatico pallets**	**6.589**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Imbottigliamento	Macchinari	**Erogatori automatici per vendita vini sfusi**	**0**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Produzione vapore	**Ausiliari Caldaia**	**64**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Pompe	**Autoclave da 50 hl.**	**2.217**	**continuo**	
Corpo Imbottigliamento	Stoccaggio vini imbottigliati	Zona Deposito vini imbottigliati	Refrigerazione	**Cella frigo**	**6.732**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Illuminazione interna	**Illuminazione Imbottigliamento**	**1.589**	**continuo**	
Palazzina	Alloggio Custode	Alloggio Custode	Utenze Custode	**Utenze Custode**	**3.320**	**VARIABILE**	
Palazzina	Uffici palazzina	Uffici (Palazzina)	Utenze uffici	**Utenze uffici**	**1.040**	**VARIABILE**	
Area Esterna	Depurazione	Depurazione	Depurazione	**Impianto di depurazione reflui**	**16.334**	**VARIABILE**	**X**
Area Esterna	Esterno	Esterno	Illuminazione esterna	**Illuminazione esterna**	**4.843**	**continuo**	
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Stoccaggio vini	Refrigerazione	**CLIMAVENETA BG/WRAD/B 2604**	**60.675**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Cantina	Stoccaggio vino	Zona Stoccaggio vini	Refrigerazione	**Gruppo frigo 150.000 frig/h**	**17.771**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Aria compressa	**Compressore ABAC FORMULA**	**4.220**	**VARIABILE**	**X**
Area Ammostatura	Pressatura	Ammostatura	Aria compressa	**Compressore ABAC FORMULA**	**4.220**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Aria compressa	**Compressore ABAC FORMULA**	**5.866**	**VARIABILE**	**X**
Corpo Imbottigliamento	Imbottigliamento	Zona Imbottigliamento	Aria compressa	**Compressore ABAC FORMULA**	**5.866**	**VARIABILE**	**X**

Tabella 69 - Punti d'installazione Sistema di Monitoraggio

Il sistema di misurazione dovrà effettuare le misure in modo non invasivo, ovvero senza dover scollegare dalla rete elettrica l'utilizzatore o un suo componente per interporre gli strumenti di misura. Lo stesso dicasi per le misure in ambito fluidomeccanico (portata idrica, temperatura ed energia termica reti idriche, portata ed energia aria compressa). Questo al fine di non determinare interruzioni nella produzione o nei servizi.

Al fine di limitare i costi di set up della misura è necessario che siano ridotte al minimo le spese di realizzazione di impianti elettrici atti al rilevamento delle grandezze necessarie alla valutazione, pertanto si debbono evitare di realizzare collegamenti dedicati sia di energia sia di raccolta e trasporto dati. Quindi il sistema di alimentazione potrà essere da rete (con trasformatore) o stand-alone (con batteria di alimentazione a durata pluriennale), per poter accedere anche ad utenze esterne o remote.
Il sistema di monitoraggio non dovrà inoltre rendere necessari interventi e modifiche ai quadri elettrici di alimentazione. Questo al fine di rendere l'installazione dello stesso veloce, sicura ed economica.

Il sistema dovrà essere collegato ad internet via cavo o WI-FI. In tal caso esso potrà essere svincolato dalla rete LAN aziendale ed essere dotato di propria rete autonoma con server dedicato per l'accesso a internet senza interferenze con la rete aziendale, per ragioni di sicurezza dei dati e di annullamento dei costi di interfacciamento con il sistema informativo esistente.
I dati raccolti dovranno essere registrati su un database a bordo dell'apparecchiatura (consultabile localmente) e potranno essere disponili in internet e consultabili da remoto tramite un'applicazione capace di lavorare con i più comuni sistemi operativi disponibili: Linux, Windows e OS2 e usare protocolli IoT (Internet of Things) oriented.

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 sul verificarsi di specifici eventi quali attivazione o disattivazione di ingressi.

L'implementazione di un sistema quale quello proposto consentirà al Management della Azienda di monitorare costantemente le proprie utenze on-line o mediante rapporti periodici in grado di evidenziare le più energivore. Il beneficio derivante da tale sistema permetterà un risparmio medio da letteratura attestabile su circa un 10% del valore complessivo.

È altresì possibile una gestione più efficiente dei sistemi di illuminazione interna suddivisa per aree determinando accessioni e spegnimenti in funzione delle reali esigenze a seconda delle aree funzionali individuate nel complesso. In questo caso i risparmi conseguibili sono compresi fra il 5% e il 10% per area funzionale.

In ultimo, oltre alle suddette potenzialità di risparmio, esemplificative ma non complessive, va tenuto in considerazione che il sistema permetterà non solo la verifica delle curve di carico e di assorbimento con andamento previsionale e ma anche la possibilità di avere un'idea chiara e dettagliata dello “stato di salute" dei singoli componenti prevendendone la vita tecnica residua e di conseguenza la pianificazione dettagliata degli interventi di manutenzione, finalizzata alla riduzione dei rischi di malfunzionamento che è solitamente causa di incrementi di costo pari ad un valore medio tra il 5 e il 10%. In tal modo si avrà un ulteriore contributo all’efficientamento energetico e al management gestionale.

Il principale argomento a favore del cosiddetto “condition monitoring”, ovvero il monitoraggio della vita residua delle apparecchiature, è la considerevole riduzione dei costi determinata dall’abbattimento del tempo impiegato in una riparazione necessaria. Difatti, una riparazione programmata significa minor tempo di attesa e minor tempo per effettuare il lavoro, cui bisogna aggiungere il costo del danno che deriva da una fermata non programmata dell’impianto. In sostanza il sistema permetterà di ridurre lo spreco energetico attivandosi contestualmente alla genesi del guasto.

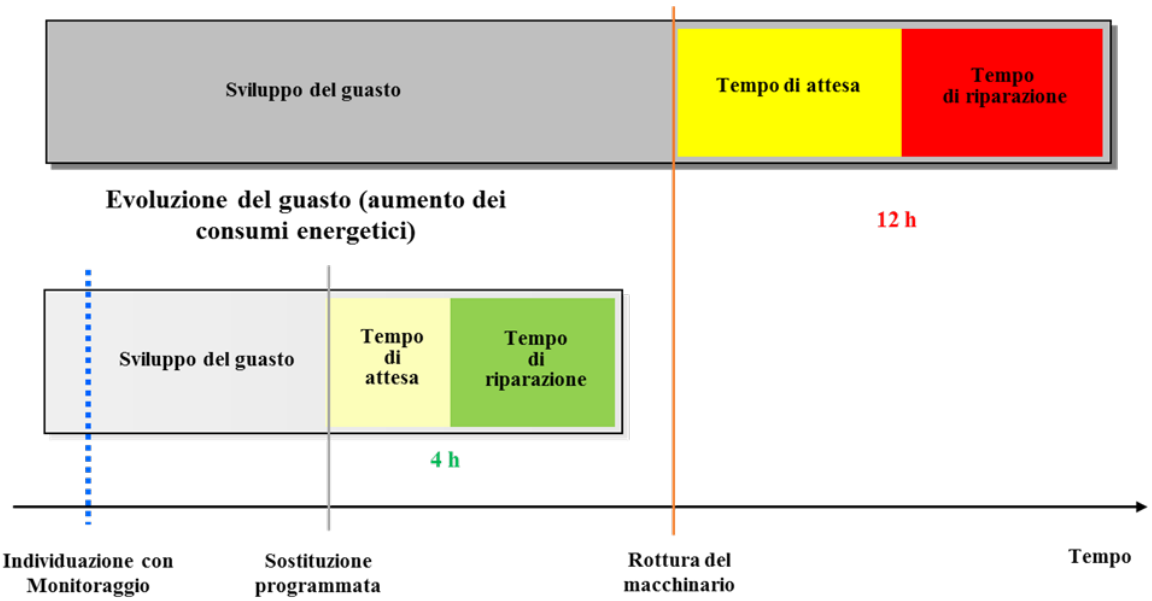


Figura 73 - Ricerca anomalie mediante verifica scostamenti

4.17. Bilancio Energetico

Facendo riferimento al Ciclo di Deming, esposto all'inizio della presente trattazione e struttura su cui è basata la procedura prevista dalla ISO 50001, si è giunti ora all'applicazione delle ultime sue due fasi, ovvero il controllo e l'eventuale azione in caso di presenza di differenze sostanziali non conformi con le previsioni.

La prima fase è stata effettuata, come punto di partenza, verificando la presenza di eventuali scostamenti del comportamento energetico attuale del complesso rispetto ad un anno scelto come riferimento. Per la Cantina Grottarossa Vini, è stato scelto come anno base di riferimento quello precedente il periodo per il quale è stata svolta la diagnosi energetica, ovvero l'anno 2016.
Si è deciso di basare l'analisi di confronto su questo anno in particolare, poiché rappresenta un periodo energeticamente significativo. Infatti, come visto nel precedentemente, gli interventi di relamping e sui compressori sono stati effettuati proprio nel 2016. Ciò fa presupporre che, a parità di profili di utilizzo medi delle apparecchiature, si sia verificata una riduzione dei consumi pari circa al risparmio energetico di cui si è beneficiato a seguito degli interventi di saving effettuati.

Viene dunque presentata l'analisi che è stata svolta in merito ai consumi registrati nell'anno 2016 e alla relazione che tali valori hanno rispetto al 2017.

CONFRONTO anno di riferimento con storico	F1 [kWh_el/anno]	F2 [kWh_el/anno]	F3 [kWh_el/anno]	TOT [kWh_el/anno]	Spesa TOTALE al netto di IVA al 10%	Produzione vini [hl/anno]	EnPI [kWh/hl]
ANNO 2016	128.789	59.033	65.635	**253.457**	€ 54.621	**26.417**	**9,6**
ANNO 2017	168.901	73.049	74.671	**316.621**	€ 65.501	**40.409**	**7,8**

Tabella 70 - Confronto consumi elettrici annuali

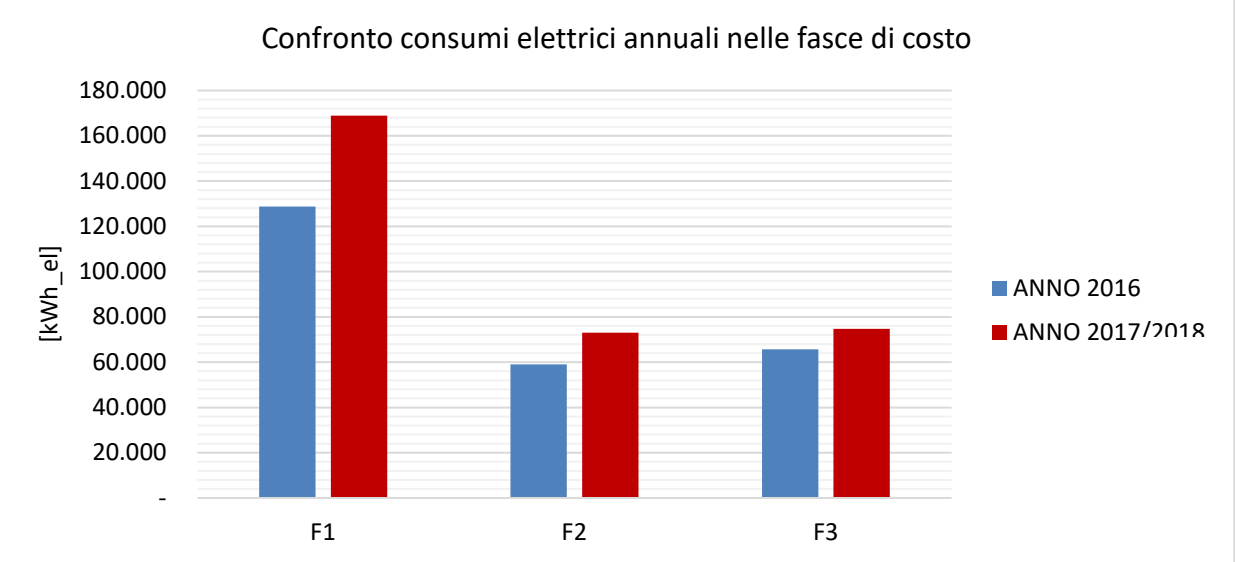


Figura 74 - Confronto consumi elettrici annuali

4.17.1. Anno 2016

Per quanto riguarda l'anno 2016, è stata ottenuta la seguente ripartizione dei consumi, operando in modo analogo a quanto esposto in precedenza.

Tipologia di attività/servizio	Macrocategoria	Consumo annuo [kWh]	% sul totale
Macchinari	Attività Principali	**101.576**	40,08%
Accessori	Servizi Ausiliari	**5.696**	2,25%
Aria compressa	Servizi Ausiliari	**24.017**	9,48%
Pompe	Servizi Ausiliari	**17.070**	6,73%
Refrigerazione	Servizi Ausiliari	**62.910**	24,82%
Produzione vapore	Servizi Ausiliari	**1.357**	0,54%
Depurazione	Servizi Ausiliari	**10.106**	3,99%
Utenze uffici	Servizi Generali	**913**	0,36%
Utenze Custode	Servizi Generali	**2.914**	1,15%
Illuminazione interna	Servizi Generali	**14.525**	5,73%
Illuminazione esterna	Servizi Generali	**12.373**	4,88%
Totale [kWh]		**253.457**	100,00%

Tabella 71 - Ripartizione consumi annui 2016 in base alla tipologia di Attività/Servizio

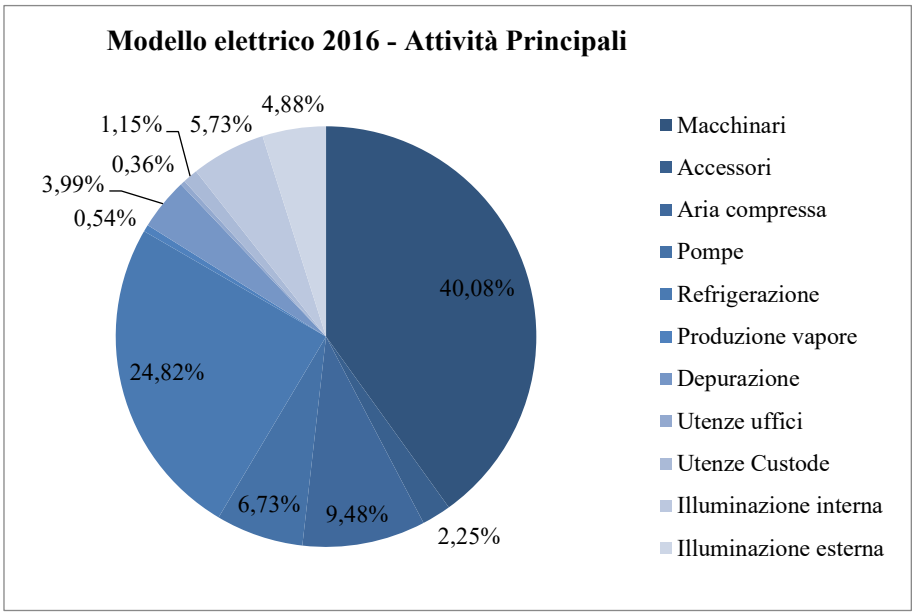


Figura 75 - Ripartizione consumi annui 2016 in base alla tipologia di Attività/Servizio

Come prevedibile, si riscontra una riduzione rispetto al 2017 delle quote di consumo imputabili all'illuminazione e alla produzione di aria compressa, a causa dei benefici apportati dai relativi interventi di saving. Si riscontra al contempo un aumento, in particolare, delle quote relative ai gruppi frigo (condizione probabilmente imputabile all'aumento della temperatura media annuale esterna, che ha causato un peggioramento delle prestazioni delle macchine) e ai macchinari (causato verosimilmente dall'aumento generale della produzione vinicola nell'anno successivo, così come riscontrabile nelle quantità di hl di vino prodotto riportate precedentemente).

Si procede nei due paragrafi seguenti al confronto degli indicatori di prestazione energetica relativi agli interventi di saving effettuati tra i due periodi di riferimento, gli unici settori che hanno appunto sperimentato una variazione dei relativi EnPI.

4.17.2. Confronto EnPI Illuminazione

- ***Situazione Ante relamping (ANNO 2016)***

Viene presentata nel prospetto seguente la situazione dell'impianto di illuminazione prima che venisse effettuata la sostituzione dei corpi illuminanti.

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	n°	Potenza nom. singola utenza [W]	Potenza install. totale [kW]	Ore annue di funzionamento	Consumi annui [kWh]
Area Pesatura	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Pesatura**	3	60	0,18	668	120
						8	116	0,93	668	619
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Ammostatura**	36	116	4,18	371	1.549
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Stoccaggio vino	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Cantina**	78	116	9,05	828	7.492
Corpo Imbottigliam.	Zona Imbottigliam.	Imbottigliam.	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Imbottigliam.**	56	116	6,50	999	6.486
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	**Illum. esterna**	12	250	3,00	4.260	12.780
								23,8		**29.047**

Superficie interna	5.462
EnPI interno [kWh/mq]	3
Superficie esterna	12.460
EnPI esterno [kWh/mq]	1,9
Superficie TOTALE	**17.922**
EnPI TOTALE [kWh/mq]	**1,6**

Tabella 72 - Situazione ante Relamping

- ***Situazione Post relamping (ANNO 2017)***

Si richiama ora di seguito il prospetto contenente le caratteristiche dei nuovi apparecchi con tecnologia LED installati nel 2016 in sostituzione dei tradizionali.

Fabbricato	Reparto	Area funzionale	Macrocategoria	Tipologia di attività/ servizio	Nome utenza	n°	Potenza nom. singola utenza [W]	Potenza install. totale [kW]	Ore annue di funzionamento	Consumi annui [kWh]
Area Pesatura	Uffici (Pesatura)	Uffici pesatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Pesatura**	3	18	0,054	668	36
						8	30	0,24	668	160
Area Ammostatura	Ammostatura	Pigia-diraspatura	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Ammostatura**	36	30	1,08	371	401
Corpo Cantina	Zona Lavorazione vini	Stoccaggio vino	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Cantina**	78	30	2,34	828	1.938
Corpo Imbottigliam.	Zona Imbottigliam.	Imbottigliam.	Servizi Generali	Illuminazione interna	**Illum. Imbottigliam.**	56	30	1,68	999	1.677
Area Esterna	Esterno	Esterno	Servizi Generali	Illuminazione esterna	**Illum. esterna**	12	100	1,2	4.260	5.112
								6,6		**9.234**

Superficie interna	5.462
EnPI interno [kWh/mq]	0,8
Superficie esterna	12.460
EnPI esterno [kWh/mq]	0,4
Superficie TOTALE	**17.922**
EnPI TOTALE [kWh/mq]	**0,5**

Tabella 73 - Situazione post Relamping

Si può notare come gli EnPI relativi all'illuminazione siano decisamente diminuiti, come è evidente osservando l'indicatore energetico valutato sulla superficie totale.

4.17.3. Confronto EnPI Compressori

- ***Situazione Ante sostituzione compressori (ANNO 2016)***

Si riportano nella tabella seguente i dati prestazionali dei compressori installati nel complesso prima della sostituzione avvenuta nel 2016.

Fabbricato	Potenza nomin. [kW]	Produz. Specif. [Nmc/h]	Rend. a carico	Rend. a vuoto	% ore a carico	% ore a vuoto	F. di carico a carico	F. di carico a vuoto	Profilo di funzionamento	Consumi annui [kWh]
Area Ammostatura	22	181,14	78,0%	40,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)	**5.024**
Area Ammostatura	22	181,14	78,0%	40,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)	**5.024**
Corpo Imbottigliamento	22	181,14	78,0%	40,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)	**6.984**
Corpo Imbottigliamento	22	181,14	78,0%	40,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)	**6.984**
										24.017

Superficie Ammostatura	1.055
EnPI Ammostatura [kWh/mq]	9,5
Superficie Imbottigliamento	1.000
EnPI Imbottigliamento [kWh/mq]	14
Superficie TOTALE	**2.055**
EnPI TOTALE [kWh/mq]	**11,7**

Tabella 74 - Situazione ante sostituzione Compressori

- ***Situazione Post sostituzione compressori (ANNO 2017)***

Fabbricato	Potenza nomin. [kW]	Produz. Specif. [Nmc/h]	Rend. a carico	Rend. a vuoto	% ore a carico	% ore a vuoto	F. di carico a carico	F. di carico a vuoto	Profilo di funzionamento	Consumi annui [kWh]
Area Ammostatura	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)	**4.220**
Area Ammostatura	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Presse)	**4.220**
Corpo Imbottigliamento	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)	**5.866**
Corpo Imbottigliamento	22	181,14	90,0%	54,0%	60,0%	25,0%	75,0%	25,0%	Compressori (Imbottigliamento)	**5.866**
										20.170

Superficie Ammostatura	1.055
EnPI Ammostatura [kWh/mq]	8
Superficie Imbottigliamento	1.000
EnPI Imbottigliamento [kWh/mq]	11,7
Superficie TOTALE	**2.055**
EnPI TOTALE [kWh/mq]	**9,8**

Tabella 75 - Situazione post sostituzione Compressori

Anche in questo caso si osserva una riduzione (meno marcata del caso precedente) degli indicatori energetici. Dai dati relativi al confronto con l'anno scelto come base di riferimento, infatti, risulta chiaro come gli interventi di saving, in questo caso già attuati dalla Committenza, abbiano permesso di far raggiungere in tutti i casi una prestazione energetica migliore allo stabilimento.

Questa considerazione risulta essere verosimilmente applicabile anche per gli altri interventi di saving che si prevede di realizzare nel futuro, secondo lo schema presentato nella sezione relativa alla Pianificazione Energetica. Pertanto, l'efficientamento reale di alcune aree funzionali della Cantina che si è riscontrato dall'analisi effettiva dei dati disponibili, risulta essere sicuramente rappresentativo dei benefici che una corretta attuazione degli interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche e della ISO 50001 nella sua visione complessiva può comportare.

BENEFICI CONSEGUIBILI NELLE CANTINE VINICOLE

5.1. Ruolo del Sistema di Gestione dell'Energia

La trattazione svolta fin qui ha permesso di acquisire tutti gli elementi necessari per poter svolgere un'analisi critica sugli effettivi vantaggi apportati in una Cantina Vinicola dall'implementazione di un Sistema di Gestione dell'Energia.

Come si è potuto notare, il processo di produzione vinicola avviene tramite l'utilizzo di diversi macchinari, prettamente elettrici, che comportano un consumo energetico che spesso risulta essere non trascurabile. Per di più, l'accensione delle apparecchiature e il relativo fattore di carico è strettamente dipendente dalle direttive fornite dall'Enologo o dal Responsabile interno della produzione il quale, in base alle operazioni che ha necessità di svolgere durante l'estrazione del prodotto finito, agisce sui parametri di settaggio e sui profili di funzionamento delle macchine.

Ecco che in tal senso l'implementazione di un SGE si configura come un valido aiuto per il Responsabile di produzione durante la scelta di apportare variazioni alla produzione. Egli ha infatti l'opportunità di interagire con l'Energy Manager, figura rappresentativa dell'intero SGE, per comprendere gli effetti energetici ed economici che un'azione può comportare all'interno dell'azienda. Il Sistema di Gestione dell'Energia, tra le altre caratteristiche, è infatti l'unico strumento in grado di fornire consapevolezza, in un'ottica di economia industriale, sui costi energetici unitari relativi ad una specifica varietà produttiva o ad un particolare macchinario.

Ad esempio, una modifica delle temperature di set point delle vasche refrigeranti andrebbe ad incidere sensibilmente sulla già critica area funzionale relativa ai gruppi frigo, che come si è visto è responsabile di circa il 30% dei consumi energetici annui. L'SGE è in grado di fornire al Responsabile di produzione il quadro completo circa le potenziali implicazioni energetiche ed economiche che avrebbe tale scelta operativa, in modo da poter definire le strategie aziendali con piena consapevolezza, ad esempio effettuando un'analisi economica per valutare se il prezzo di vendita di quella specifica tipologia di vino permetta o meno di compensare l'aumento dei costi energetici richiesto per produrla.

Il Sistema di Gestione dell'Energia è anche in grado di fornire un quadro temporale sui principali assorbimenti di potenza. Ciò permette di individuare con precisione i momenti della giornata in cui si verificano dei picchi di consumo energetico, per poter valutare, nel caso non fosse possibile compensarli, se vi sia la possibilità di spostarli in corrispondenza di fasce di costo più vantaggiose. Questo può essere il caso di alcuni particolari macchinari, ad esempio dediti ai processi di filtrazione, che assorbono quantità elevate di energia allo spunto. Grazie a tale analisi si può valutare se sia possibile accenderli in anticipo, in modo tale da spostare in fascia F2 o F3 il prelievo relativo allo spunto.

Altro punto saliente è rappresentato dalla disponibilità costante di un quadro completo di monitoraggio dei principali ambiti produttivi. Ciò permette all'Energy Manager di avere uno strumento utilissimo per poter analizzare assorbimenti e relativi scostamenti dai valori attesi, col fine di poter individuare le aree critiche ed attuare le operazioni necessarie a migliorarne la prestazione energetica, nell'ottica del miglioramento continuo su cui si basa la filosofia della UNI 50001.

5.2. Carbon Footprint

La Carbon Footprint (letteralmente "Impronta di Carbonio") rappresenta una certificazione, disciplinata dalle norme ISO/TS 14067:2013 e UNI EN ISO 14064, che sta prendendo sempre più piede tra le organizzazioni poiché, a seguito della crescente sensibilizzazione circa le tematiche ambientali che si sta avendo negli ultimi anni, fornisce gli strumenti per inquadrare l'azienda in un'ottica "green".

La Carbon Footprint è tecnicamente un parametro che indica la quantità equivalente in emissioni di gas ad effetto serra di un bene, servizio o prodotto. Per quantificare tale valore per un bene uscente da un'azienda, o per un processo specifico all'interno della stessa, è necessario prendere in considerazione i singoli flussi energetici e di materia che hanno portato alla sua realizzazione, con l'intento di stimare la quantità di gas ad effetto serra (solitamente espressa in tonnellate di CO_2 equivalente) che è stato necessario emettere affinché giungesse allo stato finale. [13] L'approccio adottato è quello del metodo LCA (Life Cycle Analysis), che ripercorre il processo di creazione di un bene dalla sua nascita al suo smaltimento, tenendo anche in considerazione i suoi effetti indiretti. L'indice relativo alla Carbon Footprint può essere calcolato per i singoli prodotti o per l'organizzazione nel suo insieme.

Un Sistema di Gestione dell'Energia, strutturato come esposto nella presente trattazione, può rivelarsi un ottimo strumento per fornire a quelle aziende interessate ad acquisire la certificazione Carbon Footprint i parametri necessari a quantificare e monitorare tali emissioni. Inoltre, essendo richiesto dalla procedura che lo stabilimento si impegni a definire un sistema di carbon management che sia in grado di suggerire potenziali interventi per favorire la riduzione delle emissioni, si può intuire come l'SGE possa essere naturalmente predisposto a svolgere, con poche integrazioni, tale ruolo.

L'azione sinergica delle procedure previste dalla Carbon Footprint e dal SGE può portare a ridurre drasticamente sia l'inefficienza energetica che l'incidenza ambientale dei cicli produttivi. I due aspetti sono infatti strettamente correlati tra loro e interdipendenti, dato che una maggiore efficienza energetica comporta la richiesta di minori risorse e un conseguente abbattimento delle emissioni.

Così come avviene all'interno di un SGE, anche in questo caso alla fase di "assessment", ovvero di individuazione delle fasi di maggior criticità ambientale di un ciclo produttivo, fa seguito quella di "management", corrispondente all'attuazione delle strategie di miglioramento della performance ambientale. [14]

Un ulteriore beneficio apportabile dall'applicazione di tale procedura è rappresentato dal conseguente miglioramento dell'immagine dell'azienda e dai benefici in termini di comunicazione che questo comporta.

Per quanto riguarda il settore vinicolo, che è stato oggetto del presente lavoro di tesi, le considerazioni appena effettuate risultano essere senz'altro applicabili appieno, essendo molte aziende enologiche dei soggetti energivori.

A tal proposito, la Cantina Grottarossa Vini srl, oggetto del caso studio di questa trattazione, ha deciso di adottarsi di un SGE anche nell'ottica dell'acquisizione della certificazione Carbon Footprint. Infatti, a seguito dell'applicazione della norma ISO 50001 che ha apportato i benefici in termini di miglioramento delle prestazioni energetiche descritti nel capitolo precedente, l'Azienda provvederà ad effettuare un ulteriore monitoraggio e conseguente analisi in merito alle future emissioni di gas ad effetto serra (anche indirette). In tutto ciò, si comprende come l'implementazione di un SGE abbia già permesso di iniziare tale processo, che risulterà essere pertanto fortemente facilitato dalle strategie di efficientamento già messe in atto [15].

CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi è stato redatto con l'obiettivo di illustrare i benefici derivanti dall'utilizzo di un importante strumento, spesso sottovalutato, quale è il Sistema di Gestione dell'Energia e con l'ottica di evidenziare, in particolare, le potenzialità di efficientamento energetico insite negli stabilimenti produttivi delle aziende vinicole.

Da quanto esposto fin qui, si può dedurre che la norma ISO 50001 è in grado di soddisfare appieno le esigenze di efficientamento energetico continuo che può mostrare una realtà aziendale. Si è vista nel dettaglio, infatti, l'ampia gamma di strumenti messi a disposizione dalla stessa normativa per essere in grado di poter conseguire tale obiettivo.

Tuttavia, si è anche visto come, all'atto pratico, lo stato di penetrazione nel mercato di tali standard risulti essere ancora del tutto embrionale. In mancanza di sostanziali incentivazioni, infatti, un'organizzazione è raramente incentivata ad intraprendere investimenti per l'implementazione di un SGE.

Si ritiene che i motivi principali di questa scarsa predisposizione delle aziende siano riscontrabili nel fatto che spesso non si riesce a far comprendere loro appieno i vantaggi che la ISO 50001 sarebbe in grado di offrire nel medio-lungo periodo, nonostante risulti evidente da quanto esposto nel presente lavoro che gli interventi di efficientamento, e soprattutto l'installazione di un sistema di monitoraggio, siano efficaci strumenti per garantire risparmi sia energetici che economici.

Un altro fattore decisivo da tenere in considerazione è il fatto che i benefici usufruibili da un SGE sono tanto più evidenti quanto maggiore è la spesa energetica sostenuta dall'azienda. In un'ottica di questo tipo, si può capire perché è soprattutto nelle Piccole e Medie imprese (PMI) che la normativa ISO 50001 trova fatica ad essere implementata.

A livello operativo, la Rivista FIRE [4] evidenzia come una delle maggiori criticità affrontate sia quella di individuare degli indicatori di prestazione (EnPI) che siano significativi, ovvero in grado di rappresentare, spiegare e prevedere nel modo più accurato e preciso possibile il consumo di energia al variare dei fattori di aggiustamento, ossia di tutti quei parametri quantificabili in grado di influenzare il consumo di energia (es. livello produttivo, condizioni climatiche e ambientali, livello di occupazione dei locali, ecc.). Per quanto in ambito industriale possano esistere delle similitudini, le fasi di definizione degli EnPI e del programma di Misura e Verifica (M&V) vanno analizzate caso per caso e necessitano di un'approfondita conoscenza dei processi e degli impianti, oltre che di una certa padronanza con le tecniche e gli strumenti di analisi statistica. A tal proposito, la famiglia delle norme ISO 50000 e il Protocollo Internazionale di Misura e Verifica delle Prestazioni (IPMVP) sono degli ottimi strumenti di supporto e dovrebbero costituire un "vademecum" per tutte le aziende che desiderano intraprendere questo percorso e sviluppare un SGE efficace [4].

In conclusione, si può affermare che applicare le procedure descritte nella ISO 50001 per la creazione di un Sistema di Gestione dell'Energia permette alle aziende di avere a disposizione al proprio interno uno strumento eccellente per la gestione dei processi energetici, ma anche delle potenziali anomalie che si possono verificare.

Le Cantine Vinicole, in particolare, si configurano come un campo di applicazione decisamente adatto per l'implementazione di un SGE. Ad esempio, l'installazione di sistemi di misurazione in grado di monitorare gli eventuali scostamenti dei consumi energetici dagli andamenti attesi, si rivelano essere un ottimo strumento per tenere sotto controllo in particolare gli elevati prelievi di potenza effettuati durante i periodi di vendemmia.

Le azioni intraprese a seguito dell'analisi degli output derivanti dal monitoraggio delle linee produttive permetteranno di risolvere le criticità dal punto di vista specialmente dei consumi elettrici e di garantire, in tal modo, un miglioramento continuo della prestazione energetica complessiva dello stabilimento.

BIBLIOGRAFIA

[1] E. I. d. N. UNI, *UNI CEI EN ISO 50001:2011 - "Energy management systems - Requirements with guidance for use",* 2011.

[2] E. g. E. AssoEGE, «Sistemi di gestione dell'energia ISO 50001 Scenario di riferimento e Prospettive Future,» 2017.

[3] O. A. i. c. c. ISNOVA, Le certificazioni per l'efficienza energetica, 2017.

[4] FIRE, «Gestione Energia, strumenti e buone pratiche per l'energy management - Focus: I sistemi di gestione dell'energia,» p. 58, 1 2018.

[5] B. S.N.A.L.S., «http://www.snalsbrindisi.it/documenti/doc1/Deming.pdf,» [Online].

[6] K. Ishikawa, Guida al controllo della qualità, Milano: Franco Angeli editore, 1988.

[7] U. Santucci, «PDCA: plan, do, check, act,» [Online]. Available: http://www.umbertosantucci.it/pdca-plan-do-check-act/.

[8] T. E. S. L. o. A. TESLA, «Manuale sull'efficienza energetica nelle aziende vinicole».

[9] I. S. p. l. P. e. l. R. A. ISPRA, «Best Practice e indicatori ambientali delle organizzazioni vitivinicole italiane registrate EMAS,» 2016.

[10] FIRE, «I sistemi di accumulo termico,» [Online]. Available: http://fire-italia.org/sistemi-di-accumulo/.

[11] S. I. A. S. SIAS, «Dati climatici stazioni meteorologiche siciliane».

[12] G. V. Fracastoro, Slide del corso Energetica e Fonti Rinnovabili.

[13] «Cos'è la "Carbon Footprint",» [Online].

[14] «Carbon footprint – Impronta di carbonio di Prodotto e delle Organizzazioni,» Rete Clima, [Online]. Available: https://www.reteclima.it/carbon-footprint-impronta-di-carbonio-di-prodotto-e-di-processo-iso-14067-ed-iso-14069/.

[15] N. D. Franco, Energy Management - Fondamenti per la valutazione, la pianificazione e il controllo dell'efficienza energetica, FrancoAngeli.

[16] E. I. d. N. UNI, «UNI CEI EN ISO 50004:2015 - "Sistemi di gestione dell'energia - Linee guida per l'implementazione, il mantenimento e il miglioramento di un sistema di gestione dell'energia",» 2015.

[17] E. I. d. N. UNI, «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",» 2015.

[18] E. I. d. N. UNI, «UNI CEI EN ISO 50015:2015 - "Sistemi di gestione dell'energia - Misura e verifica della prestazione energetica delle organizzazioni - Principi generali e linee guida",» 2015.

[19] «Il glossario del vino di Taste14,» [Online]. Available: https://issuu.com/iolandafabbrocino/docs/glossario_taste14.

[20] «Pigiatura e Diraspatura,» [Online]. Available: https://www.quattrocalici.it/conoscere-il-vino/pigiatura-e-diraspatura/.

[21] «Casa vinicola Gilliard,» [Online]. Available: https://www.atlascopco.com/it-it/compressors/CustomerBenefit/Industrial-gases/Customer-stories/house-of-gilliard.

[22] «Separazione centrifuga in campo enologico,» [Online]. Available: http://enologicapetrillo.it/separazione-centrifuga-campo-enologico/.

[23] M. Biondani, «Azienda vinicola e riscaldamento: cosa sapere per risparmiare,» [Online]. Available: https://industriale.viessmannitalia.it/azienda-vinicola-e-riscaldamento-cosa-sapere-per-risparmiare.

[24] «La svolta verde nelle cantine italiane,» [Online]. Available: https://www.infowine.com/it/novita/la_svolta_verde_delle_cantine_italiane_sc_8721.htm#.

[25] «Incentivi e politica energetica in materia di fonti rinnovabili,» [Online]. Available: http://www.centrostudiscienzeantichena.it/scienza-societa/51-incentivi-e-politica-energetica-in-materia-di-fonti-rinnovabili.html.

[26] P. M. Giubilei, «Slide del corso "Lezioni di meccanica enologica"».

[27] A. E. Marengo, «Fabbisogni termici della cantina,» [Online]. Available: http://www.viten.net/files/367/3671fd70eb670d19eedeb1faeb2a5924.pdf.

[28] D. P. L. Ciuti, «La filtrazione in enologia,» in *Università degli studi di Pisa - Enologia e Viticoltura - Impiantistica Enologica*.

[29] ENEA, «Elementi su come elaborare la documentazione necessaria al rispetto degli obblighi previsti nell'art. 8 del D.lgs. 102/2014 in tema di diagnosi energetica,» [Online].

[30] Mediobanca, «Indagine sul settore vinicolo,» 2018.

[31] Dispense del corso di Gestione dei Sistemi Energetici.