

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea Magistrale In Ingegneria Energetica

Tesi di Laurea Magistrale

SISTEMI DI MONITORAGGIO DEI CONSUMI E DIAGNOSI
ENERGETICA: ANALISI DI CASI AZIENDALI

POWER METERING SYSTEMS AND ENERGY
AUDIT: ANALYSIS OF CASE STUDIES

Relatore:
Prof. Arturo Lorenzoni

Laureando:
Giacomo Stecchini
Matricola 1080189

Anno accademico 2015-2016

SOMMARIO

Questo lavoro di Tesi è incentrato sui Sistemi di Monitoraggio e su casi studio di Diagnosi Energetica. Nella prima parte dell'elaborato viene esplicitata la Diagnosi Energetica, i passi percorsi, i risultati ottenuti dalle tre realtà analizzate. Nella seconda parte invece vengono trattati argomenti conseguenti al lavoro di Diagnosi, ovvero indici prestazionali, interventi consigliati da attuare, per giungere infine all'argomento principale della tesi, ovvero il Sistema di Monitoraggio.

La maggior parte delle imprese italiane, anche quelle di grandi dimensioni, è ancora distante dal voler attuare investimenti in campo di misurazioni e monitoraggi. Grazie a questo primo giro di Diagnosi, l'argomento sta iniziando a prendere piede; si inizia a capire l'importanza di tale strumento, perché permette di effettuare delle valutazioni e prendere decisioni più mirate in merito ai dati reali resi disponibili. Tra quattro anni, con la seconda Diagnosi Energetica obbligatoria, sarà anche obbligatorio mettere in campo un sistema di monitoraggio. A differenza degli interventi proposti, che l'impresa deciderà se attuare e a cosa dare precedenza, la rete di monitoraggio sarà un investimento da inserire in agenda perché dovrà essere eseguito. È importante quindi parlare di questo argomento e trovare l'utilità di esso, spendendola nel miglior modo possibile, visto che sarà un provvedimento obbligatorio. Inoltre il sistema di monitoraggio è indispensabile per ottenere la certificazione ISO 50001, e da codesta normativa è regolamentato.

Esso sta alla base di tutte le valutazioni, sta alla base dell'efficienza energetica. Permette di avere sensibilità in molteplici campi, gestire nel miglior modo possibile le risorse disponibili, creare una connessione dati e trarne vantaggio dall'incrocio di essi.

Il sistema di monitoraggio non è un vero e proprio intervento, poiché esso non fa efficienza energetica. È da predisporre, parallelamente agli interventi; infatti le due cose si compensano e supportano a vicenda.

Installando un sistema di monitoraggio, non diminuiscono i consumi, non si riduce la spesa energetica, non si migliora l'efficienza. È uno strumento che permette di visionare lo stato attuale del Sito in esame. Sulla base dei dati raccolti, si evidenziano i lati positivi dell'impresa, e ciò che sarebbe da migliorare o da rivedere. In base anche a un confronto con indici

prestazionali si determinano gli step successivi da attuare, e da qui in poi parte il programma di efficienza energetica vero e proprio.

Serve ai fini dell'efficienza energetica, ma di per sé non fa efficienza. Aiuta a condurre un programma di miglioramento, e soprattutto sensibilizza l'utente; questa è la caratteristica principale di questo sistema. Infatti mediante l'utilizzo corretto del monitoraggio, l'utente viene a conoscenza dello stato attuale dell'impresa, e responsabilmente capisce dove agire; ad esempio ipotizzando sostituzioni di macchinari obsoleti, verificando perdite di rete, visionando dei processi che hanno un forte impatto energetico e una resa piuttosto mediocre. L'implementazione di un sistema di monitoraggio, che informi semplicemente l'utente dei consumi energetici delle utenze dedicate alla climatizzazione, agli apparati di illuminazione, può comportare una riduzione dei rispettivi consumi energetici di circa 2-5%. Un'analisi attenta, fatta con i dati alla mano monitorati, permette di effettuare un programma di efficienza energetica, e quindi, in questo senso, il sistema di monitoraggio contribuisce al miglioramento delle condizioni dell'impresa stessa; funge da effetto indiretto, ma ha un enorme rilevanza.

INDICE

1. SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	ANALISI E DESCRIZIONE DIAGNOSI	5
2.1.	INQUADRAMENTO AZIENDALE	7
2.2.	CONSUMI ENERGETICI.....	8
2.2.1.	<i>Vettori Energetici in ingresso ai Siti Produttivi</i>	8
2.2.2.	<i>Produzione interna ai Siti Produttivi</i>	11
2.2.3.	<i>Consumo di energia elettrica dei Sistemi Produttivi</i>	13
2.2.4.	<i>Consumo di gas naturale dei Sistemi Produttivi</i>	16
2.2.5.	<i>Consumo energetico dei Sistemi Produttivi</i>	17
2.2.6.	<i>Analisi dell'energia elettrica e del gas naturale</i>	19
2.3.	BILANCI ENERGETICI.....	30
2.3.1.	<i>Modello Elettrico</i>	30
2.3.2.	<i>Modello Termico</i>	39
2.3.3.	<i>Approfondimento attività principali</i>	41
2.3.4.	<i>Approfondimento servizi ausiliari / generali</i>	42
3.	ANALISI DI BENCHMARKING E INDICI PRESTAZIONALI	49
3.1.	Sito X	51
3.1.1.	<i>Indici prestazionali generali "Ipg_(i)"</i>	51
3.1.2.	<i>Indici prestazionali specifici "Ips_(j.1.k)"</i>	52
3.2.	Sito Y.....	53
3.2.1.	<i>Indici prestazionali generali "Ipg_(i)"</i>	53
3.2.2.	<i>Indici prestazionali specifici "Ips_(j.1.k)"</i>	53
3.3.	Sito Z.....	55
3.3.1.	<i>Indici prestazionali generali "Ipg_(i)"</i>	55
3.3.2.	<i>Indici prestazionali specifici "Ips_(j.1.k)"</i>	55
4.	CONSIDERAZIONI IN MERITO AL LAVORO SVOLTO	57
4.1.	Indici presenti sul mercato.....	57
4.2.	Ruolo delle Attività Principali e dei Servizi in termini di Consumi Energetici	59
5.	INTERVENTI SUCCESSIVI ALLE DIAGNOSI	63
5.1.	Ipotesi di intervento nei tre casi studio.....	63
5.1.1.	<i>Sito X.....</i>	63
	<i>Intervento n.1 - Aria Compressa -</i>	63
	<i>Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -</i>	65
	<i>Intervento n.3 - Sostituzione Pompe di Calore Uffici -</i>	66
	<i>Intervento n.4 - Sostituzione Lampade -</i>	67
5.1.2.	<i>Sito Y.....</i>	69
	<i>Intervento n.1 - Aria Compressa -</i>	69
	<i>Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -</i>	71
	<i>Intervento n.3 - Sostituzione Lampade -</i>	72
	<i>Intervento n.4 - Rifasamento -</i>	73
5.1.3.	<i>Sito Z.....</i>	74
	<i>Intervento n.1 - Aria Compressa -</i>	74
	<i>Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -</i>	77
	<i>Intervento n.3 - Sostituzione Lampade -</i>	78

Intervento n.4 - Recupero Termico -	80
5.2. Priorità di realizzazione degli interventi.....	83
6. MONITORAGGIO.....	85
6.1. Analisi introduttiva.....	85
6.2. Situazione attuale.....	90
6.3. Opportunità di sviluppo	93
6.3.1. I dati da raccogliere	94
6.3.2. La modalità di raccolta di dati.....	95
6.3.3. La frequenza di raccolta dei dati	95
6.3.4. L'albero dei contatori di misura.....	95
6.4. Cosa monitorare.....	96
6.4.1. Carichi principali da monitorare	97
6.5. Costi e Benefici	104
6.6. Proposta di Sistema di Monitoraggio	106
6.6.1. Campagna di monitoraggio.....	106
6.6.2. Sistema di monitoraggio.....	107
6.6.3. Sistema di supervisione	109
6.7. Esempi di mercato.....	109
6.8. Applicazioni possibili	111
7. CONCLUSIONI	113

BIBLIOGRAFIA

INDICE DELLE FIGURE

Figura A.1 – Schematizzazione della struttura energetica aziendale	6
Figura A.2 – Esempio ciclo produttivo delle Guarnizioni – X e Y	7
Figura A.3 – Esempio ciclo produttivo delle facciate a cellule – Z.....	8
Figura A.4 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – X.....	10
Figura A.5 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – Y	10
Figura A.6 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – Z	11
Figura A.7 – Provenienza dell’energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – X.....	15
Figura A.8 – Provenienza dell’energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – Y	15
Figura A.9 – Provenienza dell’energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – Z	15
Figura A.10 – Ripartizione del consumo di gas naturale del Sistema Produttivo 2014 – Z	17
Figura A.11 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – X.....	18
Figura A.12 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Y.....	18
Figura A.13 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Z.....	19
Figura A.14 – Profilo mensile del prelievo dell’energia elettrica attiva 2014 – X.....	20
Figura A.15 – Profilo mensile del prelievo dell’energia elettrica attiva 2013 e 2012 – X.....	20
Figura A.16 – Profilo mensile dell’energia elettrica attiva Peak e Off Peak 2014 – X.....	21
Figura A.17 – Profilo mensile dell’energia elettrica attiva in F1, F2 e F3 2014 – Z.....	22
Figura A.18 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – X.....	24
Figura A.19 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – X.....	24
Figura A.20 – Prezzo della dell’energia elettrica prelevata 2014 – X	24
Figura A.21 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – Y.....	25
Figura A.22 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Y.....	25
Figura A.23 – Prezzo della dell’energia elettrica prelevata 2014 – Y	25
Figura A.24 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z.....	26
Figura A.25 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z.....	26
Figura A.26 – Prezzo dell’energia elettrica prelevata 2014 – Z	26
Figura A.27 – Profilo mensile del prelievo totale di gas naturale 2014 (entrambi i PDR) – X.....	27
Figura A.28 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di gas naturale 2014 – X	28
Figura A.29 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – X.....	28
Figura A.30 – Prezzo del gas naturale prelevato 2014 – X	28
Figura A.31 – Profilo mensile del prelievo di gas naturale 2014 – Z.....	29
Figura A.32 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di gas naturale 2014 – Z.....	29
Figura A.33 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z.....	29
Figura A.34 – Prezzo del gas naturale prelevato 2014 – Z.....	30
Figura A.35 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – X.....	32
Figura A.36 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – Y	33

Figura A.37 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – Z	34
Figura A.38 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali	36
Figura A.39 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali	37
Figura A.40 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali	38
Figura A.41 – Ripartizione dei consumi di gas naturale per Usi specifici	40
Figura A.42 – Ripartizione dei consumi di gas naturale per Usi specifici	40
Figura A.43 – Andamento del carico termico invernale estivo rispetto alle temperature	45
Figura A.44 – Pianificazione Energetica Aziendale	49
Figura A.45 – Step analisi benchmarking.....	50
Figura A.46 – Rendimento elettrico e termico CCHP 2014	80
Figura A.47 – Configurazioni Energy Intelligence	87
Figura A.48 – Struttura Sistema di Monitoraggio.....	87
Figura A.49 – Struttura Sistema di Controllo.....	88
Figura A.50 – Struttura Sistema di Supervisione	89
Figura A.51 – Proposta X - Sistema di Monitoraggio	101
Figura A.52 – Proposta Y - Sistema di Monitoraggio	102
Figura A.53 – Proposta Z - Sistema di Monitoraggio	103

INDICE DELLE TABELLE

Tabella A.1 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – X.....	9
Tabella A.2 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – Y.....	9
Tabella A.3 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – Z.....	9
Tabella A.4 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – X.....	11
Tabella A.5 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – Y.....	11
Tabella A.6 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – Z.....	11
Tabella A.7 – Vettori energetici da trasformazione interna: trigenerazione 2014 – Z.....	12
Tabella A.8 – Vettori energetici “uscenti” dal Sito Produttivo 2014 – X.....	12
Tabella A.9 – Vettori energetici “uscenti” dal Sito Produttivo 2014 – Y.....	12
Tabella A.10 – Vettori energetici “uscenti” dal Sito Produttivo 2014 – Z.....	12
Tabella A.11 – Vettori energetici “autoconsumati” dal Sito Produttivo 2014 – X.....	13
Tabella A.12 – Vettori energetici “autoconsumati” dal Sito Produttivo 2014 – Y.....	13
Tabella A.13 – Vettori energetici “autoconsumati” dal Sito Produttivo 2014 – Z.....	13
Tabella A.14 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – X.....	14
Tabella A.15 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – Y.....	14
Tabella A.16 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – Z.....	14
Tabella A.17 – Consumo di gas naturale del Sistema Produttivo 2014 – Z.....	16
Tabella A.18 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – X.....	17
Tabella A.19 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Y.....	17
Tabella A.20 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Z.....	17
Tabella A.21 – Ripartizione % del prelievo mensile in Peak e Off Peak 2014 – X.....	21
Tabella A.22 – Ripartizione % del prelievo mensile in F1, F2 e F3 2014 – Z.....	22
Tabella A.23 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – X.....	31
Tabella A.24 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – Y.....	32
Tabella A.25 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – Z.....	33
Tabella A.26 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali.....	34
Tabella A.27 – Ripartizione dei consumi elettrici delle Attività Principali per Flusso.....	34
Tabella A.28 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Guarnizioni).....	35
Tabella A.29 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Metalli).....	35
Tabella A.30 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Cilindri).....	35
Tabella A.31 – Suddivisione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso MMD).....	35
Tabella A.32 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali per Flusso.....	36
Tabella A.33 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali.....	36
Tabella A.34 – Ripartizione dei consumi elettrici delle Attività Principali per Flusso.....	36
Tabella A.35 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Guarnizioni).....	36

Tabella A.36 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Metalli)	37
Tabella A.37 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali per Flusso	37
Tabella A.38 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali	37
Tabella A.39 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi.....	38
Tabella A.40 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali	38
Tabella A.41 – Suddivisione dei consumi di gas naturale per Usi specifici	39
Tabella A.42 – Suddivisione dei consumi di gas naturale per Usi specifici	40
Tabella A.43 – Dati di monitoraggio compressori	42
Tabella A.44 – Dati di monitoraggio compressori	43
Tabella A.45 – Dati di monitoraggio compressori	44
Tabella A.46 – Dati di calcolo consumi climatizzazione uffici.....	46
Tabella A.47 – Indici prestazionali generali del Sito Produttivo	51
Tabella A.48 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali	52
Tabella A.49 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali.....	52
Tabella A.50 – Indici prestazionali generali del Sito Produttivo	53
Tabella A.51 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali	54
Tabella A.52 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali.....	54
Tabella A.53 – Indice prestazionale generale del Sito Produttivo	55
Tabella A.54 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali	55
Tabella A.55 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali.....	55
Tabella A.56 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – X	59
Tabella A.57 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – Y	60
Tabella A.58 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – Z	60
Tabella A.59 – Analisi tecnico-economica intervento 1	64
Tabella A.60 – Analisi tecnico-economica intervento 2	66
Tabella A.61 – Analisi tecnico-economica intervento 3	67
Tabella A.62 – Dati impianto illuminazione attuale (Fonte: “Studio”)	68
Tabella A.63 – Dati impianto illuminazione proposto (Fonte: “Studio”).....	68
Tabella A.64 – Analisi tecnico-economica intervento 4	68
Tabella A.65 – Analisi tecnico-economica intervento 1	70
Tabella A.66 – Analisi tecnico-economica intervento 2	71
Tabella A.67 – Dati impianto illuminazione attuale	72
Tabella A.68 – Dati impianto illuminazione proposto	73
Tabella A.69 – Analisi tecnico-economica intervento 3	73
Tabella A.70 – Analisi tecnico-economica intervento 4	74
Tabella A.71 – Analisi tecnico-economica intervento 1	76
Tabella A.72 – Analisi tecnico-economica intervento 2	77
Tabella A.73 – Dati impianto illuminazione attuale	78
Tabella A.74 – Dati impianto illuminazione proposto	79

Tabella A.75 – Analisi tecnico-economica intervento 3	79
Tabella A.76 – Grandezze monitorate unità di cogenerazione 2014	80
Tabella A.77 – Prezzi medi per componente hardware	104
Tabella A.78 – Percentuali di risparmio energetico	105

1. INTRODUZIONE

Questo lavoro è stato reso possibile grazie all'esperienza di stage che ho condotto in Galileia S.r.l., ESCo – società di servizi energetici, Spin Off dell'Università di Padova. In questi sei mesi di tirocinio ho conosciuto la realtà dei servizi energetici, ente terzo che supporta le Imprese nel campo dell'Energia a trecentosessanta gradi, tramite consulenze e analisi dettagliate in diversi ambiti. In particolare ho approfondito l'attività di Diagnosi Energetica, nuova disposizione nazionale ed europea, obbligatoria per alcuni soggetti.

Lo studio mi ha fornito conoscenze e metodi di lavoro utili a livello professionale, mi ha arricchito di nozioni e mi ha coinvolto in una nuova realtà, talvolta ancora inesplorata e da interpretare.

Inoltre, grazie a questo stage, ho conosciuto grandi imprese presenti nel territorio nazionale, in particolare del nord-est, che svolgono le loro attività in settori completamente differenti. È stato quindi interessante interfacciarsi con il mondo esterno, capire certe dinamiche aziendali e di mercato, visionare direttamente in prima persona il settore produttivo italiano, conoscere attività, competenze, quantità e qualità di produzione, che hanno reso possibile l'affermazione di queste grandi imprese nel nostro paese e nel mondo.

Dall'analisi di Diagnosi emerge come le Imprese, seppur di rilevante importanza, non siano ancora preparate al tema "Energia". Ad oggi infatti sono poche le realtà aziendali che danno il giusto peso all'energia consumata dall'impresa per svolgere la propria attività. Si osserva un atteggiamento piuttosto passivo in merito a questo argomento, tematica invece fondamentale.

L'ambito energetico, soprattutto per una grande impresa, dovrebbe essere tenuto in considerazione. Talvolta molte uscite di denaro sono imputabili ai bisogni di energia; cercare di limitare questo aspetto permetterebbe ad esempio di abbassare il prezzo del prodotto finito, oppure di utilizzare quelle mancate uscite di cassa per investimenti di vario genere. Una gestione corretta dell'energia quindi ha delle ripercussioni positive immediate in altri settori dell'impresa.

Le politiche atte all'efficienza energetica, a un miglioramento della gestione dell'energia, stanno spingendo per regolamentare certi standard, ed effettuare dei check quadriennali affinché tutti effettuino un programma di efficienza energetica, in particolar modo le grandi imprese, che hanno forti consumi energetici.

Mentre le scelte di ampio respiro di solito vanno sempre a discapito di qualcuno, nel caso dell'efficienza energetica si possono riscontrare solo vantaggi.

Se si osserva il problema dal punto di vista globale, queste azioni servono per cercare di risolvere problemi enormi, come l'inquinamento, e lo spreco di risorse che continuamente avviene, sensibilizzando tutti a migliorare la situazione attuale per un futuro più sostenibile sotto tutti i punti di vista. Nel piccolo di una realtà aziendale invece, l'efficienza energetica è comunque interessante, e può essere vista come una forma di sviluppo. Si ha un guadagno vero e proprio se si effettuano certe scelte, poiché in certi casi i tempi di ritorno dell'investimento sono di qualche anno. È inoltre interessante capire, dai dati attuali di consumo e di costo, dove migliorare e dove far efficienza. Facendo determinate scelte, anche semplicemente di carattere gestionale, si possono abbattere i consumi, migliorando anche l'affidabilità dell'intero Sistema Produttivo.

La scelta quindi di effettuare un programma di efficienza energetica, in questo caso tramite le Diagnosi, è risultata utile e proficua. Servirà globalmente per arrivare a certi standard, servirà all'impresa stessa per capire dove potersi migliorare, dove evitare gli sprechi, dove intervenire in modo misurato e consapevole.

Ho seguito alcune Grandi Imprese in tema di Diagnosi. In particolare, i tre principali Siti che ho analizzato direttamente sono stati:

- "X", in provincia di Vicenza: produzione di metalli, guarnizioni, cilindri e distribuzione di articoli sportivi afferenti all'ambito automobilistico-race-off road.
- "Y", in provincia di Brindisi: distaccamento produttivo facente parte della stessa Impresa di X, sopra elencata.
- "Z", in provincia di Treviso: produzione di cellule per la realizzazione di grandi facciate in metallo e vetro.

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

La diagnosi quindi, oltre a 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 conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

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

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

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

La Diagnosi Energetica è obbligatoria per alcune tipologie di imprese. Sono soggette ad obbligo di legge le Grandi Imprese e le Imprese Energivore, a forte consumo di energia.

Questo obbligo dall'Unione Europea, derivante dalla Direttiva Europea 2012/27/UE, e successivamente recepita dal D.Lgs 102/2014, che si dovrà ripetere ogni 4 anni, si è rivelato vincente, una efficace programmazione a lungo termine, in grado di migliorare negli anni futuri gli aspetti negativi odierni legati alla scarsa sensibilizzazione riguardo il tema "Efficienza Energetica". L'unico aspetto negativo da migliorare nel programma Diagnosi è quello relativo alle linee guida; permettono molta libertà a chi effettua la Diagnosi. Non è quindi un documento di stesura standard, ma il più delle volte interpretativo.

L'analisi eseguita è stata fatta per l'anno 2014; tutti gli andamenti e i dati relativi ai consumi, ai costi e le informazioni generali o dettagliate chieste alle Imprese sono attribuibili al 2014. In qualche caso è stato analizzato l'andamento, ad esempio del prelievo di energia elettrica, anche per gli anni antecedenti il 2014, ove possibile il recupero di tali dati. Questo è molto interessante poiché permette di dare all'impresa un'informazione completa del suo comportamento energetico correlato ad opportuni fattori di aggiustamento (es. livello di produzione, temperatura esterna, ecc.).

2. ANALISI E DESCRIZIONE DIAGNOSI

Per giungere al Report finale di Diagnosi sono stati effettuati diversi passaggi.

Inizialmente si sono fatti sopralluoghi ove possibile, e una volta presi i contatti iniziali, è iniziato lo scambio di informazioni necessarie ai fini dell’Audit. Si è preferito fornire alle Imprese dei documenti .xls preimpostati, in modo da recepire al meglio solo le informazioni utili. Oltre ai dati inerenti le informazioni generali, quali numero di dipendenti, fatturato 2014, layout di stabilimento, ecc., si sono raccolte le fatturazioni di energia elettrica e gas naturale per elaborare i consumi ed effettuare l’analisi vera e propria.

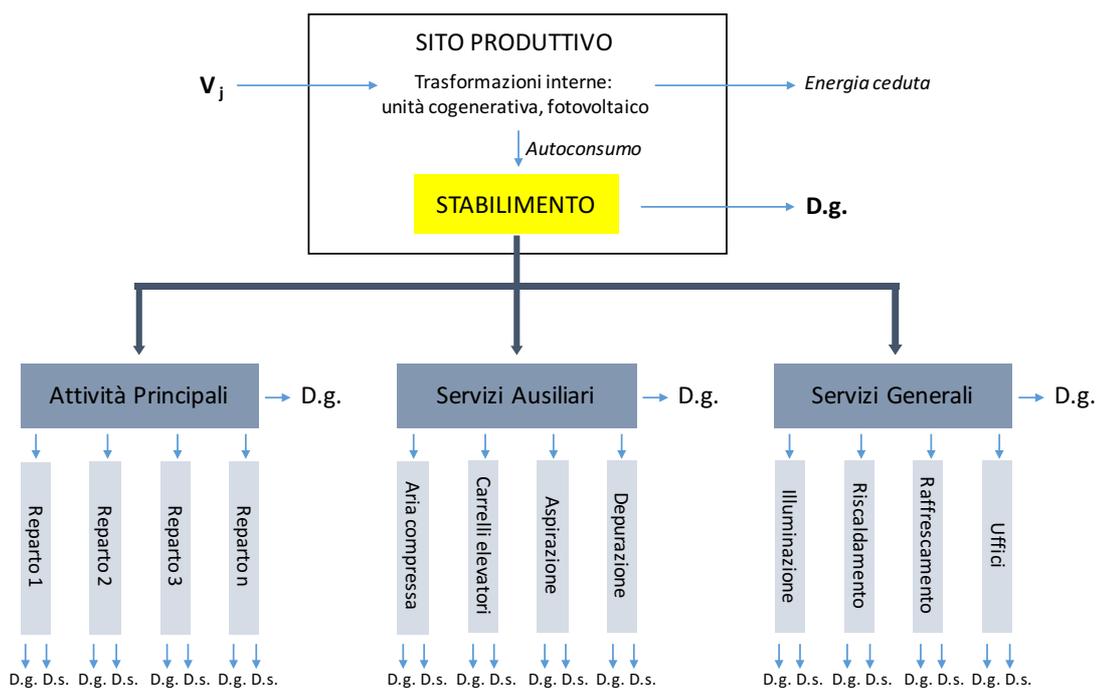
Prima di iniziare bisogna esplicitare una distinzione fondamentale. Per “Sito Produttivo” si intende la località geograficamente definita in cui viene prodotto un bene e/o fornito un servizio, entro la quale l’uso dell’energia è sotto il controllo dell’Impresa. Mentre per “Sistema Produttivo” si intende l’organizzazione delle attività nel loro complesso presenti all’interno del Sito Produttivo. Tali attività vengono suddivise in tre macro raggruppamenti: attività principali ("aree funzionali", "lavorazioni" o "reparti"), servizi ausiliari (il sistema di produzione dell’aria compressa, la centrale termica, la centrale frigo, i sistemi di aspirazione, di movimentazione dei materiali, ecc.) e i servizi generali e accessori (l’illuminazione, il riscaldamento, la climatizzazione in generale, gli uffici, ecc.).

I vettori considerati in ingresso ai Siti Produttivi analizzati sono l’energia elettrica, il gas naturale, e il carburante, in particolare il gasolio, per gli autoveicoli aziendali. In un Sito non è presente l’allacciamento alla Rete gas naturale, poiché non viene utilizzato, neanche per uso riscaldamento. In tutti e tre i Siti in esame vi sono unità di trasformazione interna. In tutti i Siti è presente l’impianto fotovoltaico; esso occupa una quota abbastanza rilevante in termini di utilizzo di energia elettrica. In uno dei tre Siti inoltre è presente un trigeneratore; esso utilizza gas naturale per produrre energia elettrica necessaria al Sito, e per produrre calore e freddo, per autoconsumo. Questo sistema di gestione dell’energia risulta più complesso, ma come si vedrà successivamente, se utilizzato correttamente, porterebbe notevoli miglioramenti al Sistema Produttivo.

Una quota parte della produzione di energia interna, ad esempio energia elettrica prodotta da fotovoltaico o trigeneratore, viene autoconsumata dallo stabilimento. La restante ceduta in Rete. Nell’Impresa Y inoltre vi sono altri due impianti fotovoltaici, oltre a quello principale che serve per l’autoconsumo, in “cessione totale”.

Attraverso le informazioni riguardanti i vettori energetici acquistati e le unità di trasformazione interna di energia, vengono determinati i vettori in ingresso al Sistema Produttivo. Tali vettori, vengono ripartiti tra i diversi flussi aziendali, in modo tale da individuare quelli a maggior consumo energetico e con le maggiori inefficienze.

Figura A.1 – Schematizzazione della struttura energetica aziendale



Questo schema è stato realizzato sulla base di quello formulato da Enea sul documento “Elementi su come elaborare la documentazione necessaria al rispetto degli obblighi previsti nell’art. 8 del decreto legislativo 102/2014 in tema di diagnosi energetica”. Viene tracciato il percorso dell’energia, che entra nel Sito Produttivo (V_j è il vettore energetico inteso come energia elettrica, gas, ecc.), subisce trasformazioni interne, quali unità cogenerative o generazione da fotovoltaico, per poi passare al Sistema Produttivo. Durante le trasformazioni interne, parte dell’energia viene ceduta in rete, parte viene autoconsumata dal Sistema Produttivo. L’energia che entra nel Sistema Produttivo si divide in 3 macro aree, le attività principali, i servizi ausiliari e i servizi generali. Ogni area è costituita da utenze che consumano energia. Nello schema inoltre vi sono inseriti altri due termini: D.g. e D.s.; D.g. sta per destinazione d’uso generale, mentre D.s. sta per destinazione d’uso specifica.

Oltre a tutto ciò, è stato necessario inoltre reperire informazioni relative al funzionamento e gestione degli impianti, censire le utenze, elettriche e termiche, monitorare alcuni carichi e definire in quali il consumo è monitorato e in quali si è proceduto mediante calcolo.

Si sono considerati anche i fattori di aggiustamento, ovvero variabili in grado di influenzare il consumo energetico di un sistema, quali i prodotti realizzati, la temperatura, la produzione di aria compressa.

2.1. INQUADRAMENTO AZIENDALE

Prima di analizzare i consumi energetici si sono descritte le realtà aziendali in termini generali. È importante infatti capire cosa l'Impresa produce, come è organizzata al suo interno.

X ad esempio è stata suddivisa dai responsabili della produzione, per semplicità, in 4 flussi prodotto, guarnizioni, metalli, cilindri e kit. Ogni flusso è formato da migliaia di prodotti, chiamati articoli dall'impresa, tutti differenti uno dall'altro. Ad esempio se si prende il flusso cilindri, lo si può suddividere a sua volta in centinaia di articoli, tutti cilindri, che si differenziano uno dall'altro per forma, dimensione, materiale, peso. Y ha la stessa suddivisione, essendo un Sito distaccato della stessa impresa. Sviluppa però soltanto due flussi, guarnizioni e metalli. Z invece realizza un solo prodotto, facciate a cellule, che a sua volta può essere suddiviso in base a forma, dimensione, materiale.

Per ogni Sito, per ogni prodotto considerato, è stato descritto il processo produttivo. Ciascuna fase viene evidenziata, e ad ognuna di esse sono attribuite le utenze di competenza. Di seguito vengono riportati degli esempi di diagrammi di flusso, il primo inerente X e Y, il secondo per Z.

Figura A.2 – Esempio ciclo produttivo delle Guarnizioni – X e Y



Figura A.3 – Esempio ciclo produttivo delle facciate a cellule – Z



Tutte queste fasi fanno parte del ciclo produttivo, e sono definite come Attività Principali.

Oltre ai flussi e alle fasi della produzione è importante specificare anche la quota parte dei Servizi, suddivisi in Ausiliari e Generali.

Per Servizi Ausiliari si intendono le attività caratterizzate dalla trasformazione di un vettore energetico in ingresso in un vettore utilizzato nell'ambito delle Attività Principali. Mentre i Servizi Generali sono attività connesse al processo produttivo i cui fabbisogni energetici però non sono ad essi strettamente correlati. L'identificazione di Attività Principali, Servizi Ausiliari e Generali è stata fatta per ciascun prodotto realizzato nei vari Siti Produttivi.

Successivamente verranno esplicitati dettagliatamente sia i Servizi Ausiliari che i Servizi Generali.

2.2. CONSUMI ENERGETICI

2.2.1. Vettori Energetici in ingresso ai Siti Produttivi

Per determinare i consumi effettivi di un'impresa, è bene capire cosa entra nel Sito Produttivo. Sono stati considerati i vettori energia elettrica, gas naturale, e gasolio (per gli autoveicoli).

I prelievi di energia elettrica e di gas sono stati misurati in modo diretto e con continuità tramite contatori fiscali di stabilimento installati presso il punto di consegna dell'energia elettrica (POD) e al punto di riconsegna (PDR) del gas metano.

I siti produttivi esaminati presentavano diverse configurazioni; ad esempio il sito X è caratterizzato da un POD e da due PDR, Y ha solo un POD, mentre Z ha un POD e un PDR. Per ognuno di essi quindi bisogna considerare una diversa casistica; in X ad esempio bisogna attribuire correttamente le utenze termiche ai due differenti PDR, così da determinare la ripartizione esatta dei consumi di gas naturale.

Nelle tabelle seguenti si riportano, per i tre Siti i prelievi di energia, i corrispettivi tep, il prezzo dell'energia e l'effettiva spesa.

Tabella A.1 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – X

Vettore energetico “entrante”	Quantità	Quantità in [tep]	Prezzo	Spesa in [€]
Prelievo energia elettrica (POD)	2.751.327 [kWh]	514,5	0,168 [€/kWh]	463.249
Prelievo gas naturale (PDR - 567)	74.251 [Sm ³]	64,3	0,432 [€/Sm ³]	32.091
Prelievo gas naturale (PDR - 566)	19.721 [Sm ³]	17,1	0,446 [€/Sm ³]	8.805
Gasolio per autoveicoli	78.000 [litri]	67,0	1,320 [€/litro]	102.944
Totale	-	595,9	-	607.089

Tabella A.2 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – Y

Vettore energetico “entrante”	Quantità	Quantità in [tep]	Prezzo	Spesa in [€]
Prelievo energia elettrica (POD)	442.773 [kWh]	82,8	0,207 [€/kWh]	91.433
Gasolio per autoveicoli	6.485 [litri]	5,6	1,320 [€/litro]	8.559
Totale	-	88,4	-	99.992

Tabella A.3 – Vettori energetici “entranti” nel Sito Produttivo anno 2014 – Z

Vettore energetico “entrante”	Quantità	Quantità in [tep]	Prezzo	Spesa in [€]
Prelievo energia elettrica (POD)	1.005.818 [kWh]	188,1	0,153 [€/kWh]	153.944
Prelievo gas naturale (PDR)	1.254.792 [Sm ³]	1.086,5	0,337 [€/Sm ³]	422.971
Gasolio per autoveicoli	108.897 [litri]	93,5	1,320 [€/litro]	143.745
Totale	-	1.368,1	-	720.659

La “spesa” energetica riportata è stata calcolata considerando i prezzi, dei vettori energia elettrica e gas naturale, mensili del 2014 riportati nelle fatture a meno dell’IVA. Per quanto riguarda il prezzo del vettore gasolio impiegato per i mezzi di trasporto, in assenza di dati dall’impresa, è stato considerato il prezzo medio nazionale al consumo del gasolio auto per il 2014 Fonte MiSE. Il “prezzo” per i vettori energia elettrica e gas è stato valutato come media ponderata dei prezzi riportati nelle fatture mensili per l’anno 2014 a meno dell’IVA.

In X vi sono due PDR, che globalmente hanno prelevato 93.972 Sm³ di gas naturale. Sono presenti due PDR, poiché uno ha la sola funzione di riscaldamento invernale per la zona produzione (tubi radianti e grossi generatori di calore), mentre l’altro serve delle piccole caldaie negli uffici della zona produzione (uso riscaldamento) e un forno di tempra, ovvero un’utenza del processo produttivo.

Si vede subito, dal dato della spesa, come l’energia occupi una voce importante per le imprese in termini monetari. Risparmiare energia in queste grandi imprese significa anche risparmiare qualche migliaio di Euro all’anno.

Di seguito viene riportata la ripartizione della spesa energetica per ogni Sito.

Figura A.4 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – X

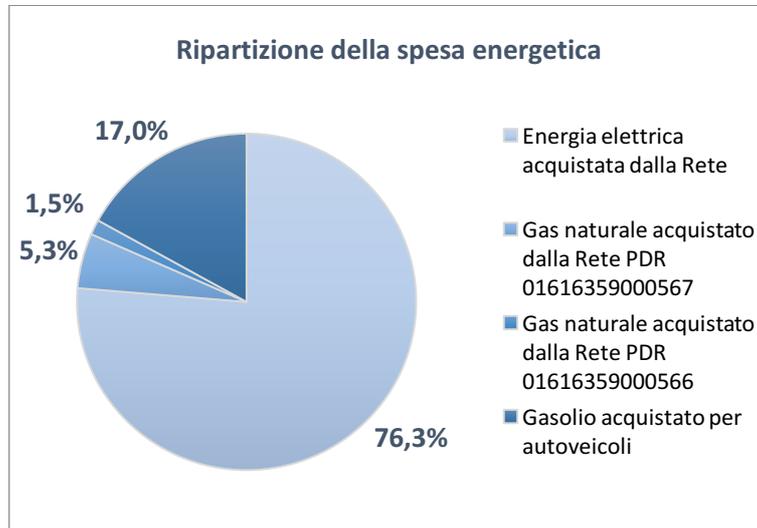


Figura A.5 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – Y

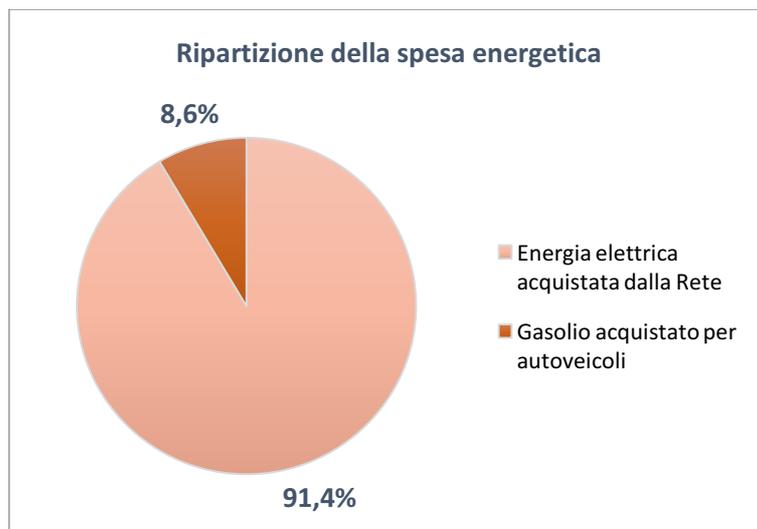
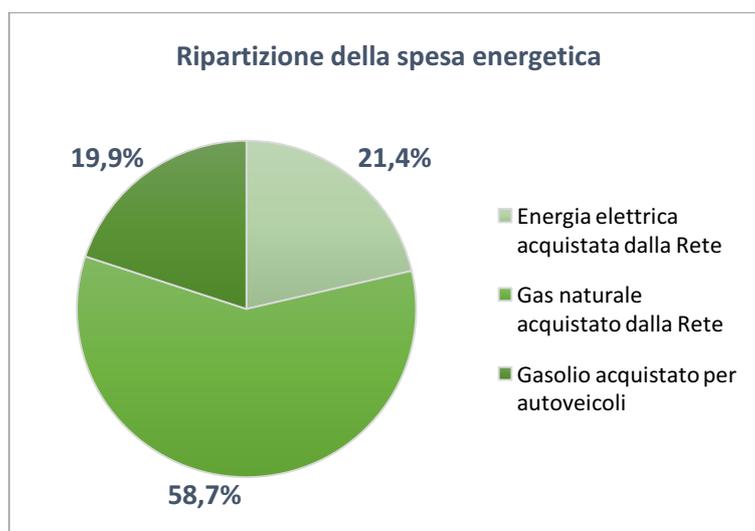


Figura A.6 – Ripartizione della spesa energetica 2014 – Z



2.2.2. Produzione interna ai Siti Produttivi

In tutti e tre i Siti è presente l'impianto fotovoltaico; parte dell'energia elettrica prodotta viene autoconsumata. Nel caso di Y sono presenti anche altri due impianti fotovoltaici, che però non sono stati considerati perché in cessione totale.

X ha un impianto di potenza elettrica pari a 862,65 kWp, Y una potenza di 145,20 kWp, mentre Z pari a 199,80 kWp. Di seguito vengono riportati i valori di produzione dei tre impianti.

Tabella A.4 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – X

Vettore energetico "FV"	Quantità
Produzione di energia elettrica	900.783 [kWh]

Tabella A.5 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – Y

Vettore energetico "FV"	Quantità
Produzione di energia elettrica	192.757 [kWh]

Tabella A.6 – Vettori energetici da trasformazione interna: fotovoltaico 2014 – Z

Vettore energetico "FV"	Quantità
Produzione di energia elettrica	200.329 [kWh]

Inoltre in Z vi è un trigeneratore. L'impianto trigenerativo (CCHP) è costituito da un gruppo di generazione, alimentato a gas naturale, di capacità di generazione elettrica nominale pari a 1.200

kW e da un gruppo frigorifero ad assorbimento a bromuro di litio, di potenza frigorifera pari a 632 kW. Di seguito vengono evidenziati i valori energetici di tale unità cogenerativa.

Tabella A.7 – Vettori energetici da trasformazione interna: trigenerazione 2014 – Z

Vettore energetico "CCHP"	Quantità
Utilizzo di gas naturale (CHP)	871.223 [Sm ³]
Produzione di energia elettrica	3.026.800 [kWh]
Recupero termico	1.462.900 [kWh]
Energia termica per la climatizzazione invernale	797.240 [kWh]
Energia termica ingresso gruppo assorbimento	665.660 [kWh]
Produzione di energia frigorifera	399.396 [kWh]

L'energia elettrica ceduta in rete per il 2014 è stata misurata tramite un sistema di monitoraggio continuo per tutti e tre i Siti.

Nel caso particolare di Z, l'impianto di trigenerazione condivide il punto di immissione in rete con l'impianto fotovoltaico attraverso il contatore bidirezionale (contatore bidirezionale di pertinenza a Enel Distribuzione). Quindi non è possibile ottenere con una misura la quota di energia elettrica immessa in rete dal solo impianto cogenerativo o dal solo impianto fotovoltaico. Pertanto è stato applicato un metodo conservativo che consiste nell'aver assunto che tutta la lettura di immissione in rete fatta dal contatore bidirezionale viene attribuita esclusivamente all'unità di cogenerazione anche se potrebbe essere in parte o in toto prodotta dall'impianto fotovoltaico. Di seguito vengono riportati i kWh di energia elettrica immessi in Rete dai tre Siti nell'anno 2014.

Tabella A.8 – Vettori energetici "uscenti" dal Sito Produttivo 2014 – X

Vettore energetico "uscente"	Quantità
Energia elettrica	115.146 [kWh]

Tabella A.9 – Vettori energetici "uscenti" dal Sito Produttivo 2014 – Y

Vettore energetico "uscente"	Quantità
Energia elettrica	35.146 [kWh]

Tabella A.10 – Vettori energetici "uscenti" dal Sito Produttivo 2014 – Z

Vettore energetico "uscente"	Quantità
Energia elettrica	786.991 [kWh]

Da questi valori si è potuta ricavare l'energia autoconsumata dai tre Siti Produttivi.

Tabella A.11 – Vettori energetici "autoconsumati" dal Sito Produttivo 2014 – X

Vettore energetico "autoconsumato"	Quantità	Quantità in [tep]
Energia elettrica autoconsumata da FV	785.637 [kWh]	146,9

Tabella A.12 – Vettori energetici "autoconsumati" dal Sito Produttivo 2014 – Y

Vettore energetico "autoconsumato"	Quantità	Quantità in [tep]
Energia elettrica autoconsumata da FV	157.611 [kWh]	29,5

Tabella A.13 – Vettori energetici "autoconsumati" dal Sito Produttivo 2014 – Z

Vettore energetico "autoconsumato"	Quantità	Quantità in [tep]
Energia elettrica autoconsumata da CCHP	2.239.809 [kWh]	418,8
Energia elettrica autoconsumata da FV	200.329 [kWh]	37,5
Calore autoconsumato	797.240 [kWh]	76,2
Freddo autoconsumato	399.396 [kWh]	24,9
Totale	-	557,4

Tutti e tre i Siti sono inseriti nel portale di Enel Distribuzione. Questo servizio permette di avere dati quartorari inerenti l'immissione in rete e il prelievo di energia dalla rete; sono anche fornite le rispettive curve di carico. Questi dati non sono stati utilizzati poiché restano memorizzati in rete soltanto le immissioni e i prelievi dei dodici mesi precedenti; non si avevano quindi dati a sufficienza per l'anno analizzato, ovvero il 2014. Inoltre manca il dato della produzione quartoraria. Questa mancanza non permette di effettuare un'analisi dettagliata al quartorario sull'autoconsumo. Non si sono quindi presi in considerazione questi dati poiché incompleti e non esaustivi per l'analisi da condurre.

2.2.3. Consumo di energia elettrica dei Sistemi Produttivi

Il "consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo" è stato valutato considerando la seguente espressione generale:

$$C_{E.E.} = E_{IN} + E_{CCHP} + E_{FV} - E_{OUT}$$

$$C_{E.E.} = E_{IN} + E_{auto} \quad \text{con} \quad E_{auto} = E_{CCHP} + E_{FV} - E_{OUT}$$

dove:

$C_{E.E.}$: rappresenta il consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo

E_{IN} : rappresenta il prelievo di energia elettrica del Sito Produttivo cioè acquistata dalla Rete

E_{CCHP} : rappresenta la produzione netta di energia elettrica da trigenerazione (CCHP)

E_{FV} : rappresenta la produzione netta di energia elettrica da fotovoltaico (FV)

E_{OUT} : rappresenta l'energia elettrica uscente dal Sito Produttivo cioè ceduta alla Rete

E_{auto} : rappresenta l'energia elettrica autoconsumata

Per X e Y, ove non è presente il trigeneratore, il termine E_{CCHP} è nullo, e di conseguenza E_{auto} è attribuibile al solo fotovoltaico. Di seguito vengono riportati i valori per l'anno 2014 delle grandezze descritte, per i tre Siti.

Tabella A.14 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – X

Vettori energia elettrica	Quantità
Prelievo di energia elettrica (POD)	2.751.327 [kWh]
Energia elettrica autoconsumata da FV	785.637 [kWh]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	3.536.964 [kWh]

Tabella A.15 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – Y

Vettori energia elettrica	Quantità
Prelievo di energia elettrica (POD)	442.773 [kWh]
Energia elettrica autoconsumata da FV	157.611 [kWh]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	600.385 [kWh]

Tabella A.16 – Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo 2014 – Z

Vettori energia elettrica	Quantità
Prelievo di energia elettrica (POD)	1.005.818 [kWh]
Energia elettrica autoconsumata da CCHP	2.239.809 [kWh]
Energia elettrica autoconsumata da FV	200.329 [kWh]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	3.445.957 [kWh]

Di seguito vengono evidenziate le percentuali dei consumi di energia dei tre Sistemi Produttivi per l'anno 2014.

Figura A.7 – Provenienza dell'energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – X

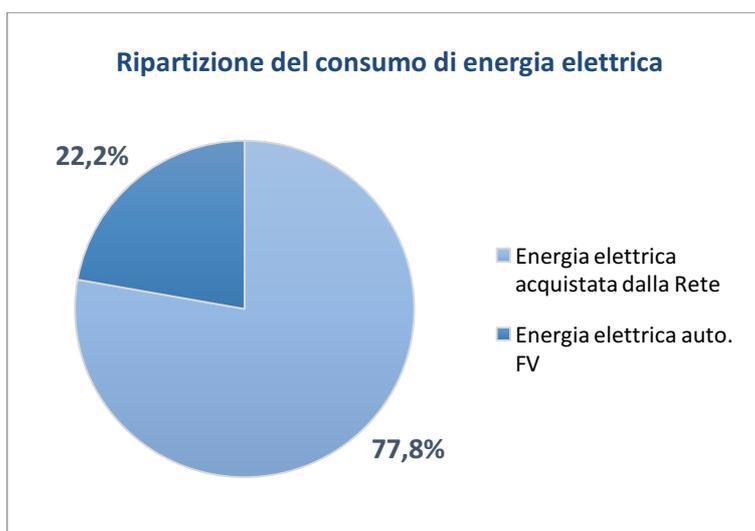


Figura A.8 – Provenienza dell'energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – Y

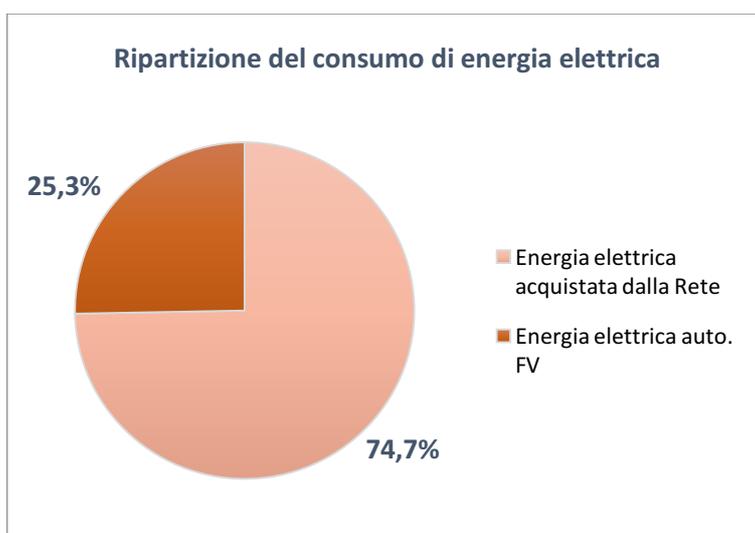
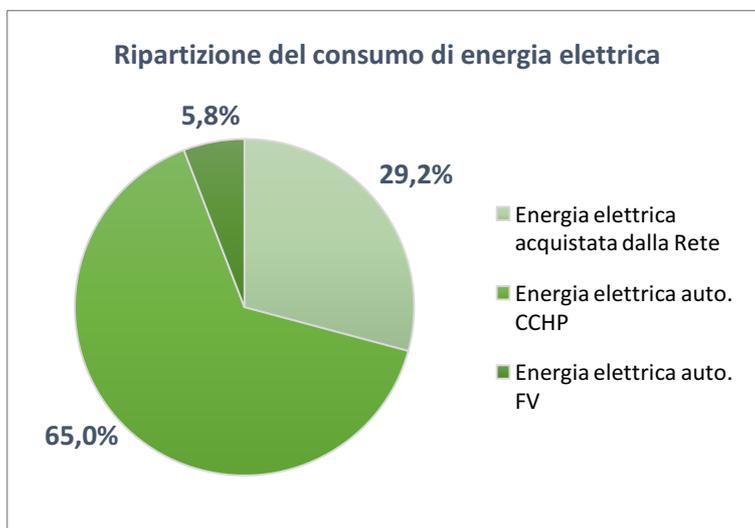


Figura A.9 – Provenienza dell'energia elettrica consumata del Sistema Produttivo 2014 – Z



Da quest'analisi dei consumi di energia elettrica si può osservare come solo nell'ultimo caso (Z) l'autoconsumo sia superiore al prelievo dalla Rete. Inoltre si può vedere come l'energia elettrica abbia un ruolo fondamentale; è il vettore energetico principale in tutte e tre i Siti. Lo si capiva già dall'analisi dei prelievi iniziali, ad esempio per X, che già riportava una netta differenza tra prelievo di energia elettrica e gas naturale. Per Z invece, dopo l'analisi dei consumi, si evince come, anche in questo Sistema, la quota maggiore dei consumi sia dovuta all'energia elettrica; questo dato ribalta la situazione iniziale in cui il gas naturale, usato in parte per la produzione di energia elettrica, presentava la quota maggiore in termini di prelievo.

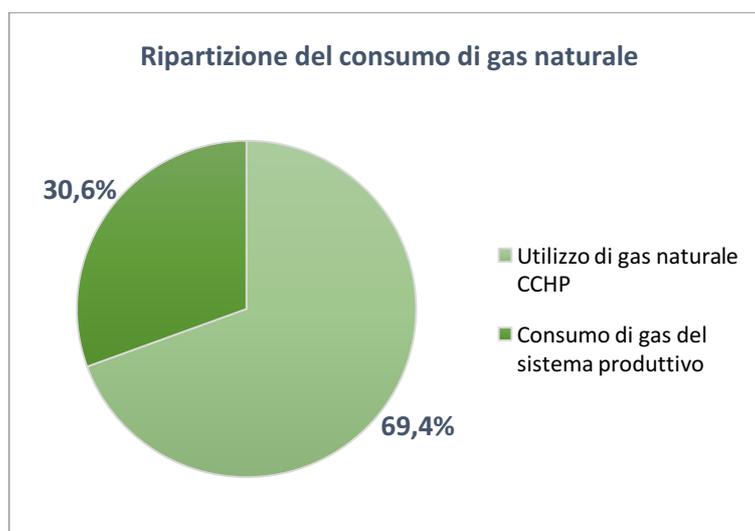
2.2.4. Consumo di gas naturale dei Sistemi Produttivi

Quest'analisi è stata effettuata solo per X e Z, perché Y non consuma gas naturale. In X il prelievo di gas dai due PDR equivale al consumo, pari a 93.972 Sm³ di gas naturale. In Z invece, il totale gas prelevato dalla Rete si suddivide in una parte che va al trigeneratore per la produzione di energia elettrica, calore e freddo, mentre la restante quota parte di gas va ad alimentare una serie di caldaie (tre in zona produzione e due negli uffici), utilizzate per uso riscaldamento. Di seguito i dati inerenti Z e la ripartizione percentuale nel diagramma.

Tabella A.17 – Consumo di gas naturale del Sistema Produttivo 2014 – Z

Vettori gas naturale	Quantità
Prelievo di gas naturale (PDR)	1.254.792 [Sm3]
Utilizzo di gas naturale CCHP	871.223 [Sm3]
Consumo di gas naturale del Sistema Produttivo	383.569 [Sm3]

Figura A.10 – Ripartizione del consumo di gas naturale del Sistema Produttivo 2014 – Z



2.2.5. Consumo energetico dei Sistemi Produttivi

A questo punto è possibile definire l'effettivo consumo energetico del Sistema Produttivo per il 2014 riportando opportunamente i vettori energetici in tonnellate equivalenti di petrolio.

Tabella A.18 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – X

Vettore energetici	Quantità	Quantità in [tep]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	3.536.964 [kWh]	661,4
Consumo di gas naturale del Sistema Produttivo	93.972 [Sm3]	81,4
Consumo di gasolio del Sistema Produttivo	78.000 [litri]	67,0
Consumo energetico del Sistema Produttivo	-	809,7

Tabella A.19 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Y

Vettore energetici	Quantità	Quantità in [tep]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	600.385 [kWh]	112,3
Consumo di gasolio	6.485 [litri]	5,6
Consumo energetico del Sistema Produttivo	-	117,8

Tabella A.20 – Consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Z

Vettore energetici	Quantità	Quantità in [tep]
Consumo di energia elettrica del Sistema Produttivo	3.445.957 [kWh]	644,4
Consumo di gas naturale del Sistema Produttivo	383.569 [Sm3]	332,1
Consumo di energia termica del Sistema Produttivo	797.240 [kWh]	76,2
Consumo di energia frigorifera del Sistema Produttivo	399.396 [kWh]	24,9
Consumo di gasolio del Sistema Produttivo	108.897 [litri]	93,5
Consumo energetico del Sistema Produttivo	-	1.171,1

Di seguito vengono espone le ripartizioni dei consumi energetici.

Figura A.11 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – X

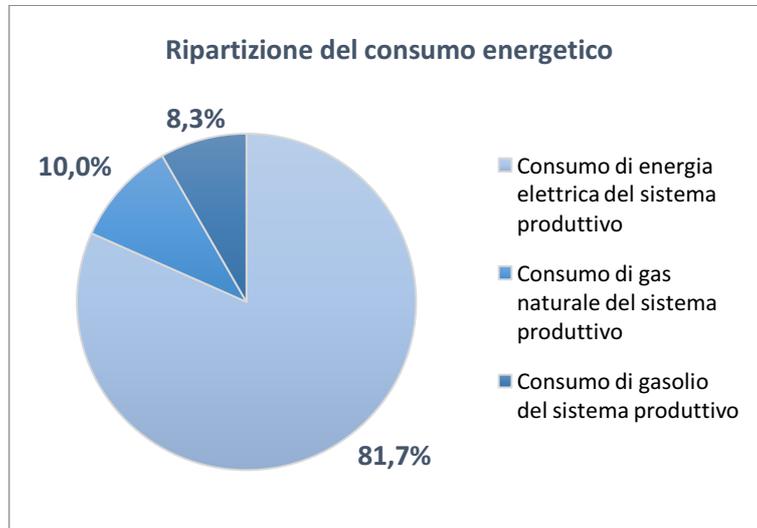


Figura A.12 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Y

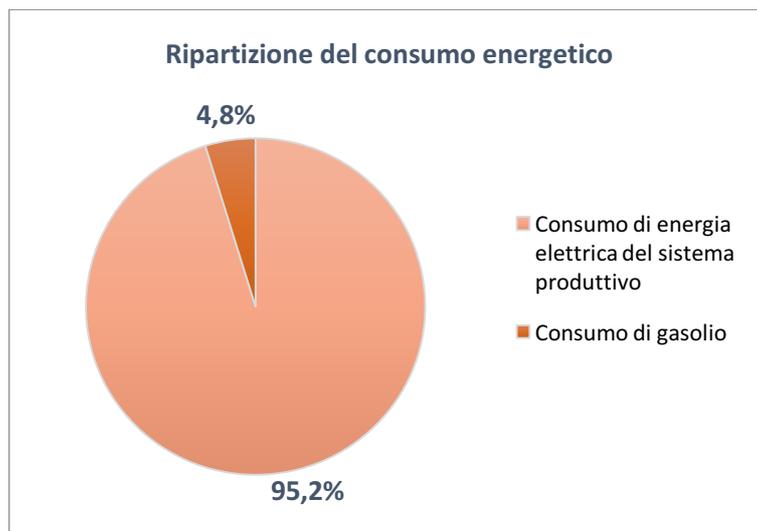
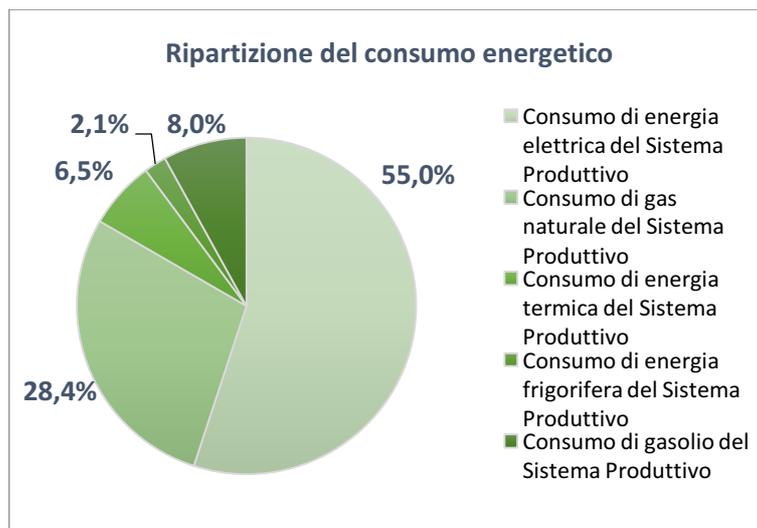


Figura A.13 – Ripartizione del consumo energetico del Sistema Produttivo 2014 – Z



2.2.6. *Analisi dell'energia elettrica e del gas naturale*

Energia elettrica

Una volta determinati i consumi energetici dei tre Siti, ci si addentra in un'analisi più approfondita; grazie alle fatture di energia elettrica e gas naturale, è possibile ricavare informazioni più interessanti e dettagliate. Sono stati analizzati i prelievi mensili dell'anno 2014 per i tre Siti; grazie a questi dati è stato possibile tracciare l'andamento del prelievo di energia elettrica e verificare come varia il fabbisogno dell'energia acquistata dalla Rete. Inoltre, nei Siti che hanno reso disponibili i dati di prelievo di energia elettrica del 2012 e 2013, è stato possibile mostrare come l'andamento del prelievo mensile è variato nel triennio. Si nota come, nonostante siano diminuiti complessivamente i valori di prelievo del 2014, l'andamento finale della curva è simile agli anni precedenti. Ciò è dovuto alla stagionalità, in particolare alla stagionalità della produzione. Di seguito un esempio della curva di prelievo di energia elettrica nel 2014 e nei due anni precedenti di X.

Figura A.14 – Profilo mensile del prelievo dell'energia elettrica attiva 2014 – X

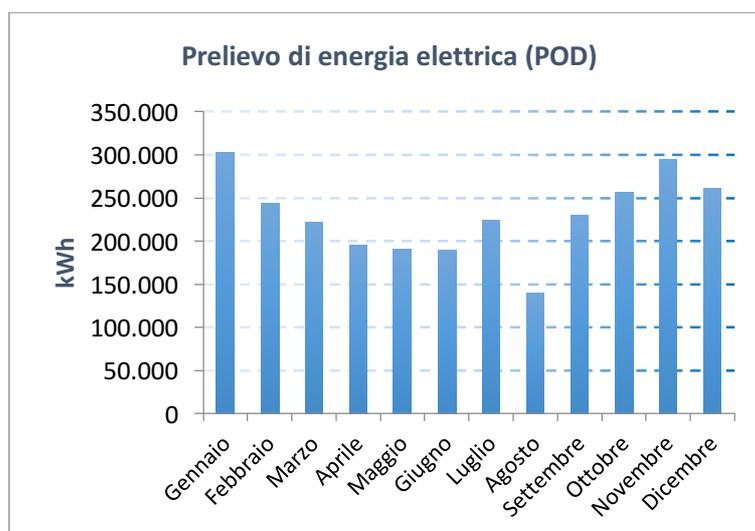
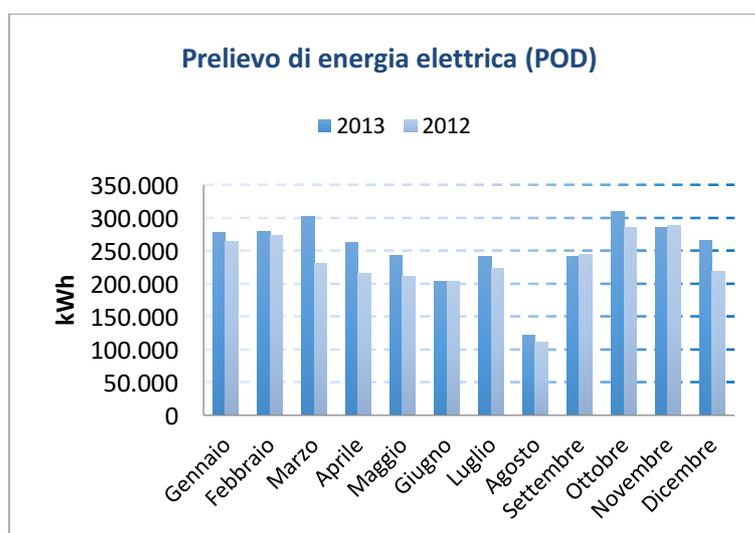


Figura A.15 – Profilo mensile del prelievo dell'energia elettrica attiva 2013 e 2012 – X



Il prelievo dell'energia elettrica lo si è analizzato anche sotto un altro aspetto. La tariffazione italiana prevede la suddivisione in varie fasce orarie per individuare diversi livelli di prezzo unitario. In base quindi alla fascia oraria in cui si preleva l'energia, si ha un costo energetico differente. È importante quindi tale evidenziazione perché permette di far capire all'impresa che potrebbe effettivamente esserci un risparmio cospicuo di denaro, se il prelievo avvenisse in fasce orarie più economiche, mantenendo lo stesso quantitativo di energia elettrica prelevata.

Questa suddivisione può essere di due tipi, Peak – Off Peak, F1 – F2 – F3, in base al contratto di fornitura stipulato.

Nei casi studio sono state analizzate entrambe le tipologie, poiché X e Y hanno un contratto che prevede Peak – Off Peak, mentre Z le fasce orarie F1 – F2 – F3.

Di seguito vengono riportati i prelievi e le percentuali di energia prelevata nelle diverse fasce per X e Z.

Figura A.16 – Profilo mensile dell’energia elettrica attiva Peak e Off Peak 2014 – X

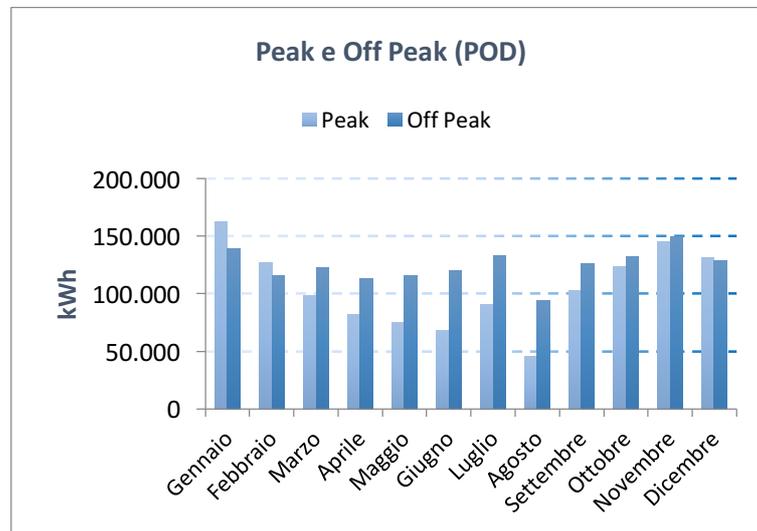


Tabella A.21 – Ripartizione % del prelievo mensile in Peak e Off Peak 2014 – X

Mesi	% Prelievo in Peak	% Prelievo in Off Peak
Gennaio	54%	46%
Febbraio	52%	48%
Marzo	45%	55%
Aprile	42%	58%
Maggio	39%	61%
Giugno	36%	64%
Luglio	41%	59%
Agosto	33%	67%
Settembre	45%	55%
Ottobre	48%	52%
Novembre	49%	51%
Dicembre	50%	50%

Figura A.17 – Profilo mensile dell'energia elettrica attiva in F1, F2 e F3 2014 – Z

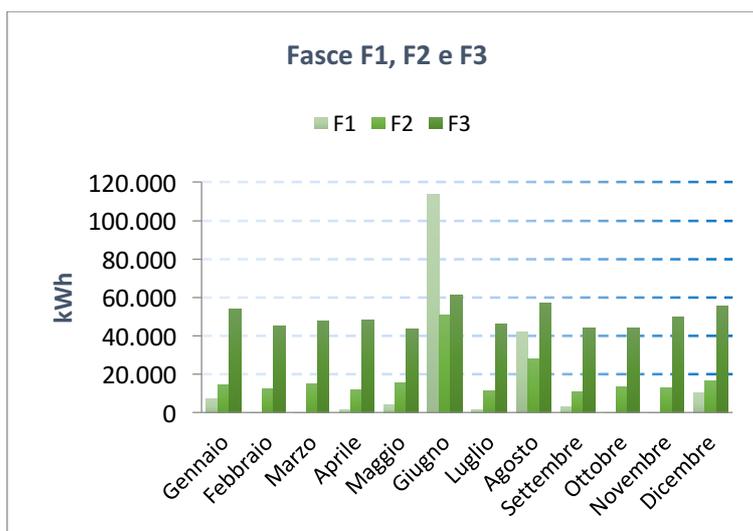


Tabella A.22 – Ripartizione % del prelievo mensile in F1, F2 e F3 2014 – Z

Mesi	% Prelievo in F1	% Prelievo in F2	% Prelievo in F3
Gennaio	10%	19%	71%
Febbraio	0%	22%	78%
Marzo	0%	24%	76%
Aprile	3%	20%	78%
Maggio	7%	25%	68%
Giugno	50%	23%	27%
Luglio	3%	20%	77%
Agosto	33%	22%	45%
Settembre	6%	19%	75%
Ottobre	0%	24%	76%
Novembre	1%	21%	78%
Dicembre	13%	20%	67%

Dall'analisi dell'energia elettrica emergono altri due dati importanti.

Per ogni Sito si verifica la potenza massima disponibile. Questa rappresenta la massima potenza prelevabile, al di sopra della quale il gestore di rete, in caso di sistematici prelievi di potenza eccedenti il livello della potenza disponibile, può procedere d'ufficio all'addebito dei contributi per l'adeguamento della medesima. In X non vengono mai superati i 904 kW, registrati nel mese di Gennaio. Da quanto riportato nelle fatture 2014, la potenza disponibile è pari a 1.000 kW. In Y non vengono mai superati i 139 kW, registrati nel mese di Gennaio. Da quanto riportato nelle fatture 2014, la potenza disponibile è pari a 200 kW. In Z non vengono mai superati gli 894 kW, registrati nel mese di Giugno. Da quanto riportato nelle fatture 2014, la potenza disponibile è pari a 1.000 kW.

Per ogni Sito si è inoltre ricercato il valore di energia reattiva assorbito dalla Rete. Questo serve per capire quanto l'impresa spende, in termini di penale, per aver assorbito energia reattiva. In particolare, il limite fissato per non incorrere in sanzioni è pari a $\cos\varphi_{\text{LIMITE}} = 0,9$. Se si ha un $\cos\varphi$ più basso rispetto a quello limite, sia in fascia F1, che in fascia F2 (l'energia reattiva viene sempre conteggiata in F1 F2 F3 anche se il contratto prevede Peak – Off Peak), si è soggetti a una penale di 0,0151 €/kVAR per la fascia F1, e di 0,0189 €/kVAR per i prelievi in fascia F2. La fascia F3 non è soggetta a penale. A partire dal 1 gennaio 2016 con la delibera 180/2013/R/EEL il $\cos\varphi$ per non pagare penali dovrà essere superiore a 0,95. Di seguito vengono riportati i casi studiati, ovvero i valori di penale del 2014 per i tre Siti, e lo scenario 2016 nell'ipotesi di prelievo 2014 (ipotizzando che gli oneri applicati nel 2014 continuino a valere anche per il 2016).

X ha pagato una penale pari a 584 € nel 2014. Valore ipotetico nel 2016: 2.293 €.

Y ha pagato una penale pari a 3.356 € nel 2014. Valore ipotetico nel 2016: 4.102 €.

Z ha pagato una penale pari a 90 € nel 2014. Valore ipotetico nel 2016: 100 €.

In Y, in cui si ha una penale molto elevata, viste anche le dimensioni del Sito, si dovrà intervenire sul rifasamento, mediante l'installazione di un sistema di rifasamento oppure attraverso un'opportuna regolazione, se possibile, della batteria dei condensatori, se presente.

Infine per ogni Sito si è analizzata la composizione del prezzo dell'energia elettrica:

$$\text{Prezzo} = \text{Vendita} + \text{Dispacciamento} + \text{Trasporto} + \text{Oneri} + \text{Imposte}$$

Dall'analisi in dettaglio di tutte le voci che compongono il prezzo si può ricavare la ripartizione della spesa dell'energia elettrica prelevata, evidenziando tre voci: oneri fissi, oneri variabili, costo energia, e conseguentemente le percentuali. Inoltre di seguito viene inserito anche il prezzo medio ponderato; si osserva come il prezzo dell'energia di ciascun mese si discosti dal prezzo medio ponderato.

Figura A.18 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – X

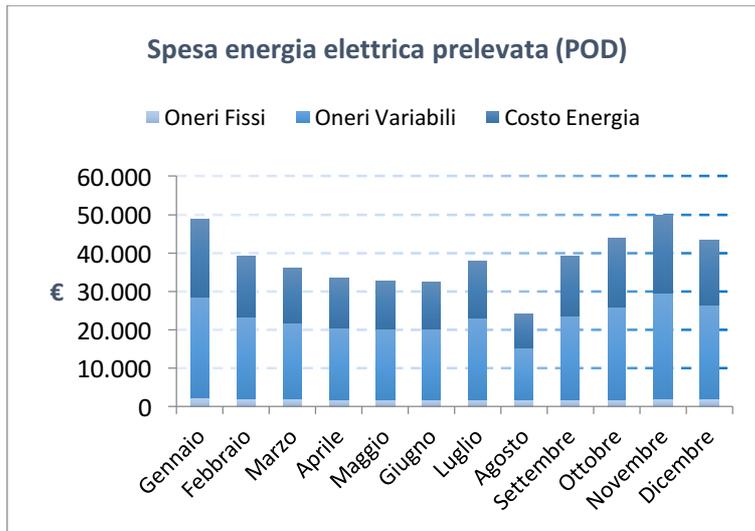


Figura A.19 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – X

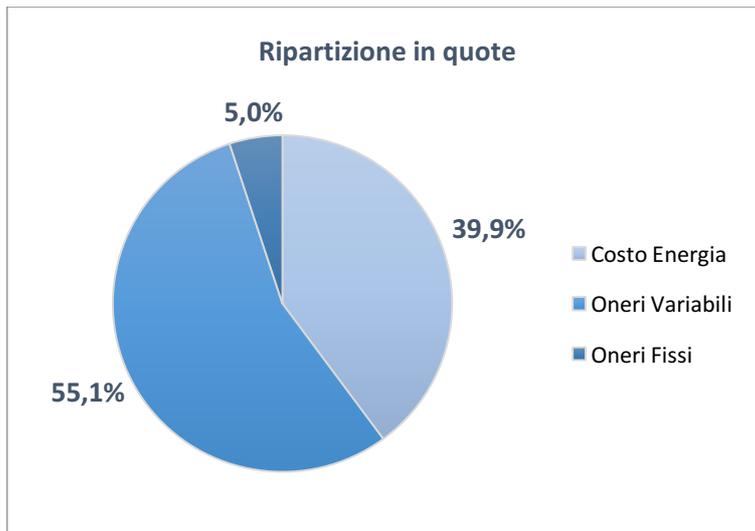


Figura A.20 – Prezzo della dell'energia elettrica prelevata 2014 – X

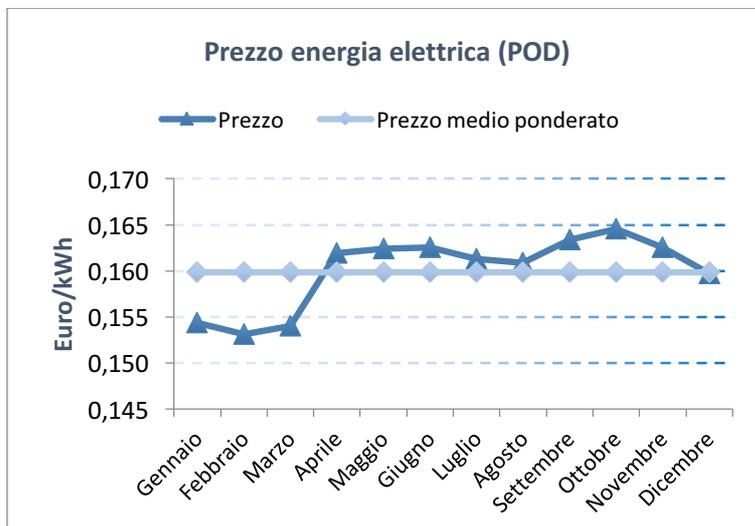


Figura A.21 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – Y

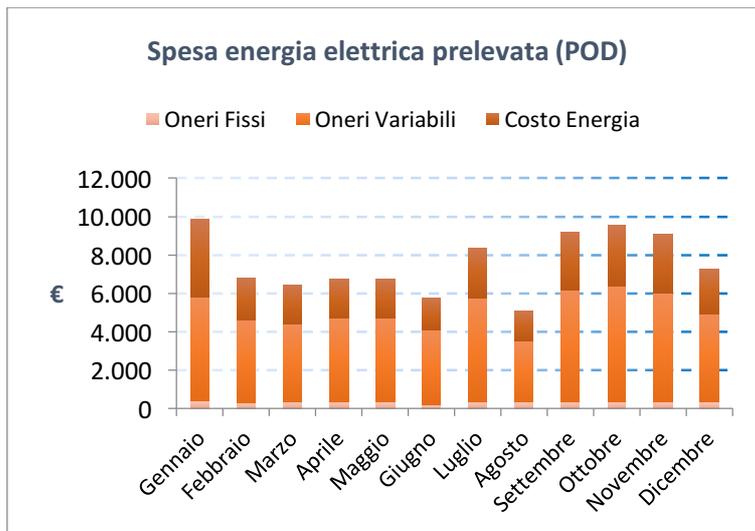


Figura A.22 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Y

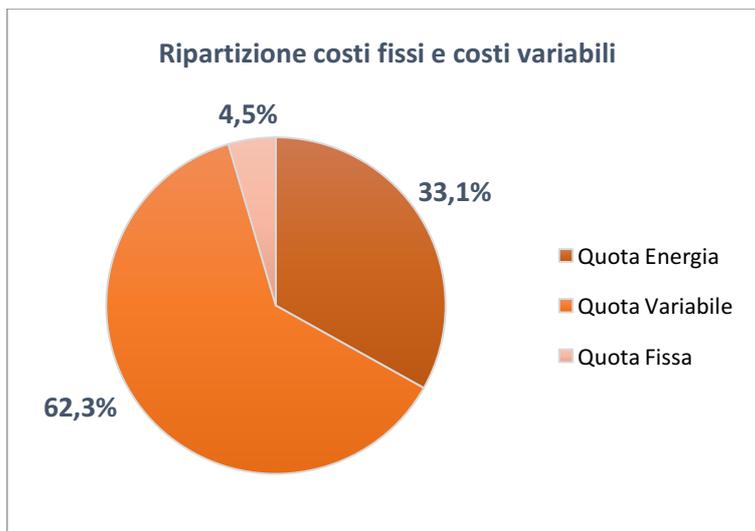


Figura A.23 – Prezzo della dell'energia elettrica prelevata 2014 – Y

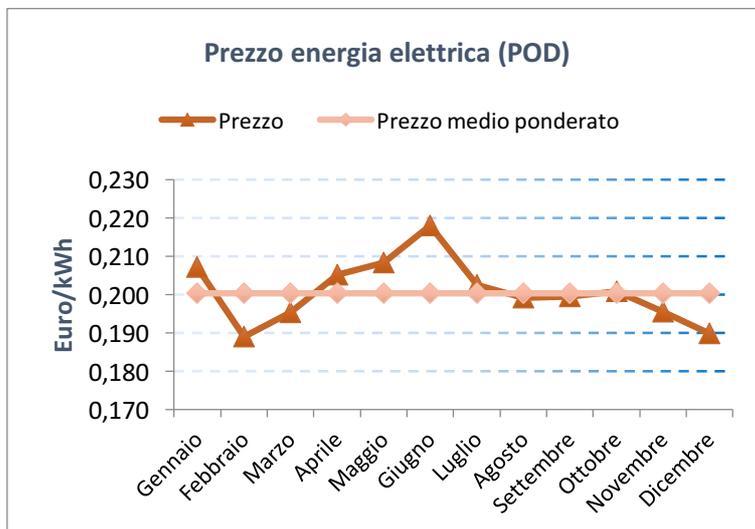


Figura A.24 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z

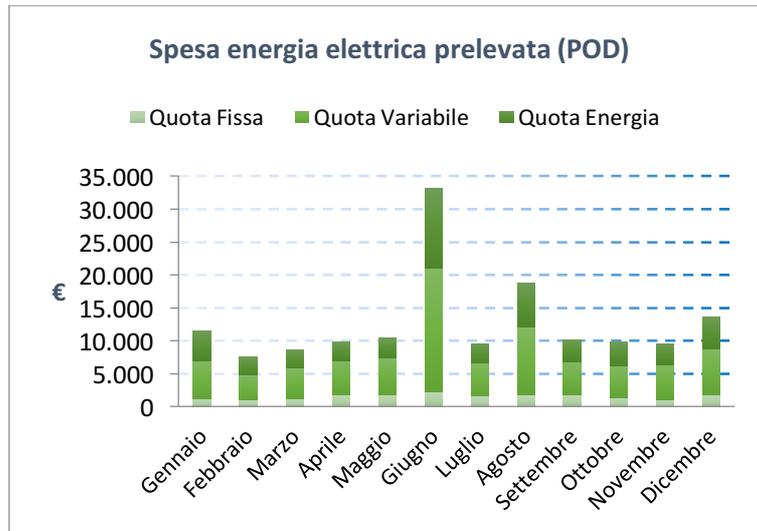


Figura A.25 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z

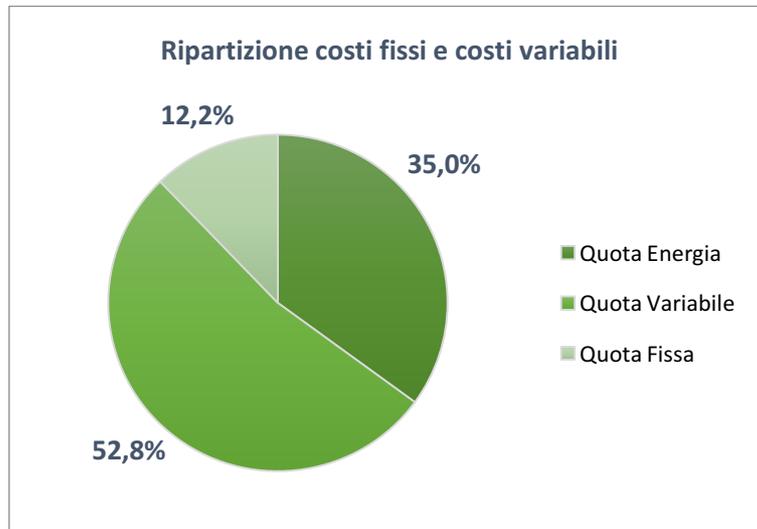
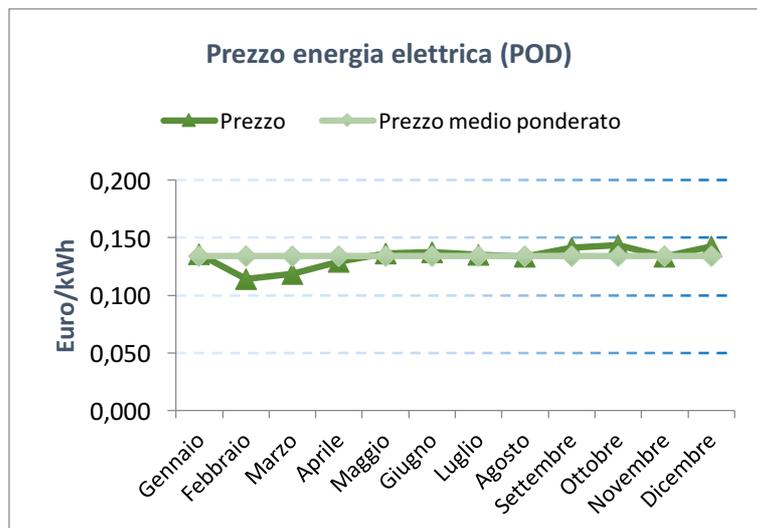


Figura A.26 – Prezzo dell'energia elettrica prelevata 2014 – Z



Da notare come nel mese di Giugno vi sia in Z un picco anomalo nella spesa. Questo è dovuto al fatto che il trigeneratore è rimasto fermo per manutenzione in quel mese; quindi non producendo più energia elettrica è stato necessario acquistarla dalla rete. Vi è anche di conseguenza un consumo minore di gas in questo mese, come si vedrà nei diagrammi successivi, a causa del fermo macchina.

Infine sono state evidenziate nei Report le suddivisioni tra energia elettrica prelevata ed autoprodotta, andando in dettaglio per capire come è suddiviso correttamente questo vettore energetico, di fondamentale importanza.

Gas naturale

Per quanto riguarda il gas naturale si sono analizzati i prelievi effettuati di X e Z. X conta due PDR, mentre Z uno soltanto. X usa il gas quasi totalmente per riscaldamento, mentre Z usa il gas in parte per il riscaldamento, in parte per la produzione di energia elettrica, calore e freddo tramite il trigeneratore installato.

Di seguito vengono riportati i grafici del prelievo di gas, della spesa e della relativa percentuale, del prezzo medio ponderato in relazione al prezzo mensile.

Per X, nel prelievo sono stati inseriti entrambi i PDR, mentre per quanto riguarda gli altri grafici si tiene conto di uno solo dei due PDR, ovvero del più oneroso in termini economici e di consumo annuo, poiché l'analisi in dettaglio è stata svolta solo per esso.

Figura A.27 – Profilo mensile del prelievo totale di gas naturale 2014 (entrambi i PDR) – X

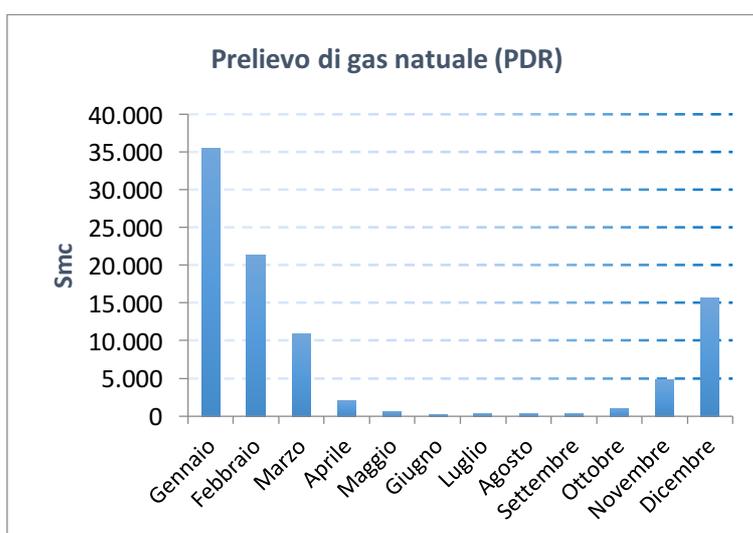


Figura A.28 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di gas naturale 2014 – X

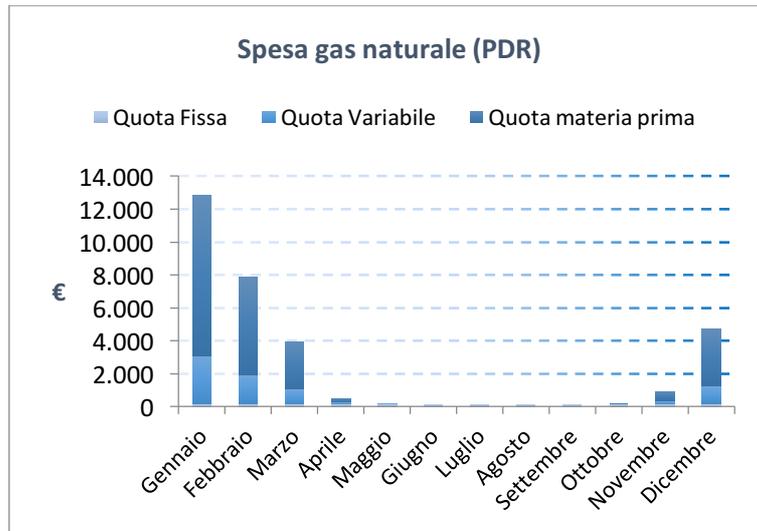


Figura A.29 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – X

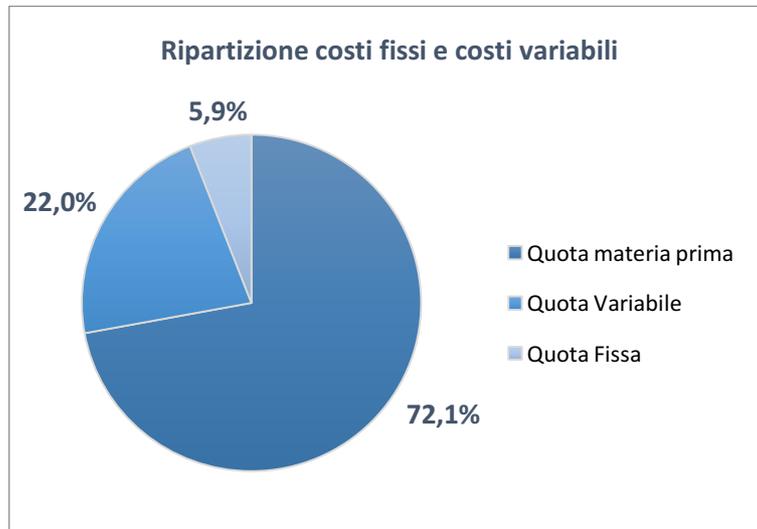


Figura A.30 – Prezzo del gas naturale prelevato 2014 – X

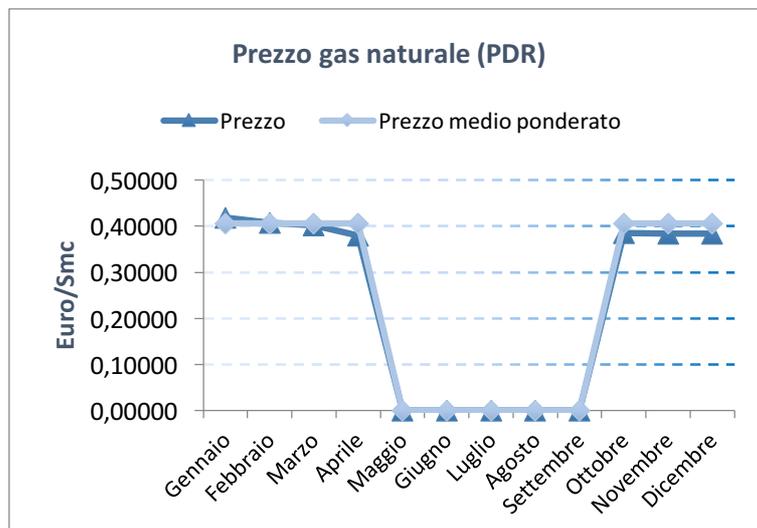


Figura A.31 – Profilo mensile del prelievo di gas naturale 2014 – Z

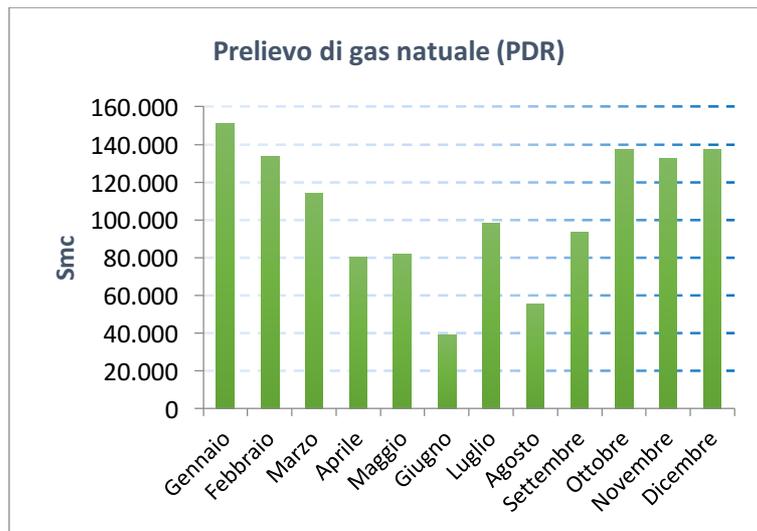


Figura A.32 – Profilo mensile della spesa per la fornitura di gas naturale 2014 – Z

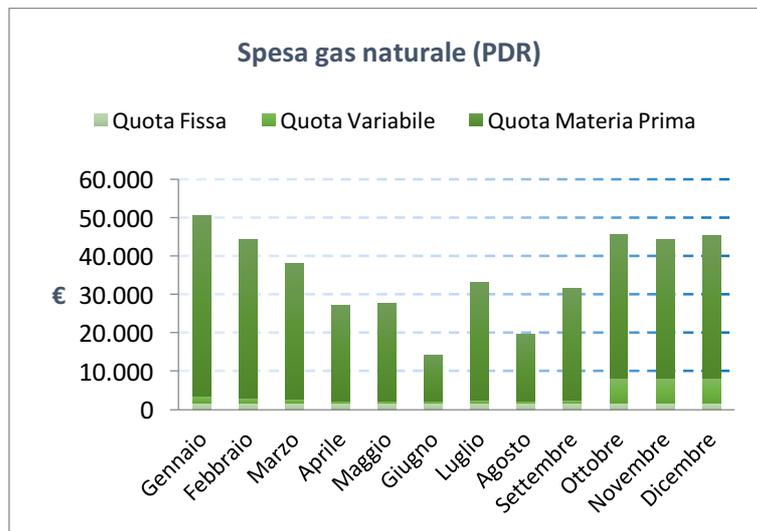
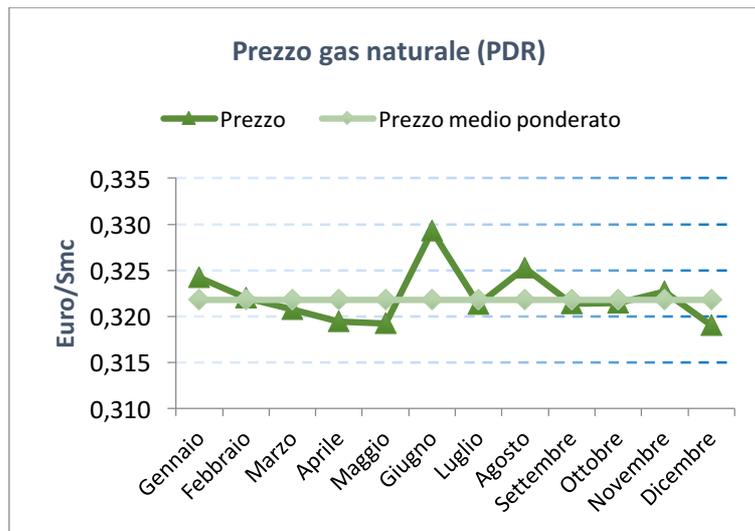


Figura A.33 – Composizione dei costi per la fornitura di energia elettrica 2014 – Z



Figura A.34 – Prezzo del gas naturale prelevato 2014 – Z



2.3. BILANCI ENERGETICI

In questo capitolo si mette in evidenza la ripartizione dell'energia all'interno del Sistema Produttivo. Mediante i modelli, elettrico e termico, si suddivide il consumo di energia mediante tre classificazioni: per usi specifici, per fasi o reparti (attività principali), per attività (principali, ausiliari, generali).

2.3.1. Modello Elettrico

Per ripartire in modo corretto l'energia elettrica, sono state considerate le utenze che consumano energia elettrica. Il censimento di esse è stato piuttosto complesso, per la difficoltà di reperimento dei dati e per la gestione stessa di un numero così elevato di utenze. Alcune utenze sono state valutate in base al "calcolo", altre in base a misure "spot" effettuate direttamente dal personale addetto.

Per ogni tipologia di utilizzo è stata riportata la potenza elettrica complessivamente installata, il consumo di elettricità mediante il numero di ore di funzionamento, il costo energetico (bolletta elettrica) e la relativa percentuale sul flusso totale di denaro.

Per X e Y il costo energetico per ciascun utilizzo è stato valutato sulla base della spesa per il prelievo di energia elettrica 2014 ripartita per percentuale di consumo. In questo modo si è scelto di attribuire all'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico un costo nullo. Con una analisi più

approfondita relativa all'investimento dell'impianto fotovoltaico e ai flussi di cassa da esso generato potrebbe essere valorizzato correttamente il chilowattora prodotto dall'impianto.

Per quanto riguarda Z, si sono svolti i seguenti calcoli.

In questo caso siamo in presenza di un trigeneratore, che produce energia elettrica. È quindi sbagliato attribuire alle utenze il prezzo medio ponderato calcolato dalle fatture elettriche, poiché esso è attribuito solo al prelievo di energia elettrica. Un'analisi corretta deve tener conto anche del prezzo dell'energia prodotta dal trigeneratore, visto che gran parte è anche autoconsumata. Come primo step quindi si calcola il costo dell'energia equivalente, frigorifera e termica, prodotta attraverso generazione separata. Considerando inoltre una stima dei costi di manutenzione dell'impianto e la spesa relativa al gas consumato, si ottiene il costo annuale di gestione del trigeneratore. La valorizzazione, quindi, dell'energia elettrica autoconsumata è stata calcolata come il rapporto tra la differenza del costo annuale di gestione dell'impianto e il costo dell'energia equivalente più gli incentivi TEE ottenuti per il 2014, e l'energia elettrica prodotta dal trigeneratore. Si ottiene così una stima della valorizzazione dell'energia elettrica prodotta dal trigeneratore, pari a 0,110 Euro/kWh. Tale valore risulta inferiore al prezzo di prelievo della Rete, pari a 0,153 Euro/kWh. Pertanto il prezzo finale dell'energia elettrica impiegato nell'analisi, è stato valutato come il rapporto tra la somma della spesa relativa al prelievo di energia elettrica e la valorizzazione dell'energia elettrica autoconsumata dal trigeneratore, e il consumo complessivo di energia elettrica del Sistema Produttivo (prelievo più autoconsumi FV e CCHP). Scegliendo di attribuire all'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico un costo nullo, si ottiene il prezzo valorizzato dell'energia elettrica consumata dal Sistema Produttivo, pari a 0,116 Euro/kWh.

Di seguito vengono riportate le tabelle con la suddivisione dei consumi elettrici per usi specifici dei tre Siti analizzati.

Tabella A.23 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – X

Usi	Potenza installata [kW]	Consumo elettricità [kWh/anno]	Bolletta elettrica [€/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Produzione flusso Guarnizioni	271	569.222	74.553	16,1%
Produzione flusso Metalli	816	710.158	93.012	20,1%
Produzione flusso Cilindri	267	178.073	23.323	5,0%
Produzione flusso MMD	341	389.859	51.061	11,0%
Aria compressa	315	872.396	114.261	24,7%
Carrelli elevatori	-	79.329	10.390	2,2%
Illuminazione	62	343.005	44.925	9,7%
Climatizzazione uffici	53	90.524	11.856	2,6%

Uffici	35	110.358	14.454	3,1%
Ausiliari impianto FV	-	18.016	2.360	0,5%
Trascurato 5%	-	176.024	23.055	5,0%
Totale	908	3.536.964	463.249	100%

Figura A.35 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – X

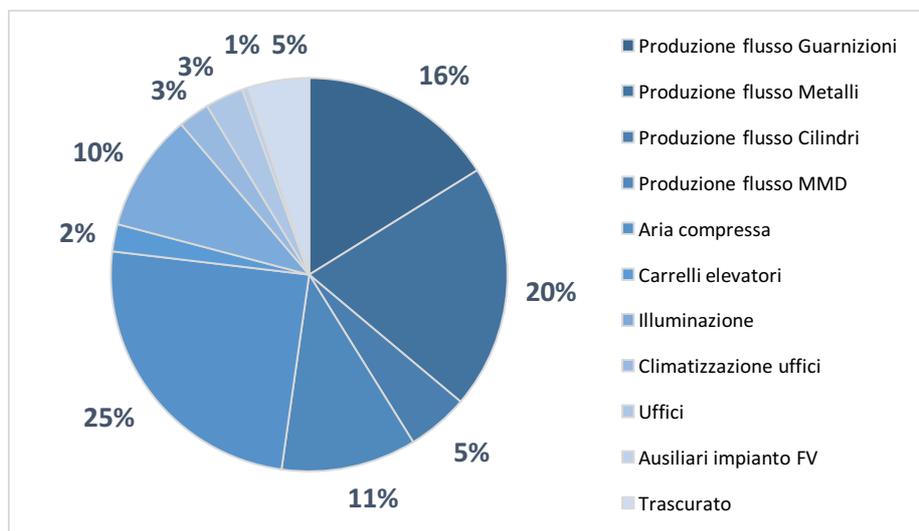


Tabella A.24 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – Y

Usi	Potenza installata [kW]	Consumo elettricità [kWh/anno]	Bolletta elettrica [€/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Produzione flusso Guarnizioni	88	67.870	10.336	11%
Produzione flusso Metalli	189	191.730	29.199	32%
Aria compressa	289	155.348	23.658	26%
Carrelli elevatori	-	31.583	4.810	5%
Illuminazione	21	73.846	11.246	12%
Climatizzazione uffici	14	16.611	2.530	3%
Uffici	14	32.544	4.956	5%
Ausiliari impianto FV	-	3.855	587	1%
Aggregato 5%	-	26.999	4.112	4%
Totale		600.385	91.433	100%

Figura A.36 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – Y

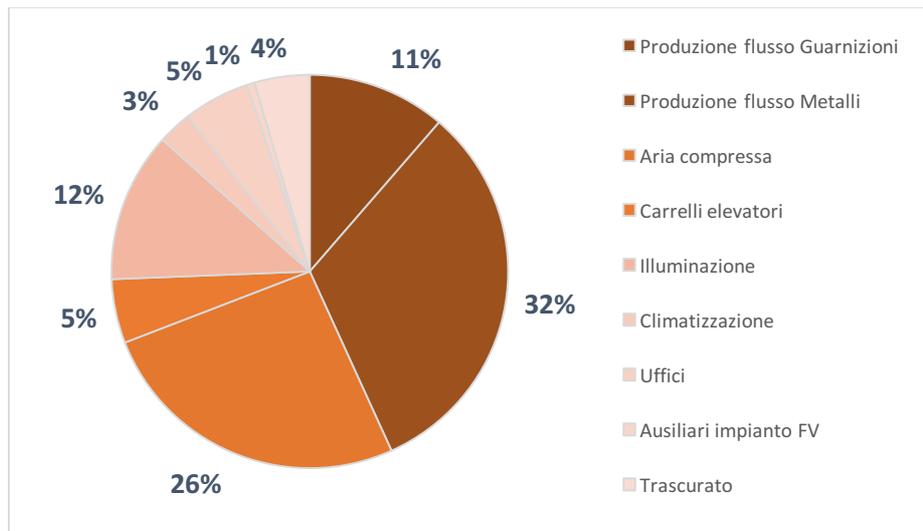
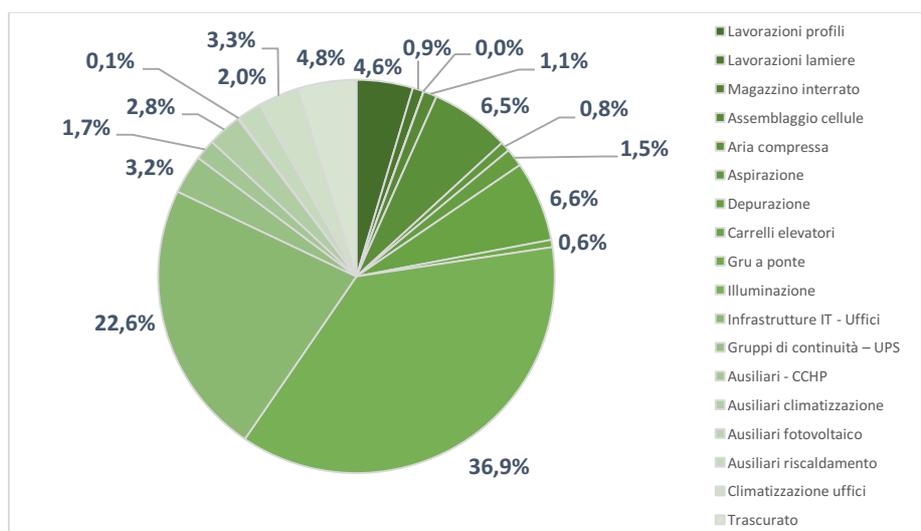


Tabella A.25 – Suddivisione dei consumi elettrici per Usi specifici – Z

Usi	Potenza installata [kW]	Consumo elettricità [kWh/anno]	Bolletta elettrica [€/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Lavorazioni profili	396	159.302	18.502	4,6%
Lavorazioni lamiera	84,3	29.649	3.444	0,9%
Magazzino interrato	6,5	649	75	0,02%
Assemblaggio cellule	135,5	37.401	4.344	1,1%
Aria compressa	318,4	225.641	26.207	6,5%
Aspirazione	13,3	27.947	3.246	0,8%
Depurazione	25,3	53.044	6.161	1,5%
Carrelli elevatori	-	226.988	26.364	6,6%
Gru a ponte	149,3	22.391	2.601	0,6%
Illuminazione	547,2	1.272.691	147.819	36,9%
Infrastrutture IT - Uffici	264,7	777.732	90.331	22,6%
Gruppi di continuità – UPS	15,6	109.325	12.372	3,2%
Ausiliari - CCHP	20,7	56.890	6.608	1,7%
Ausiliari climatizzazione	73,8	94.829	11.014	2,8%
Ausiliari fotovoltaico	-	4.007	465	0,1%
Ausiliari riscaldamento	61,1	67.820	7.877	2,0%
Climatizzazione uffici	115,8	112.701	13.090	3,3%
Trascurato	-	166.952	19.391	4,8%
Totale	-	3.445.957	400.236	100%

Figura A.37 – Ripartizione dei consumi elettrici per Usi specifici – Z



Lo step successivo è stato analizzare più in dettaglio come viene ripartita l'energia elettrica nelle attività principali, nei servizi ausiliari e nei servizi generali.

Si è proceduto prima con la divisione delle attività; le attività principali successivamente sono state suddivise in flussi (nel caso vi siano più prodotti), evidenziando poi le fasi per ognuno di essi. Infine sono stati inseriti i contributi dovuti ai servizi, ausiliari e generali. Di seguito vengono esposte le tabelle e i diagrammi realizzati per i Report dei tre Siti.

X

Tabella A.26 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Attività principali	1.847.311	52%
Servizi ausiliari	951.725	27%
Servizi generali	561.903	16%
Trascurato	176.024	4,98%
Totale	3.536.964	100%

Tabella A.27 – Ripartizione dei consumi elettrici delle Attività Principali per Flusso

Attività principali	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Flusso Guarnizioni	569.222	31%
Flusso Metalli	710.158	38%
Flusso Cilindri	178.073	10%
Flusso MMD	389.859	21%
Totale	1.847.311	100%

Tabella A.28 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Guarnizioni)

Fasi - Flusso Guarnizioni	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Tranciatura guarnizioni	234.212	41%
Lavorazioni ausiliarie	103.183	18%
Confezionamento ed imballaggio	80.783	14%
Altre lavorazioni	151.044	27%
Totale	569.222	100%

Tabella A.29 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Metalli)

Fasi - Flusso Metalli	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Tranciatura con presse	86.042	12%
Burattatura	268.877	38%
Tempra e rinvenimento	134.638	19%
Rettifica/fresatura/tornitura	39.295	6%
Altre lavorazioni - flusso Metalli	181.305	26%
Totale	710.158	100%

Tabella A.30 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Cilindri)

Fasi - Flusso Cilindri	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Lavorazioni di tornitura CNC	38.756	22%
Esecuzione lavorazioni meccaniche	21.734	12%
Lavaggio cilindri	7.118	4%
Preparazione cilindri trattamento galvanico	4.560	3%
Trattamento nichelatura cilindri	33.628	19%
Lappatura canna cilindro	13.379	8%
Altre lavorazioni - flusso Cilindri	58.898	33%
Totale	178.073	100%

Tabella A.31 – Suddivisione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso MMD)

Fasi - Flusso MMD	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Confezionamento ed imballaggio	69.229	18%
Produzione articoli	320.630	82%
Totale	389.859	100%

Figura A.38 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali

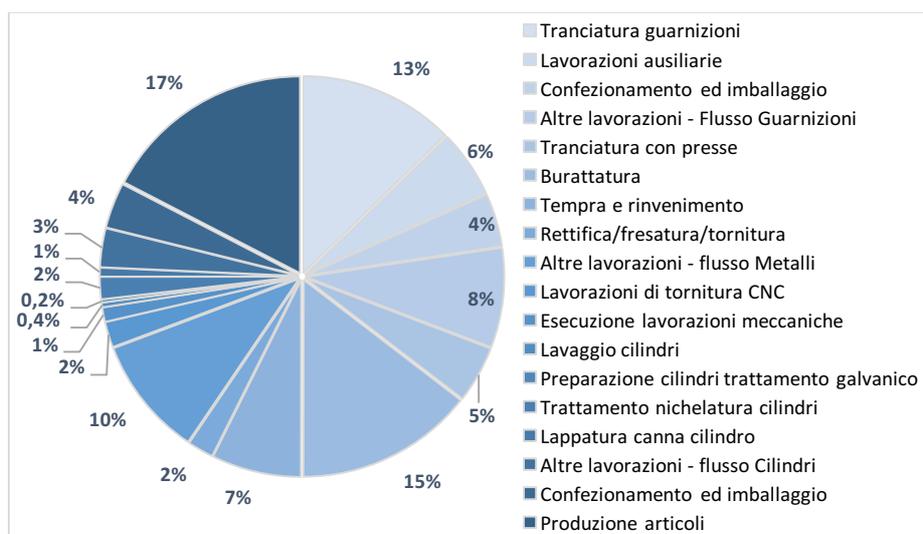


Tabella A.32 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali per Flusso

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Servizi ausiliari - Flusso Guarnizioni	285.015	19%
Servizi generali - Flusso Guarnizioni	108.914	7%
Servizi ausiliari - Flusso Metalli	386.036	26%
Servizi generali - Flusso Metalli	243.759	16%
Servizi ausiliari - Flusso Cilindri	100.553	7%
Servizi generali - Flusso Cilindri	103.892	7%
Servizi ausiliari - Flusso MMD	180.121	12%
Servizi generali - Flusso MMD	105.338	7%
Totale	1.513.628	100%

Y

Tabella A.33 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Attività principali	259.600	43%
Servizi ausiliari	186.931	31%
Servizi generali	126.856	21%
Trascurato	26.999	5%
Totale	600.385	100%

Tabella A.34 – Ripartizione dei consumi elettrici delle Attività Principali per Flusso

Attività principali	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Flusso Guarnizioni	67.870	26%
Flusso Metalli	191.730	74%
Totale	259.600	100%

Tabella A.35 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Guarnizioni)

Fasi - Flusso Guarnizioni	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
---------------------------	--------------------------------	----------------------------

Tranciatura guarnizioni	43.233	64%
Lavorazioni ausiliarie	18.211	27%
Confezionamento ed imballaggio	6.426	9%
Totale	67.870	100%

Tabella A.36 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi (Flusso Metalli)

Fasi - Flusso Metalli	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Tranciatura con presse	73.625	38%
Lavorazioni di ripresa	6.775	4%
Burattatura	15.106	8%
Rettifica/fresatura/tornitura	96.224	50%
Totale	191.730	100%

Figura A.39 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali

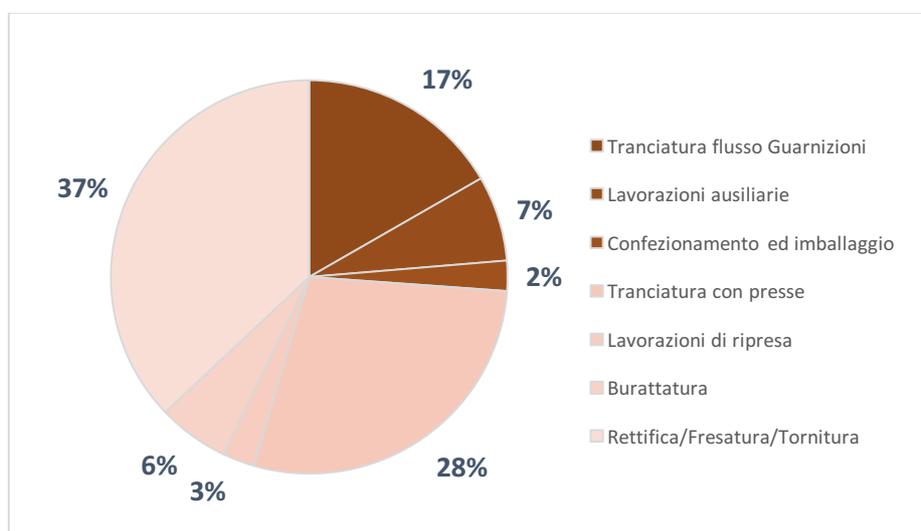


Tabella A.37 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali per Flusso

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Servizi ausiliari - Flusso Guarnizioni	65.292	21%
Servizi generali - Flusso Guarnizioni	62.831	20%
Servizi ausiliari - Flusso Metalli	121.639	39%
Servizi generali - Flusso Metalli	64.025	20%
Totale	313.787	100%

z

Tabella A.38 – Ripartizione dei consumi tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Attività principali	227.001	7%
Servizi ausiliari	556.010	16%
Servizi generali	2.495.994	72%
Trascurato	166.952	4,845%

Totale	3.445.957	100%
---------------	------------------	-------------

Tabella A.39 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi

Fasi delle Attività Principali	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Lavorazione profili	159.302	70%
Lavorazione lamiera	29.649	13%
Magazzino interrato	649	0%
Assemblaggio cellule	37.401	16%
Totale	227.001	100%

Figura A.40 – Ripartizione dei consumi elettrici per Fasi delle Attività Principali

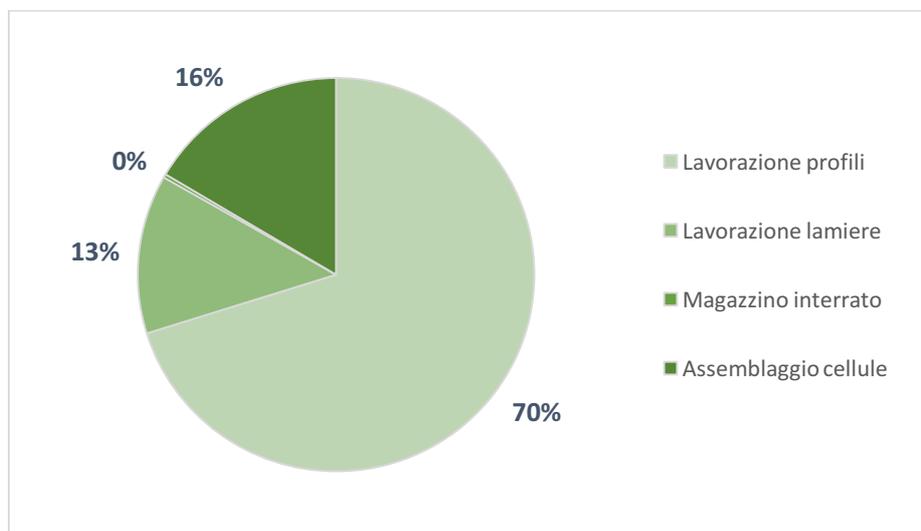


Tabella A.40 – Ripartizione dei consumi tra Servizi Ausiliari e Servizi Generali

Sistema Produttivo	Consumo elettricità [kWh/anno]	% sul fabbisogno elettrico
Aria compressa – Servizio Ausiliario	225.641	7%
Aspirazione – Servizio Ausiliario	27.947	1%
Depurazione – Servizio Ausiliario	53.044	2%
Carrelli elevatori – Servizio Ausiliario	226.988	7%
Gru a ponte – Servizio Ausiliario	22.391	1%
Illuminazione – Servizio Generale	1.272.691	42%
Infrastrutture IT – Servizio Generale	777.732	25%
Gruppi di continuità – Servizio Generale	109.325	4%
Ausiliari CHP – Servizio Generale	56.890	2%
Ausiliari climatizzazione – Servizio Generale	275.350	9%
Ausiliari fotovoltaico – Servizio Generale	4.007	0%
Totale	3.052.004	100%

2.3.2. **Modello Termico**

Lo stesso procedimento svolto per il modello elettrico è stato svolto per il modello termico. Per attribuire in modo corretto i consumi di gas, sono state individuate le utenze termiche dei vari Siti in esame. Y non usa gas naturale.

Per X sono state considerate 13 utenze termiche, tutte destinate ad uso riscaldamento e tutte in zona produzione, tranne l'utenza "forno di tempra", che impiega gas naturale per effettuare i propri cicli di tempra del metallo in zona produzione. Vi sono due PDR in questo Sito, quindi si è attribuita ogni utenza al proprio PDR di competenza. In quello a maggior prelievo sono collegate le grosse utenze termiche della zona produzione, come i tubi radianti e i grossi generatori di calore. In quello a minor prelievo vi sono collegate le caldaie degli uffici situati in zona produzione e il forno di tempra, l'unica utenza che assorbe gas naturale anche nei mesi estivi, visto che l'utilizzo del gas è legato alla produzione in questo caso, e non al riscaldamento. Per la zona uffici vi sono le pompe di calore che ricoprono i fabbisogni termici invernali.

Per Z si considera solo il gas naturale utilizzato dalle caldaie per uso riscaldamento. Questo è ripartito tra le 3 caldaie poste in produzione e le 2 in zona uffici. Queste caldaie sono di supplemento al calore già prodotto dal trigeneratore (esso produce energia elettrica, calore e freddo bruciando gas naturale).

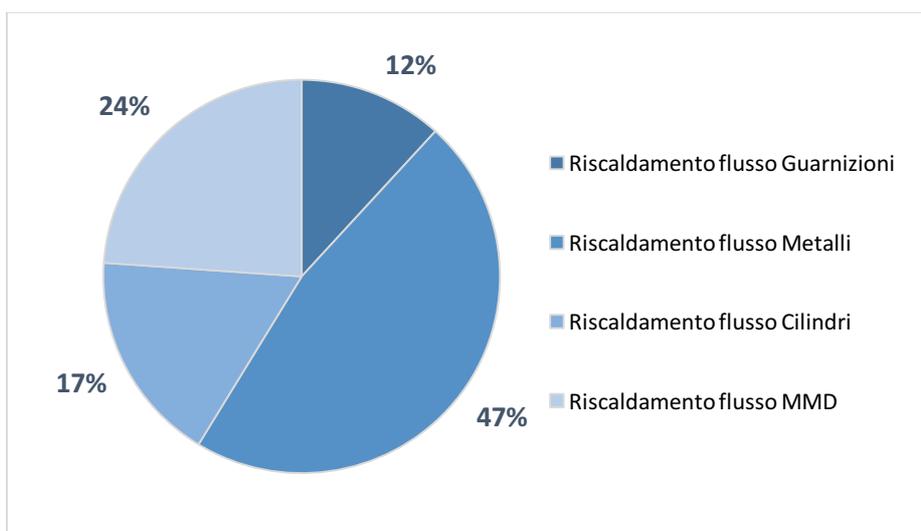
Di seguito vengono riportate le tabelle con le suddivisioni del consumo di gas naturale nei Siti X e Z.

X

Tabella A.41 – Suddivisione dei consumi di gas naturale per Usi specifici

Usi	Potenza installata [kW]	Volumetria riscaldata [m3]	Consumo gas [Sm3/anno]	Bolletta gas [€/anno]	% sul fabbisogno gas
Riscaldamento flusso Guarnizioni	216	14.874	11.070	4.784	12%
Riscaldamento flusso Metalli	862	41.300	44.096	19.263	47%
Riscaldamento flusso Cilindri	554	21.967	16.349	7.066	17%
Riscaldamento flusso MMD	414	23.359	22.452	9.781	24%
Totale	2.046	101.500	93.966	40.894	100%

Figura A.41 – Ripartizione dei consumi di gas naturale per Usi specifici

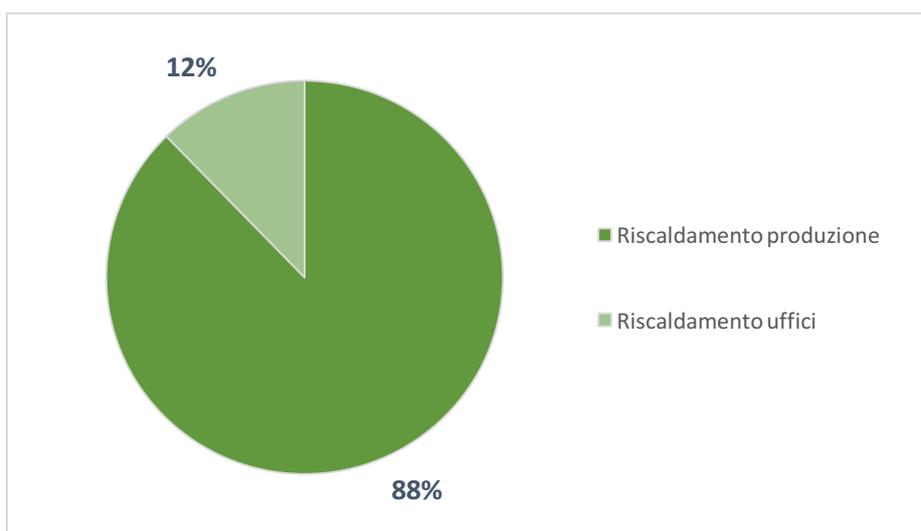


Z

Tabella A.42 – Suddivisione dei consumi di gas naturale per Usi specifici

Usi	Potenza installata [kW]	Volumetria riscaldata [m3]	Consumo gas [Sm3/anno]	Bolletta gas [€/anno]	% sul fabbisogno gas
Riscaldamento produzione	3.068	349.200	336.496	113.428	88%
Riscaldamento uffici	2.045	48.850	47.073	15.867	12%
Totale	5.113	398.050	383.569	129.295	100%

Figura A.42 – Ripartizione dei consumi di gas naturale per Usi specifici



2.3.3. Approfondimento attività principali

In generale per la definizione del modello elettrico delle attività principali si è proceduto come segue:

1. Sono state identificate puntualmente tutte le utenze elettriche installate nel Sito Produttivo tramite il database dei cespiti registrati nel sistema di gestione interno;
2. Ad ogni utenza elettrica sono stati associati i rispettivi dati di targa attraverso un censimento in campo di tutte le utenze elettriche individuate al punto 1;
3. Per ogni utenza elettrica legata al processo di produzione è stato richiesto ai rispettivi responsabili di produzione di indicare:
 - a. Fase di appartenenza rispetto alle fasi del ciclo produttivo
 - b. Ore di funzionamento (h_{2014})
 - c. Quantità prodotte
4. Delle informazioni raccolte sono state identificate le utenze che necessitavano di essere monitorare tramite misure “spot”;
5. I valori di consumo rilevati tramite misure “spot” di ciascuna utenza ($E_{\text{monit.}}$) sulla base delle ore di monitoraggio ($h_{\text{monit.}}$) sono stati riportati alle ore di funzionamento riferite al 2014 (h_{2014}) dell’utenza stessa, al fine di determinare una stima del consumo energetico da attribuire all’utenza per tale anno:

$$E_{\text{Ass.2014-i}} = E_{\text{monit.}} / h_{\text{monit.}} * h_{2014}$$

6. Per la valutazione dei consumi 2014 da attribuire alle utenze non monitorate, si è proceduto tramite “calcolo” seguendo il seguente schema:
 - a. Sono state individuate dai dati di targa le Potenze Nominali (P_n) in kW delle utenze elettriche. Per i motori elettrici questa potenza rappresenta la potenza meccanica nominale trasferita all'albero;
 - b. Sono state calcolate le rispettive Potenze Elettriche Assorbite Nominali ($P_{\text{ass.n}}$) in kW nel seguente modo:
 - i. In base all’anno di costruzione, per i motori costruiti tra il 1998 e il 2008 è stata assegnata una classe di efficienza sulla base delle tre classi di rendimento: EFF1, EFF2 o EFF3 definite nell'accordo volontario fra il CEMEP (Comitato Europeo Costruttori Macchine Elettriche e Elettronica di Potenza) e la Commissione Europea avvenuto nel 1998. Mentre per i motori costruiti tra il 2008 e il 2015 è stata assegnata una classe di efficienza sulla base delle tre classi di rendimento: IE1, IE2 o IE3 definite dalla norma IEC 60034-30:2008

- ii. In base alla classe di efficienza assegnata, numero di poli, e potenza nominale del motore dagli abachi di rendimento, sono stati attribuiti a ciascun motore il rendimento minimo per entrare nella classe individuata
- iii. Assegnato il rendimento è stata calcolata la Potenza Elettrica Assorbita Nominale
- c. Attraverso il monitoraggio di macchine equivalenti, oppure attraverso misure con pinza amperometrica o tramite la consultazione di abachi di progettazione elettrotecnica (Manuale Cremonese di Elettrotecnica) sono stati determinati i rispettivi fattori di carico (FC) da impiegare per il calcolo dell'energia assorbita da ciascuna utenza elettrica ($E_{Ass.2014-i}$) nel seguente modo:

$$E_{Ass.2014-i} = P_{ass.n} * FC * h_{2014}$$

2.3.4. Approfondimento servizi ausiliari / generali

Aria compressa

Per il calcolo del consumo di energia elettrica dell'aria compressa dei tre Siti per il 2014 si è proceduto in modo seguente.

Per X si è fatto riferimento al monitoraggio eseguito da una ditta di Assistenza esterna nella settimana che va dal 13/01/2015 al 20/01/2015. All'interno della sala compressori sono presenti 3 compressori relativamente recenti, due on/off da 75 kW ed uno ad inverter da 90 kW. Ogni compressore ha il suo essiccatore.

In Tabella A.43 vengono riassunti i dati monitorati utilizzati come base di calcolo.

Tabella A.43 – Dati di monitoraggio compressori

Dati di targa COMPRESSORI			
Marca	AtlasCopco	AtlasCopco	AtlasCopco
Modello	GA 75 EleK	GA 75 EleK	GA 90 VSD
Tipo	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio	VSD rotativi a vite a iniezione di olio
Anno	2006	2006	2006
Potenza nominale motore (di targa) [kW]	75	75	90
Potenza totale assorbita a VUOTO [kW]	29	27	-
Potenza totale assorbita a CARICO [kW]	96	95	-
Potenza totale assorbita MIN - MAX [kW]	-	-	25,3 - 111,7
Pressione di esercizio [bar]	7,4	7,4	7,0
Pressione set point [bar]	-	-	7
Portata aria libera FAD [l/s]	236	236	37,4 - 293
Portata aria libera FAD [mc/min]	14,16	14,16	2,4 - 17,5
PERIODO DI MONITORAGGIO			
Giorni monitorati [gg]	7	7	7
Ore monitoraggio giornaliero [h/gg]	24	24	24
Ore di monitoraggio [h]	168	168	168
CONSUMI MONITORATI			
Energia a carico / ON (monitorata) [kWh]	5.092	4.850	2.448
Energia a vuoto / OFF (monitorata) [kWh]	3.018	1.816	0
Tot Energia consumata (monitorata) [kWh]	8.110	6.666	2.448

Per la determinazione dei consumi di energia, oltre ad avere considerato l'energia assorbita dagli essiccatori presenti nella sala compressori, sono state considerate per il 2014 un numero di ore di funzionamento pari a 8.160 h che corrispondono ad un funzionamento pari a 340 gg/anno per 24 ore/gg poiché la sala compressori, da quanto riferito dal responsabile dell'impianto, non viene mai disattivata salvo in occasione delle ferie di Agosto e nelle festività di Dicembre.

Per Y sono presenti due compressori, di uguale modello e taglia (75 kW), e un unico essiccatore. Nell'anno 2014 il Sito Produttivo ha fatto funzionare i compressori alternando uno all'altro, settimanalmente. Sono stati considerati quindi come se vi fosse un'unica macchina poiché non si sovrappongono mai in termini di consumi. Per il calcolo del consumo di energia elettrica della sala compressori per il 2014 si è fatto riferimento alla lettura dei dati direttamente sul display del compressore. Mediante le letture delle ore di funzionamento, e le ore di funzionamento a carico, effettuate a distanza di una settimana, è stato possibile stimare il consumo annuale della macchina, in base ai dati annuali 2014 di ore e giorni di attività del Sito Produttivo in questione. In Tabella A.44 vengono riassunti i dati monitorati utilizzati come base di calcolo.

Tabella A.44 – Dati di monitoraggio compressori

Dati di targa COMPRESSORI	
Marca	Kaeser
Modello	CS 121
Tipo	ON/OFF rotativi a vite ad aria
Anno	1997
Potenza nominale motore (di targa) [kW]	75
Potenza totale assorbita a VUOTO [kW]	13,5
Potenza totale assorbita a CARICO [kW]	70,7
Potenza totale assorbita MIN - MAX [kW]	-
Pressione di esercizio [bar]	7,5
Pressione set point [bar]	-
Portata aria libera FAD [l/s]	203
Portata aria libera FAD [mc/min]	12,2
PERIODO DI MONITORAGGIO	
Ore di monitoraggio settimanale [h]	39
Ore di funzionamento a CARICO [h]	15
Ore di funzionamento a VUOTO [h]	24
CONSUMI MONITORATI	
Energia a carico / ON (monitorata) [kWh]	1.072
Energia a vuoto / OFF (monitorata) [kWh]	328
Tot Energia consumata (monitorata) [kWh]	1.400

Per la determinazione dei consumi di energia, oltre ad avere considerato l'energia assorbita dall'essiccatore presente nella sala compressori, sono state considerate per il 2014 un numero di ore di funzionamento pari a 3.705 h che corrispondono ad un funzionamento pari a 247 gg/anno per 15 ore/gg.

Z invece conta di 5 compressori e due essiccatori. Vi sono 2 compressori uguali da 75 kW di Potenza, uno da 75 kW ad inverter, e due uguali da 15 kW, usati per la produzione di aria compressa per le due punzonatrici presenti nel Sito.

I tre compressori da 75 kW vengono fatti lavorare, a rotazione, singolarmente per un turno di lavoro da 5 h. Mentre i due compressori di piccola taglia, che lavorano soltanto per le due punzonatrici, sono associati direttamente all'utenza di propria competenza, e lavorano quindi tanto quanto le due macchine di produzione.

Per il calcolo del consumo di energia elettrica della sala compressori per il 2014 si è fatto riferimento alla lettura dei dati direttamente sul display del compressore. Mediante le letture delle ore di funzionamento, e le ore di funzionamento a carico, effettuate a distanza di un paio di giorni tipo, è stato possibile stimare il consumo annuale della macchina, in base ai dati annuali 2014 di ore e giorni di attività del Sito Produttivo in questione.

In Tabella A.45 vengono riassunti i dati monitorati utilizzati come base di calcolo.

Tabella A.45 – Dati di monitoraggio compressori

Dati di targa COMPRESSORI					
Marca	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco
Modello	GA 75	GA 75	GA 75 VSD	GA 15	GA 15
Tipo	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio	INVERTER rotativi a vite a iniezione di olio	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio	ON/OFF rotativi a vite a iniezione di olio
Anno	2002	2002	2002	1998	1998
Potenza nominale motore (di targa) [kW]	75	75	75	15	15
Potenza totale assorbita a VUOTO [kW]	22	22	-	5	5
Potenza totale assorbita a CARICO [kW]	89	89	-	19,2	19,2
Potenza totale assorbita MIN - MAX [kW]	-	-	57,5	-	-
Pressione di esercizio [bar]	7,2	7,2	7,2	8,5	8,5
Pressione set point [bar]	-	-	-	-	-
Portata aria libera FAD [l/s]	226	226	143,7	44	44
Portata aria libera FAD [mc/min]	13,56	13,56	8,6	2,616	2,616
PERIODO DI MONITORAGGIO					
Giorni monitorati [gg]	2	2	2	2	2
Ore monitoraggio giornaliero [h/gg]	8	8	8	9	9
Ore di monitoraggio [h]	16	16	16	18	18
CONSUMI MONITORATI					
Energia a carico / ON (monitorata) [kWh]	534	534	345	242	242
Energia a vuoto / OFF (monitorata) [kWh]	219	219	0	28	28
Tot Energia consumata (monitorata) [kWh]	753	753	345	270	270

Per la determinazione dei consumi di energia oltre ad avere considerato l'energia assorbita dagli essiccatori presenti nella sala compressori, sono state considerate per il 2014 un numero di ore di funzionamento pari a 1.250 h per ogni compressore da 75 kW, che corrispondono ad un funzionamento pari a 250 gg/anno per 5 ore/gg, e un numero di ore di funzionamento pari a 2.000 h per entrambi i compressori da 15 kW, che corrispondono ad un funzionamento pari a 250 gg/anno per 8 ore/gg.

Carrelli elevatori

Per il calcolo del consumo di energia elettrica 2014 dei carrelli elevatori, afferenti a ciascun Sito, si è fatto riferimento alla seguente espressione per il calcolo dell'energia prelevata dalla rete (E_{rete}) dai caricabatteria durante la ricarica della batteria del carrello elevatore:

$$E_{rete} = (n \cdot V_{fc} \cdot C_5 \cdot DOD \cdot CF / (\eta \cdot 1.000)) \cdot n_{rg} \cdot gg_r$$

dove:

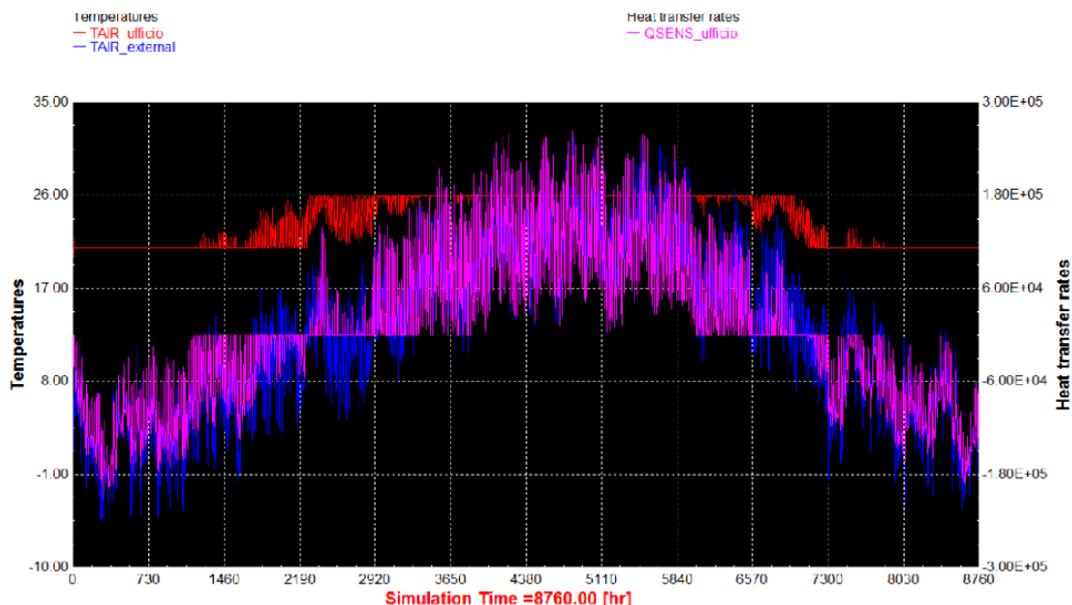
n : numero di elementi della batteria collegati in serie [-];
 V_{fc} : tensione media in carica per singolo elemento della batteria [V];
 C_5 : capacità nominale della batteria [Ah];
 DOD : Depth of Discharge (profondità di scarica) della batteria [%];
 CF : charging factor (Fattore di carica) della batteria [-];
 η : rendimento di conversione del caricabatterie [%];
1.000: conversione da Wh a kWh.
 n_{rg} : numero di ricariche giorno
 gg_r : numero di giorni di ricarica

Climatizzazione uffici

Per X si è calcolato il consumo di energia elettrica delle tre pompe di calore aria - aria installate sul tetto della palazzina uffici e impiegate per la climatizzazione (estate - inverno) interna degli uffici. Si è proceduto nel seguente modo:

1. Sulla base delle strutture edilizie riportata nella Legge 10/91 dell'edificio, è stato calcolato il fabbisogno termico estivo e invernale della palazzina uffici attraverso il programma di simulazione TRNSYS (in figura i risultati grafici dell'analisi).

Figura A.43 – Andamento del carico termico invernale estivo rispetto alle temperature



2. I risultati della simulazione con le ore e i giorni di accensione e spegnimento 2014, indicati dall'Azienda, sono stati inviati a Climaveneta (costruttore degli apparecchi attualmente installati) che sulla base test report di tali macchine, ne ha valutato i consumi riferiti al 2014.

In Tabella A.46 vengono riportati i dati e i risultati del calcolo.

La ripartizione dei consumi delle pompe di calore impiegate per la climatizzazione della palazzina uffici, è stata eseguita suddividendo equamente i consumi sui 4 flussi produttivi.

Tabella A.46 – Dati di calcolo consumi climatizzazione uffici

DATI								
ORE FUNZ GIORNALIERE h/g	12							
GIORNI ANNO g/anno	242							
ORE TOTALI FUNZ ANNO h/anno	2904							
ESTATE								
Fabbisogno kWh/anno	103.010							
INVERNO								
Fabbisogno kWh/anno	83.142							
ESTATE								
Ore/anno	1.164							
INVERNO								
Ore/anno	1.740							
			ESTATE			INVERNO		
Modello	HAANK 071	HAANK 0182	HAANK 0202	HAANK 071	HAANK 0182	HAANK 0202		
Pass compr. [kW]	6,2	16	18	5,5	12,5	14,9		
Pass. Ventilatori int. [kW]	1,5	5	4	1,5	5	4		
Pass vent. Est. [kW]	1	2	4	1	2	4		
Potenza assorbita totale al 100%	8,7	23	26	8	19,5	22,9		
Potenze Frigorifere Nominali [kW]	20	52	61	21	51	59		
EER /COP	2,30	2,26	2,35	2,63	2,62	2,58		
RISULTATI								
Consumo Compressori al 100%	16.787	40.374	46.878					
Consumo stimato Compressori	6.316	15.534	17.854					
Consumo Ventilatori al 100%	7.260	20.328	23.232					
Consumo stimato Ventilatore	7.260	20.328	23.232					

Illuminazione

Per il calcolo del consumo di energia elettrica del sistema di illuminazione dei tre Siti sono state censite tutte le lampade presenti. Ad ogni lampada è stata associata la potenza assorbita dall'alimentatore secondo quanto prescritto dalla Direttiva 2000/55/EC.

L'illuminazione è stata suddivisa in varie aree, in base alla posizione in cui si trovano le lampade (zona produzione, zona uffici, area esterna, ecc.); ciò permette di valutare indici specifici mediante il grado di illuminamento corretto, che varia in base alle attività svolte nel luogo in cui sono installate le lampade.

Ausiliari fotovoltaico

Per ogni Sito, sulla base della produzione lorda mensile, sono stati valutati i consumi degli ausiliari elettrici (inverter, climatizzatori, sistemi di sorveglianza ecc.) e delle perdite nel trasformatore in base alla potenza di picco dell'impianto fotovoltaico assumendo in modo forfettario un valore pari al 2% dell'energia elettrica lorda prodotta.

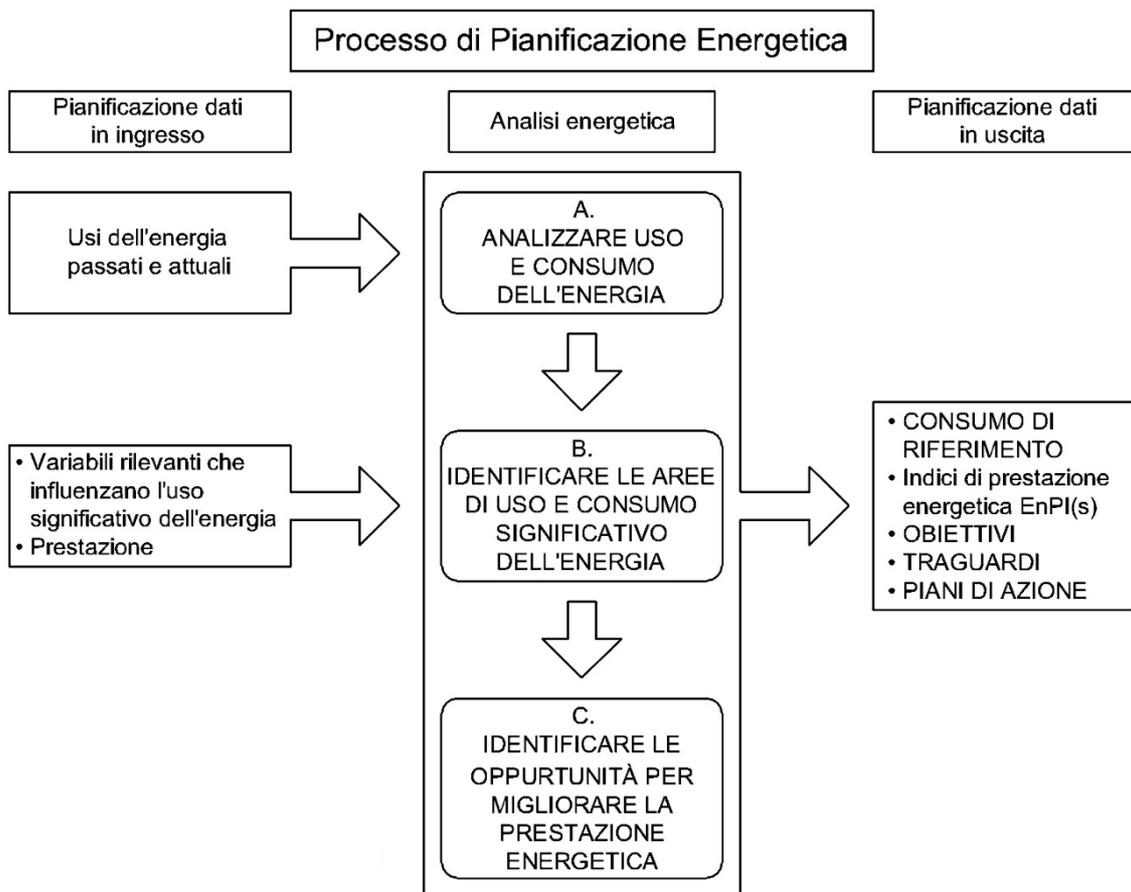
Trascurato

Per ogni Sito, sono stati trascurati, cioè non attribuiti ad alcuna utenza, esclusivamente i consumi di energia elettrica corrispondenti ad un valore massimo del 5% del consumo totale di energia elettrica del Sistema Produttivo per il 2014. All'interno della quota trascurata possono essere inserite tutte le utenze di produzione che vengono impiegate per un numero ridottissimo di ore all'anno, le perdite nelle cabine di trasformazione, nei quadri, nei cavi, eventuali carichi non emersi dal censimento ecc.

3. ANALISI DI BENCHMARKING E INDICI PRESTAZIONALI

Arrivati a questo punto dell'analisi, è bene capire cosa si è fatto, e come procedere con l'attuazione dell'efficienza energetica. Grazie alla norma UNI CEI EN ISO 50001:2011 "Sistemi di gestione dell'energia, Requisiti e linee guida per l'uso", si pone l'attenzione sulla Pianificazione Energetica Aziendale, prima di procedere con i passaggi successivi.

Figura A.44 – Pianificazione Energetica Aziendale



Questo semplice schema, ci permette di fare il punto su quanto fatto e ci introduce gli argomenti successivi. Possiamo così addentrarci nel capitolo del benchmarking, fondamentale per valutare i passi conseguenti.

La norma UNI CEI EN 16231:2012 è la norma che definisce la "Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica". L'obiettivo generale di questa norma europea è quello di fornire alle organizzazioni una metodologia per la raccolta e l'analisi dei dati energetici con lo scopo di stabilire e confrontare l'efficienza energetica tra o all'interno di entità.

“Il benchmarking è il processo di raccogliere, analizzare e collegare dati di prestazioni energetiche di attività comparabili al fine di valutare e confrontare le prestazioni tra o all'interno di entità.”

Può essere interno all'organizzazione, o esterno, al fine di stabilire la prestazione "migliore nell'industria/settore" di un'installazione/impianto o uno specifico prodotto/servizio nel medesimo campo o settore. Purché siano disponibili dati appropriati e accurati, il benchmarking è un importante dato in ingresso di un'analisi energetica obiettiva, e la conseguente identificazione di obiettivi e traguardi energetici. Di seguito un diagramma riassuntivo delle fasi di quest'analisi.

Figura A.45 – Step analisi benchmarking



Una volta stabiliti i consumi dell'impresa in esame, si adotta un'analisi di benchmark:

- Si definiscono gli indici specifici, in base a ciò che si vuole classificare ed osservare;
- Si effettua il confronto con gli indici di mercato disponibili;
- Si verificano i livelli attuali, si capiscono e si valutano le differenze di performance;
- Si evidenziano i risultati ottenuti, si predispongono la pianificazione ed il miglioramento degli indici.

Il passo successivo, in accordo con i sistemi di gestione dell'organizzazione, è:

- Effettuare un Sistema di Monitoraggio: attuare azioni specifiche, monitorare i progressi (ciò verrà trattato successivamente in questo documento).

L'analisi comparativa di benchmark ai fini dell'efficienza energetica può essere motivata da esigenze diverse:

- Attivare azioni di miglioramento dell'efficienza energetica avendo la consapevolezza dei livelli di rendimento energetico del mercato;
- Definire gli obiettivi di efficienza energetica che si vogliono intraprendere.

Attualmente non vi sono dati di riferimento standardizzati nel mercato su cui basare il programma di analisi di benchmark e di efficienza energetica dell'impresa. Lo stesso ente ENEA ribadisce il fatto che non vi sono ad oggi degli standard, se non informazioni reperibili da qualche analisi effettuata nel settore tecnico, nelle BAT "best available techniques"; in alternativa è possibile basarsi su indici

specifici usati dall'impresa stessa al suo interno, qualora vi fossero, che però non costituiscono la casistica più generale, poiché creati apposta per il singolo caso trattato.

Gli indici hanno un ruolo determinante nell'analisi di benchmark.

Gli energy performance indicators (EnPIs) rappresentano il consumo specifico della singola macchina, utenza o reparto e permettono di inquadrare e confrontare la soluzione tecnologica adottata con la media di mercato (analisi di benchmarking) oppure la migliore tecnologia disponibile. Sulla base delle valutazioni che sono state eseguite si riportano di seguito i risultati dell'analisi.

Gli EnPIs possono essere un parametro semplice, un rapporto semplice o un modello complesso. Esempi di EnPIs possono includere il consumo energetico per unità di tempo, il consumo energetico per unità di produzione e modelli multi-variabili. L'organizzazione può scegliere EnPIs che diano informazioni sulla prestazione energetica delle operazioni e possono aggiornare gli EnPIs quando le attività economiche o i consumi di riferimento abbiano cambiamenti rilevanti, tali da influenzare gli indici stessi. Di seguito l'analisi degli Indici Prestazionali dei casi studiati.

3.1. Sito X

3.1.1. Indici prestazionali generali "lpg_(i)"

Tali indici vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 del Sistema Produttivo "V_{tot}" ripartito per ciascun prodotto (flusso) rappresentante il "core business" del sito produttivo e le quantità prodotte "Dg" nel 2014.

Tabella A.47 – Indici prestazionali generali del Sito Produttivo

Indicatore	Prodotto 1	V _{tot} [tep]	Dg ₁ [m ²]	lpg ₁ [tep/m ²]	lpg di riferimento [tep/m ²]
lpg ₁	Guarnizioni	214,7	415.591	0,000517	-
Indicatore	Prodotto 2	V _{tot} [tep]	Dg ₂ [t]	lpg ₂ [tep/t]	lpg di riferimento [tep/t]
lpg ₂	Metalli	313,7	2.100	0,149	-
Indicatore	Prodotto 3	V _{tot} [tep]	Dg ₃ [t]	lpg ₃ [tep/t]	lpg di riferimento [tep/t]
lpg ₃	Cilindri	110,7	55,01	2,012	-
Indicatore	Prodotto 4	V _{tot} [tep]	Dg ₄ [kit]	lpg ₄ [tep/kit]	lpg di riferimento [tep/kit]
lpg ₄	Kit guarnizioni	170,7	7.287.493	0,000023	-

3.1.2. Indici prestazionali specifici “Ips_(j.1.k)”

Vengono definiti gli indici prestazioni specifici per le Attività Principali e per i Servizi, Ausiliari e Generali. Gli indici delle Attività Principali vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 delle fasi del processo individuate all'interno delle Attività Principali relative allo specifico prodotto “V_j” (con j uguale a 1 si intende energia elettrica) e le relative quantità prodotte “Ds” nel 2014.

Tabella A.48 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali

Indicatore	Attività principale - Guarnizioni	V ₁ [kWh]	Ds [m ²]	Ips _{1.1.k} [kWh/m ²]	Ips di riferimento [kWh/m ²]
Ips _{1.1.3}	Tranciatura	234.212	289.897	0,808	-
Ips _{1.1.4}	Lavorazioni ausiliarie	103.183	40.185	2,568	-
Ips _{1.1.5}	Confezionamento	80.783	415.591	0,194	-
Indicatore	Attività principale - Metalli	V ₁ [kWh]	Ds [kg]	Ips _{1.1.k} [kWh/kg]	Ips di riferimento [kWh/kg]
Ips _{1.1.3}	Tranciatura con presse	86.042	819.002	0,105	-
Ips _{1.1.6}	Tempra e rinvenimento	134.638	1.287.929	0,105	-
Ips _{1.1.8}	Rettifica/fresatura/tornitura	39.295	87.677	0,448	-
Indicatore	Attività principale - Cilindri	V ₁ [kWh]	Ds [kg]	Ips _{1.1.k} [kWh/kg]	Ips di riferimento [kWh/kg]
Ips _{1.1.2}	Lavorazione tornitura CNC	38.756	55.010	0,705	-
Ips _{1.1.3}	Lavorazioni meccaniche	21.734	21.670	1,003	-
Ips _{1.1.6}	Trattamento galvanico	4.560	21.028	0,217	-
Ips _{1.1.7}	Nichelatura	33.628	21.028	1,599	-
Ips _{1.1.8}	Lappatura	13.379	25.315	0,528	-
Indicatore	Attività principale - MMD	V ₁ [kWh]	Ds [kit]	Ips _{1.1.k} [kWh/kit]	Ips di riferimento [kWh/kit]
Ips _{1.1.3}	Confezionamento	69.229	7.287.493	0,009	-

Gli indici dei Servizi Ausiliari e Generali sono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 “V_j” (con j uguale “1” si intende energia elettrica, con il pedice “2” gas naturale e con il pedice “8” il gasolio) e le relative destinazioni d’uso specifiche “Ds”.

Tabella A.49 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali

Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Aria compressa [Nm ³]	Ips _{1.2.k} [kWh/Nm ³]	Ips di riferimento [kWh/Nm ³]
Ips _{1.2.1}	Sala compressori	872.396	5.745.254	0,152	0,130
Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie sito [m ²]	Ips _{1.2.k} [kWh/m ²]	Ips di riferimento [kWh/m ²]
Ips _{1.2.2}	Carrelli elevatori	79.329	16.500	4,808	-

Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Illuminamento [lux]	Ips _{1.3.k} [kWh/lux]	Ips di riferimento [kWh/lux]
Ips _{1.3.1}	Illuminazione uffici	26.173	500	52,347	-
Ips _{1.3.2}	Illuminazione esterna	26.893	75	358,576	-
Ips _{1.3.3}	Illuminazione produzione	288.957	300	963,191	-
Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie uff. [m ²]	Ips _{1.3.k} [kWh/m ²]	Ips di riferimento [kWh/m ²]
Ips _{1.3.5}	Uffici	110.358	2.000	55,179	-
Ips _{1.3.6}	Climatizzazione Uffici	90.524	2.000	45,262	-
Indice	Servizi Generali	V ₂ [Sm ³]	Ds - Volume risc. [m ³]	Ips _{2.3.k} [Sm ³ /GG x m ³]	Ips di riferimento [Sm ³ /GG x m ³]
Ips _{2.3.1}	Riscaldamento	93.972	101.500	0,93	-
Indice	Servizi Generali	V ₈ [litri]	Ds - Distanza perc. [km]	Ips _{8.3.k} [km/litro]	Ips di riferimento [km/litro]
Ips _{8.3.1}	Autoveicoli	19.500	1.092.000	56	-

3.2. Sito Y

3.2.1. Indici prestazionali generali "Ipg_(i)"

Tali indici vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 del Sistema Produttivo "V_{tot}" ripartito per ciascun prodotto (flusso) rappresentante il "core business" del sito produttivo e le quantità prodotte "Dg" nel 2014.

Tabella A.50 – Indici prestazionali generali del Sito Produttivo

Indicatore	Prodotto 1	V _{tot} [tep]	Dg ₁ [m ²]	Ipg ₁ [tep/m ²]	Ipg di riferimento [tep/m ²]
Ipg ₁	Guarnizioni	41,9	24.214	0,002	-
Indicatore	Prodotto 2	V _{tot} [tep]	Dg ₂ [t]	Ipg ₂ [tep/t]	Ipg di riferimento [tep/t]
Ipg ₂	Metalli	75,9	169	0,45	-

3.2.2. Indici prestazionali specifici "Ips_(j.1.k)"

Vengono definiti gli indici prestazioni specifici per le Attività Principali e per i Servizi, Ausiliari e Generali. Gli indici delle Attività Principali vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 delle fasi del processo individuate all'interno delle Attività Principali relative allo specifico prodotto "V_j" (con j uguale a 1 si intende energia elettrica) e le relative quantità prodotte "Ds" nel 2014.

Tabella A.51 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali

Indicatore	Attività principale - Guarnizioni	V ₁ [kWh]	Ds [m ²]	lps _{1.1.k} [kWh/m ²]	lps di riferimento [kWh/m ²]
lps _{1.1.3}	Tranciatura	43.233	15.085	2,87	-
lps _{1.1.4}	Lavorazioni ausiliarie	18.211	915	19,9	-
lps _{1.1.5}	Confezionamento	6.426	23.307	0,28	-
Indicatore	Attività principale - Metalli	V ₁ [kWh]	Ds [kg]	lps _{1.1.k} [kWh/kg]	lps di riferimento [kWh/m ²]
lps _{1.1.3}	Tranciatura con presse	73.625	168.525	0,44	-
lps _{1.1.5}	Burattatura	15.106	57.821	0,26	-
lps _{1.1.8}	Rettifica/fresatura/tornitura	96.224	453	212,54	-

Gli indici dei Servizi Ausiliari e Generali sono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 “V_j” (con j uguale “1” si intende energia elettrica, con il pedice “8” il gasolio) e le relative destinazioni d’uso specifiche “Ds”.

Tabella A.52 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali

Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Aria compressa [Nm ³]	lps _{1.2.k} [kWh/Nm ³]	lps di riferimento [kWh/Nm ³]
lps _{1.2.1}	Sala compressori	155.348	937.031	0,166	0,130
Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie sito [m ²]	lps _{1.2.k} [kWh/m ²]	lps di riferimento [kWh/m ²]
lps _{1.2.2}	Carrelli elevatori	31.583	2.100	15,04	-
Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Illuminamento [lux]	lps _{1.3.k} [kWh/lux]	lps di riferimento [kWh/lux]
lps _{1.3.1}	Illuminazione uffici	7.280	500	14,559	-
lps _{1.3.2}	Illuminazione esterna	20.328	75	271,034	-
lps _{1.3.3}	Illuminazione produzione	46.238	300	154,128	-
Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie uff. [m ²]	lps _{1.3.k} [kWh/m ²]	lps di riferimento [kWh/m ²]
lps _{1.3.5}	Uffici	32.544	200	162,720	-
lps _{1.3.6}	Climatizzazione Uffici	16.611	200	83,054	-
Indice	Servizi Generali	V ₈ [litri]	Ds - Distanza perc. [km]	lps _{8.3.k} [km/litro]	lps di riferimento [km/litro]
lps _{8.3.1}	Autoveicoli	6.485	90.790	14	-

3.3. Sito Z

3.3.1. Indici prestazionali generali "Ipg_(i)"

Tali indici vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 del Sistema Produttivo "V_{tot}" rappresentante il "core business" del Sito Produttivo e le quantità prodotte "Dg" nel 2014.

Tabella A.53 – Indice prestazionale generale del Sito Produttivo

Indicatore	Prodotto 1	V _{tot} [tep]	Dg ₁ [m ²]	Ipg ₁ [tep/m ²]	Ipg di riferimento [tep/m ²]
Ipg ₁	Facciate a cellule per involucri architettonici	1.173,8	110.521	0,011	-

3.3.2. Indici prestazionali specifici "Ips_(j.1.k)"

Vengono definiti gli indici prestazioni specifici per le Attività Principali e per i Servizi, Ausiliari e Generali. Gli indici delle Attività Principali vengono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 delle fasi del processo individuate all'interno delle Attività Principali relative allo specifico prodotto "V_j" (con j uguale a 1 si intende energia elettrica) e le relative quantità prodotte "Ds" nel 2014.

Tabella A.54 – Indici prestazionali specifici delle Attività Principali

Indicatore	Attività principale	V ₁ [kWh]	Ds [m ²]	Ips _{1.1.k.} [kWh/m ²]	Ips di riferimento [kWh/m ²]
Ips _{1.1.1}	Lavorazioni profili	159.302	110.521	1,441	-
Ips _{1.1.2}	Lavorazioni lamiere	26.649	110.521	0,268	-
Ips _{1.1.3}	Magazzino interrato	649	110.521	0,006	-
Ips _{1.1.4}	Assemblaggio cellule	37.401	110.521	0,338	-

Gli indici dei Servizi Ausiliari e Generali sono calcolati come rapporto tra il consumo energetico 2014 "V_j" (con j uguale "1" si intende energia elettrica, con il pedice "2" gas naturale e con il pedice "8" il gasolio) e le relative destinazioni d'uso specifiche "Ds".

Tabella A.55 – Indici prestazionali specifici dei Servizi Ausiliari e Generali

Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Aria compressa [Nm ³]	Ips _{1.2.k.} [kWh/Nm ³]	Ips di riferimento [kWh/Nm ³]
Ips _{1.2.1}	Sala compressori	225.641	1.299.702	0,174	0,130
Indice	Servizi Ausiliari	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie sito [m ²]	Ips _{1.2.k.} [kWh/m ²]	Ips di riferimento [kWh/m ²]
Ips _{1.2.2}	Aspirazione	27.947	110.521	0,253	-
Ips _{1.2.3}	Depurazione	53.044	110.521	0,480	-
Ips _{1.2.4}	Carrelli elevatori	226.988	110.521	2,054	-

lps 1.2.5	Gru a ponte	22.391	110.521	0,203	-
-----------	-------------	--------	---------	-------	---

Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Illuminamento [lux]	lps 1.3.k. [kWh/lux]	lps di riferimento [kWh/lux]
lps 1.3.1	Illuminazione esterna	85.609	75	1.141,5	-
lps 1.3.2	Illuminazione produzione	878.187	300	2.927,3	-
lps 1.3.3	Illuminazione uffici	308.895	500	617,8	-
Indice	Servizi Generali	V ₁ [kWh]	Ds - Superficie uff. [m ²]	lps 1.3.k. [kWh/m ²]	lps di riferimento [kWh/ m ²]
lps 1.3.4	Infrastrutture IT	777.732	110.521	7,0	-
lps 1.3.5	UPS	109.325	110.521	1,0	-
lps 1.3.x	Ausiliari climatizzazione	275.350	110.521	2,5	-
Indice	Servizi Generali	V ₂ [Sm ³]	Ds - Volume risc. [m ³]	lps 1.1.k. [Sm ³ /GG x m ³]	lps di riferimento [Sm ³ /GG x m ³]
lps 2.3.1	Riscaldamento	383.569	398.050	0,96	-
Indice	Servizi Generali	V ₈ [litri]	Ds - Distanza perc. [km]	lps 1.1.k. [km/litro]	lps di riferimento [km/litro]
lps 8.3.1	Autoveicoli	108.897	1.996.749	18	-

4. CONSIDERAZIONI IN MERITO AL LAVORO SVOLTO

4.1. Indici presenti sul mercato

Gli indici prestazionali generali dei tre Siti Produttivi, stilati in base al rapporto tra consumo di energia, espresso in tonnellate equivalenti di petrolio, del flusso di produzione considerato e le quantità prodotte di quel medesimo flusso, portano a dei risultati talvolta non riscontrabili a livello generale di mercato; questo accade sia in termini di produzione, quindi di flusso prodotto, sia in termini di attività principali, intese come fasi e reparti atti alla produzione.

Le attività principali si differenziano moltissimo da impresa a impresa, secondo fasi, cicli produttivi e reparti diversi.

Inoltre anche se si produce una tipologia simile di prodotto vi sono in gioco molteplici variabili. Ad esempio un prodotto può essere suddiviso in base alla sua forma, dimensione, materiale, ecc.

Ecco che risulta complicato il confronto tra indici dell'impresa in esame e quelli di mercato, poiché sono dati alquanto soggettivi, e non oggettivi e soprattutto generalizzabili.

È bene che l'impresa, in questo caso, sfrutti questi indici a suo favore al suo interno, creandoli ad hoc secondo le proprie esigenze. Risulteranno utili dopo alcuni anni di misurazioni, poiché con un database storico, è possibile capire se l'indice trovato sia in linea con i precedenti, o sia da migliorare.

Ad oggi sulla base delle ricerche fatte in letteratura, salvo un gran numero di indicatori ambientali (rif. disciplina IPPC recepita dal D.Lgs n.59 del 2005), non sono stati reperiti indicatori di prestazione energetica relativi alle fasi dei processi delle Attività Principali considerate. Pertanto ad oggi sulla base degli indicatori di prestazione energetica valutati non è stato possibile stabilire se le fasi del processo sono in linea con i consumi medi del settore. Di seguito vengono riportate le fonti consultate:

- Brefs (BAT Reference documents) - Documenti di riferimento specifici per le varie categorie di attività (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>)
- Pubblicazioni ANIMA - Federazione delle associazioni nazionali dell'industria meccanica varie ed affini (<http://www.anima.it/>)

- Guide Settoriali ENEA (<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/guide-settoriali.html>)
- Pubblicazioni FIRE (<http://www.fire-italia.org/>)

Nel caso di servizi ausiliari e generali invece è possibile effettuare una buona analisi di benchmarking, che rispetto alle attività principali risulta oggettiva, confrontabile con indici di mercato.

In questo campo è più facile effettuare un confronto tra imprese, anche situate in settori completamente differenti, oppure verificare se sono in linea con gli standard di mercato.

Ad esempio la produzione di aria compressa, può essere confrontata correttamente, poiché la sala compressori consuma un certo quantitativo di energia elettrica all'anno e produce Normal metri cubi di aria compressa che andranno in ausilio al sistema produttivo. Indipendentemente da ciò che si produce, si avrà bisogno di un quantitativo maggiore o minore di aria compressa, e quindi maggiore o minore energia elettrica ai compressori. Questo rapporto, consumo su quantità di aria compressa, in sostanza è proporzionale, ed è un dato confrontabile con la media di mercato e con altre imprese, poiché in questo caso hanno un ruolo fondamentale le caratteristiche tecniche e il rendimento della macchina stessa. Ne consegue che se vi è un indice alto, bisognerà provvedere a sanare le perdite di rete, in genere molto alte nelle imprese, o procedere alla sostituzione del compressore.

Questo vale sia per i servizi ausiliari, che per i servizi generali.

È utile quindi effettuare un'analisi di benchmarking in termini di servizi. È bene che l'impresa, in questo caso, non attui un programma interno, come nel caso delle attività principali e delle prestazioni generali dei prodotti, ma si basi su riferimenti esterni, in linea con il mercato. Grazie a questo approccio corretto di benchmarking è possibile fare le valutazioni successive, e procedere con l'analisi degli interventi e le pianificazioni conseguenti.

L'unico problema della metodologia di benchmarking, è il reperimento dei dati. Per queste prime Diagnosi Energetiche obbligatorie non è stato possibile basarsi su valori di mercato che indicino le linee guida da seguire in questo confronto tra tecnologie disponibili, poiché non sono attualmente presenti.

È stato recuperato il valore di mercato definito per l'aria compressa. Sulla base delle fonti analizzate per i servizi ausiliari e generali emerge che il valore medio di mercato di una sala compressori ha un

livello prestazionale pari a 0,130 kWh/Nm³ (valore BAT¹ secondo le indicazioni riportate nel documento “Chiarimenti in Materia di Diagnosi Energetica nelle Imprese ai sensi dell’art. 8 del D.Lgs n. 102 del 2014”). X ha un indice prestazionale pari a 0,152 kWh/Nm³, Y pari a 0,166 kWh/Nm³, Z pari a 0,174 kWh/Nm³. Emerge quindi che le attuali sale compressori, di tutte e tre i Siti analizzati, hanno un livello prestazionale non allineato con il mercato.

Sulla base delle ricerche fatte in letteratura, non sono stati reperiti altri indicatori di prestazione energetica relativi ai Servizi Ausiliari e Generali considerati. Pertanto ad oggi sulla base degli indicatori di prestazione energetica valutati non è stato possibile stabilire se tali servizi sono in linea con i consumi medi dell’applicazione del settore specifico. Di seguito vengono riportate le fonti consultate:

- Brefs (BAT Reference documents) - Documenti di riferimento specifici per le varie categorie di attività (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>)
- Pubblicazioni ANIMA - Federazione delle associazioni nazionali dell’industria meccanica varie ed affini (<http://www.anima.it/>)
- Guide Settoriali ENEA (<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/guide-settoriali.html>)
- Pubblicazioni FIRE (<http://www.fire-italia.org/>)
- Report Energy Strategy (<http://www.energystrategy.it/>)

4.2. Ruolo delle Attività Principali e dei Servizi in termini di Consumi Energetici

Dopo aver fatto un’analisi attenta e dettagliata ai consumi energetici dei casi studio, è doveroso fare qualche considerazione.

Dalle Diagnosi condotte emerge un dato alquanto importante e significativo. Le percentuali dei consumi energetici delle attività principali delle 3 imprese sono ripartite nel modo seguente:

Tabella A.56 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – X

Sistema Produttivo	Consumo energetico annuale [tep]	% consumo totale
Attività principali	345,5	44,5%
Servizi ausiliari	178,0	22,9%
Servizi generali	253,4	32,6%

¹ BAT è l’acronimo di “Best Available Techniques”, ovvero “Migliori Tecniche Disponibili”.

Tabella A.57 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – Y

Sistema Produttivo	Consumo energetico annuale [tep]	% consumo totale
Attività principali	48,5	43,0%
Servizi ausiliari	35,0	31,0%
Servizi generali	29,3	26,0%

Tabella A.58 – Ripartizione dei consumi energetici tra Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali – Z

Sistema Produttivo	Consumo energetico annuale [tep]	% consumo totale
Attività principali	42,4	3,7%
Servizi ausiliari	104,0	9,1%
Servizi generali	993,4	87,2%

Dalle percentuali di consumo dei casi studio si può notare come, per tutti e tre i Siti, le attività principali abbiano un valore inferiore ai servizi. Z, nella sede in questione, svolge attività d'ufficio principalmente, anche se ha comunque una parte del Sito legata alla produzione. X e Y, rispetto a Z, hanno consumi legati alle attività principali più elevati, pari a 44,5% (X) e 43% (Y) dei consumi energetici totali. La restante quota parte è attribuibile a servizi, ausiliari e generali.

Anche in settori dove la produzione è costituita da un processo alquanto energivoro, come nel caso di X, vi sono i servizi che occupano una quota rilevante dei consumi; in questo caso la quota è maggiore rispetto alle attività principali.

È interessante quindi sviluppare un programma di efficienza nell'ambito dei servizi. Fare efficienza in questo campo permetterebbe numerosi vantaggi: ridurre i consumi di energia, ridurre la spesa energetica, e indirettamente rendere più efficienti i processi.

Tuttavia non va trascurata la produzione, poiché occupa comunque una grossa parte dei consumi. Fare efficienza energetica sulla produzione è piuttosto complicato; X ad esempio ha all'incirca 200 utenze importanti nei vari reparti. In genere vengono sostituite se obsolete, o vengono incrementate se il processo lo richiede, in conseguenza a un aumento di produzione, o perché un nuovo articolo entra in produzione. Siamo quindi in una situazione estremamente variabile, nel caso delle attività principali.

Il caso dei servizi invece è ideale perché oggettivo e allo stesso tempo porta a benefici maggiori; inoltre è trasversale ed interessa tutti i settori produttivi.

Ipotizzando interventi mirati sui servizi e sulle attività principali, e predisponendo un sistema di monitoraggio adeguato, è possibile risparmiare molta energia e fare efficienza energetica.

Si avrà così un risparmio energetico ed economico considerevole.

Inoltre, risparmiare energia significa anche diminuire i costi di produzione, e ciò ha ricadute direttamente sul prodotto finito. L'energia infatti gioca un ruolo fondamentale anche in termini di prodotto.

Da un'analisi effettuata da Schneider Electric si può osservare un esempio di costi di produzione industriale. Dato il costo complessivo del prodotto realizzato, una grossa percentuale è attribuibile all'energia; secondo i loro studi, la ripartizione dei costi può essere suddivisa in questo modo:

- 23% energia;
- 40% materie prime;
- 10% ricerca e sviluppo;
- 27% lavoro.

Da queste stime si vede quanto incide sul prodotto finito. Essa è potenzialmente diminuibile, anche in modo significativo. Si possono ottenere risultati soddisfacenti, poiché ci sono ampi margini di miglioramento in termini di efficienza energetica.

Anche in questo caso quindi il capitolo "energia" non è da sottovalutare.

5. INTERVENTI SUCCESSIVI ALLE DIAGNOSI

5.1. Ipotesi di intervento nei tre casi studio

Di seguito vengono descritti gli interventi individuati dalle Diagnosi Energetiche e i risultati delle valutazioni di risparmio energetico conseguibile annualmente. La valutazione del risparmio di energia associato ad una misura di efficienza non è semplice e richiede una serie di ipotesi, che si è cercato di riassumere ed esplicitare in modo chiaro. In particolare per la valutazione economica degli interventi sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Valorizzazione dell'energia pari a 0,168 €/kWh (X), 0,207 €/kWh (Y), 0,153 €/kWh (Z), valore medio ponderato dell'energia elettrica acquistata nel 2014 a meno dell'IVA. Tale scelta è stata effettuata per valorizzare il valore marginale dell'energia;
- Si sono considerati i costi degli interventi in base alle offerte ricevute dai fornitori delle tecnologie e dagli installatori per i singoli interventi. Il potere contrattuale del Committente potrà portare a condizioni di acquisto maggiormente vantaggiose, a beneficio della convenienza degli interventi. Non si è tenuto conto dell'IVA;
- L'energia risparmiata è valutata come differenza tra il consumo calcolato per la tecnologia ad oggi presente nel Sito Produttivo e quello atteso con la tecnologia sostitutiva;
- La vita utile dei componenti è stata stimata in via cautelativa pari a 10 anni;
- Il costo dell'investimento è considerato scontato ad un tasso fisso del 5%;
- Inflazione annua pari al 2%.

Di seguito gli interventi proposti nei tre casi studio.

5.1.1. Sito X

Intervento n.1 - Aria Compressa -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo è collocata una sala compressori per la produzione di aria compressa necessaria allo svolgimento delle Attività Principali per i 4 flussi produttivi. La rete di distribuzione risulta quindi molto estesa ed

articolata. All'interno della sala compressori sono presenti 3 compressori relativamente recenti, due on/off ed uno ad inverter. Gli elementi rilevanti emersi nello studio sono principalmente le ore di "attivazione" della sala compressori (stimate pari a circa 8.160 h) e i risultati del monitoraggio settimanale eseguito da un centro di assistenza esterno. La sala compressori pertanto rimane "attiva" anche nei giorni e nelle ore in cui non vi è alcuna attività produttiva che richieda l'utilizzo di aria compressa. I risultati dei 7 giorni di monitoraggio, hanno evidenziato che la Sala Compressori è caratterizzata da una produzione "flat" di aria compressa di oltre 6 m³/min.

- *Descrizione tecnologia attuale:*
 - *Marca: Atlas Copco*
 - *Compressore 1. GA 75 (on/off)*
 - *Compressore 2. GA 75 (on/off)*
 - *Compressore 3. GA 90 VSD (inverter)*
 - *Anno: 2006*
 - *Tipo: rotativo a vite a iniezione di olio*
 - *Pressione di esercizio: 7 bar*

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Prima di intraprendere qualsiasi investimento per il potenziamento della sala compressori o per il rinnovo dell'attuale parco macchine occorre intervenire nella riduzione delle perdite di rete, attraverso le seguenti azioni: la prima (a costo "zero") impiegando il personale interno nella ricerca di possibili macro perdite durante i periodi di inattività della produzione. La seconda attraverso il servizio di aziende specializzate nella "localizzazione delle perdite di rete". Impianti analoghi a quello in oggetto efficientati dal punto di vista energetico possono raggiungere livelli di perdite ammissibili dell'ordine di 4,8 m³/min (circa il 20% in meno rispetto alle attuali).

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.59 – Analisi tecnico-economica intervento 1

Intervento di efficienza energetica n.1	
Costo investimento	8.000 [€]
Risparmio energetico	80.292 [kWh/anno]
Risparmio economico	13.489 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	0,6 [anni]

Tempo di ritorno attualizzato	1 [anni]
VAN	102.295 [€]
IRR	174 [%]

- *Note aggiuntive* - A seguito dell'intervento di riduzione delle perdite si è suggerito di:
 - Effettuare un'altra campagna di monitoraggio per verificare i risultati ottenuti e per valutare il profilo di produzione dell'aria compressa al fine di verificare la possibilità di una migliore gestione delle attuali macchine e per valutare eventuali potenziamenti futuri della centrale;
 - Ripetere l'attività di localizzazione delle perdite almeno ogni due anni;
 - Ridurre le ore di "attivazione" della centrale di aria compressa;
 - Prevedere, nel sistema di monitoraggio, che dovrà essere implementato, la strumentazione di misura necessaria a monitorare la produzione di aria compressa e il suo profilo orario;
 - Infine, si è consigliato di mettere in atto una campagna d'informazione rivolta agli operatori dei reparti produttivi riguardante l'uso razionale di tale vettore.

Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo operano 19 carrelli elevatori industriali per lo svolgimento di tutte le attività connesse ai 4 flussi di prodotto. La batteria di ogni carrello viene sottoposta a ricarica almeno una volta al giorno per tutti i giorni lavorativi del sito produttivo (stimati in circa 250 gg).
- *Descrizione tecnologia attuale* - Attualmente sono impiegati 19 caricabatterie (uno per carrello elevatore), 15 sono caricabatterie tradizionali (50 Hz) e 4 sono caricabatterie ad alta frequenza (HF).
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Il mercato dei caricabatterie per la ricarica di batterie per trazione al Pb acido, è attualmente costituito dalle due tecnologie, tradizionale (50 Hz) e alta frequenza (HF). L'evoluzione tecnologica di tali apparecchi attualmente ha permesso di sviluppare nuovi caricabatterie, basati sulla tecnologia ad alta frequenza, con la peculiarità della modularità, sviluppando il caricabatterie modulare ad alta frequenza. La modularità conferisce a questi nuovi caricabatterie una maggiore efficienza

grazie all'ottimizzazione dei profili di carica, alla riduzione del tempo di ricarica e al controllo del fattore di potenza. L'intervento proposto mira alla sostituzione di 15 caricabatterie tradizionali (50 Hz) con altrettanti caricabatterie ad alta frequenza modulari.

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.60 – Analisi tecnico-economica intervento 2

Intervento di efficienza energetica n.2	
Costo investimento	15.060 [€]
Risparmio energetico	17.625 [kWh/anno]
Risparmio economico	€ 4.921 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	3 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	4 [anni]
VAN	25.753 [€]
IRR	33% [%]

- *Note aggiuntive* - Nella valutazione del risparmio economico oltre ai risparmi derivanti dalla maggiore efficienza introdotta dalla nuova tecnologia, sono stati considerati anche i minor costi relativi alla manutenzione per rabbocco e al consumo di acqua che introduce la tecnologia ad alta frequenza rispetto alla tradizionale attualmente presente.

Intervento n.3 - Sostituzione Pompe di Calore Uffici -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - Per la climatizzazione della Palazzina Uffici vengono impiegate 3 pompe di calore aria-aria installate presso il tetto dell'edificio. Il sistema oltre a climatizzare (estate/inverno) gli ambienti, attraverso una rete canalizzata della distribuzione dell'aria, viene impiegato per il ricambio dell'aria all'interno dei locali. Pertanto è stato valutato un numero di ore di funzionamento, sulla base delle informazioni ricevute sulle impostazioni orari, pari a circa 2.900 ore/anno. L'analisi dell'edificio attraverso il programma di simulazione TRNSYS ha permesso di stimare il carico termico estivo e invernale rispettivamente pari a 103.010 kWh/anno e 83.142 kWh/anno.
- *Descrizione tecnologia attuale:*
 - *Marca: Climaveneta*
 - *Pompa di Calore 1. HAANK 071 (on/off)*
 - *Pompa di Calore 2. HAANK 0182 (on/off)*
 - *Pompa di Calore 3. HAANK 0182 (on/off)*

- Anno: 2006
- Tipo: aria - aria
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Climaveneta attualmente ha rinnovato la gamma delle pompe di calore “roof-top” con macchine più performanti in termini sia di COP che di EER. Pertanto per l’intervento si è ipotizzato di sostituire le attuali macchine con macchine più performanti ed in particolare dotate di inverter al fine di parzializzare i consumi del ventilatore nei periodi stagionali meno critici.
 - Marca: Climaveneta
 - Pompa di Calore 1. WSM HR 081 (inverter)
 - Pompa di Calore 2. WSM HR 0152 (inverter)
 - Pompa di Calore 3. WSM HR 0182 (inverter)
 - Tipo: aria - aria
- *Tabella riassuntiva dell’investimento:*

Tabella A.61 – Analisi tecnico-economica intervento 3

Intervento di efficienza energetica n.3	
Costo investimento	31.324 [€]
Risparmio energetico	25.123 [kWh/anno]
Risparmio economico	4.221 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	7 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	9 [anni]
VAN	4.562 [€]
IRR	8 [%]

Intervento n.4 - Sostituzione Lampade -

- *Contesto dell’intervento di efficienza* - Il Sito Produttivo è illuminato per la parte uffici e la produzione da lampade del tipo a tubi fluorescenti. Per l’esterno da proiettori a ioduri metallici. L’installazione di tali lampade risale a circa 15 anni fa. Non sono installati sistemi di regolazione del flusso, sensori di presenza e orologi astronomici. Dall’analisi fatta per la definizione del “Modello Elettrico” per il 2014 sono state valutate in modo aderente alla realtà le ore di funzionamento per il reparto produttivo di ciascun flusso a seconda dei giorni e dei turni 2014. Dall’analisi è risultato un numero di ore di funzionamento pari a 1.278 h/anno per gli uffici, 3.416 h/anno per la produzione e 4.380 h/anno per l’esterno. L’Azienda

ad Aprile 2015 ha fatto realizzare (ad una tra le aziende leader di mercato del settore dell'illuminazione) uno studio illuminotecnico tramite il software DIALux, per la valutazione economica dei benefici derivanti dalla sostituzione "punto a punto" delle attuali lampade con le lampade con tecnologia al LED. Pertanto, dopo aver analizzato lo Studio, si è deciso di prendere in considerazione i dati di input considerati (ore di funzionamento, durata di vita dei corpi illuminanti, potenze ed energie assorbite, costo delle lampade al LED ecc.) e di rivalutare l'analisi economica considerando i parametri che non erano stati considerati (come ad esempio il costo d'installazione).

- *Descrizione tecnologia attuale* - In Tabella A.62 si riporta la descrizione della tecnologia attualmente installata e la valutazione dei consumi come riportata nello "Studio".

Tabella A.62 – Dati impianto illuminazione attuale (Fonte: "Studio")

Dati Impianto Attuale												
Denominazione Ambiente	N. lampade	Tipo Lampada	Pot. Lam. [W]	Tot. Potenza [W]	h/giorno	giorni/anno	Ore anno funzionamento	Consumo anno [kWh/a]	Costo Energia anno [€]	Vita Lampada	Manut.	Costo Lampada
Capannone N°1	173	FL 2x58W	134	23.182	11	204	2244	52.020	€ 8.739	9.000 hrs	€ 20	€ 12
Capannone N°2	212	FL 2x58W	134	28.408	11	204	2244	63.748	€ 10.710	9.000 hrs	€ 20	€ 12
Proiettori Capannone N°2	14	JM 400W	460	6.440	11	204	2244	14.451	€ 2.428	7.000 hrs	€ 20	€ 45
Capannone N°3	200	FL 2x58W	134	26.800	12	143	1716	45.989	€ 7.726	9.000 hrs	€ 20	€ 12
Proiettori Capannone N°3	2	JM 250W	288	576	12	143	1716	988	€ 166	7.500 hrs	€ 20	€ 28
Illuminazione Esterna Retro	3	JM 400W	460	1.380	12	365	4380	6.044	€ 1.015	7.500 hrs	€ 20	€ 45
Illuminazione Esterna Laterali	6	JM 250W	288	1.728	12	365	4380	7.569	€ 1.272	7.500 hrs	€ 20	€ 28
Illuminazione Esterna Frontale	4	JM 250W	288	1.152	12	365	4380	5.046	€ 848	7.500 hrs	€ 20	€ 28
Illuminazione Esterna Plafoniere	10	FL 2x58W	134	1.340	12	365	4380	5.869	€ 986	9.000 hrs	€ 20	€ 12
Illuminazione Esterna Portone	1	ALO 300W	330	330	12	365	4380	1.445	€ 243	2.500 hrs	€ 20	€ 30
Uffici Piano Terra	65	FL 2x55W	127	8.255	11	204	2244	18.524	€ 3.112	6.500 hrs	€ 20	€ 24
Uffici Piano Primo	79	FL 2x55W	127	10.033	11	204	2244	22.514	€ 3.782	6.500 hrs	€ 20	€ 24
Salette	16	FL 2x55W	127	2.032	10	150	1500	3.048	€ 512	6.500 hrs	€ 20	€ 24
Servizi	12	FL 1x55W	52	624	10	150	1500	936	€ 157	6.500 hrs	€ 20	€ 12
TOTALE	797			112.280				248.192	€ 41.696			

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - In Tabella A.63 si riporta la descrizione della tecnologia proposta e la valutazione dei consumi come riportata nello "Studio".

Tabella A.63 – Dati impianto illuminazione proposto (Fonte: "Studio")

Dati Impianto Soluzione a LED												
Denominazione Ambiente	N. lampade	Tipo Lampada	Pot. Lam. [W]	Tot. Potenza [W]	h/giorno	giorni/anno	Ore anno funzionamento	Consumo anno [kWh/a]	Costo Energia anno [€]	Vita Lampada	Manut.	Costo Lampada
Capannone N°1	174	Smart 5L	69	12.006	11	204	2244	26.941	€ 4.526	80.000 hrs		
Capannone N°2	234	Smart 5L	69	16.146	11	204	2244	36.232	€ 6.087	80.000 hrs		
Proiettori Capannone N°2	14	Smart 4x4L	248	3.472	11	204	2244	7.791	€ 1.309	80.000 hrs		
Capannone N°3	198	Smart 5L	69	13.662	12	143	1716	23.444	€ 3.939	80.000 hrs		
Proiettori Capannone N°3	2	Smart 5+5L	138	276	12	143	1716	474	€ 80	80.000 hrs		
Illuminazione Esterna Retro	3	Smart 4x4L	248	744	12	365	4380	3.259	€ 547	80.000 hrs		
Illuminazione Esterna Laterali	6	Smart 5+5L	138	828	12	365	4380	3.627	€ 609	80.000 hrs		
Illuminazione Esterna Frontale	4	Smart 5+5L	138	552	12	365	4380	2.418	€ 406	80.000 hrs		
Illuminazione Esterna Plafoniere	10	Smart 5L	69	690	12	365	4380	3.022	€ 508	80.000 hrs		
Illuminazione Esterna Portone	1	Smart 5+5L	138	138	12	365	4380	604	€ 102	80.000 hrs		
Uffici Piano Terra	65	FL 2x55W	36	2.340	11	204	2244	5.251	€ 882	80.000 hrs		
Uffici Piano Primo	79	FL 2x55W	36	2.844	11	204	2244	6.382	€ 1.072	80.000 hrs		
Salette	16	FL 2x55W	36	576	10	150	1500	864	€ 145	80.000 hrs		
Servizi	12	FL 1x55W	36	432	10	150	1500	648	€ 109	80.000 hrs		
TOTALE	818			54.706				120.957	€ 20.321			
RISPARMIO	-21			51,28%				51,26%	51,26%			

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.64 – Analisi tecnico-economica intervento 4

Intervento di efficienza energetica n.4	
Costo investimento	229.023 [€]
Risparmio energetico	127.235 [kWh/anno]

Risparmio economico	29.389 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	8 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	9 [anni]
VAN	21.357 [€]
IRR	7 [%]

5.1.2. Sito Y

Intervento n.1 - Aria Compressa -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo è collocata una sala compressori per la produzione di aria compressa necessaria allo svolgimento delle Attività Principali per i 2 flussi produttivi. All'interno della sala compressori sono presenti 2 compressori, entrambi on/off che lavorano in modo alternativo (una settimana ciascuno). Gli elementi rilevanti emersi nello studio sono principalmente le ore di "attivazione" della sala compressori (stimate pari a circa 3.705 h) e i risultati delle letture delle ore di utilizzo e funzionamento a carico, visualizzate nel display della macchina, effettuate a distanza di una settimana (dal 31/10/15 al 07/11/15). I due compressori non lavorano mai simultaneamente e vengono attivati solo durante l'attività produttiva. Solo per il 38% delle ore monitorate, il compressore ha funzionato a carico, per le restanti ore il compressore ha funzionato a vuoto, quindi ha lavorato a potenza ridotta per mantenere il circuito in pressione cioè per far fronte alle perdite di rete.
- *Descrizione tecnologia attuale:*
 - *Compressore 1. Kaeser CS121 on/off (75kW)*
 - *Compressore 2. Kaeser CS121 on/off (75kW)*
 - *Anno: 1997*
 - *Tipo: rotativo a vite ad aria*
 - *Pressione di esercizio: 7,5 bar*
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Risulta chiaro che tale situazione andrebbe monitorata con strumentazione specifica per la definizione del reale profilo di produzione dell'aria compressa e per valutare l'eventuale sostituzione con macchine più efficienti. Dalla lettura a disposizione emerge che le taglie delle due macchine sono

sovrastimate; infatti queste due macchine lavorano poche ore, ed effettuano cicli in carico piuttosto ridotti. La sostituzione di queste due utenze potrebbe risultare interessante per due motivi; entrambi i compressori sono datati (1997), quindi una sostituzione con macchine nuove porterebbe ad una tecnologia più efficiente. Inoltre, siccome le taglie sono elevate per i fabbisogni di aria compressa del Sito Produttivo, la sostituzione dei due compressori con compressori di taglia inferiore, permetterebbe di soddisfare i fabbisogni di aria compressa evitando un elevato consumo elettrico per funzionamento a vuoto.

I consumi specifici attuali risultano pari a 0,149 kWh/m³. Si propone in prima analisi la sostituzione dei due compressori con macchine di minor potenza pari a 37 kW con tecnologia on/off. Secondo quanto valutato assieme al responsabile dell'ufficio tecnico della Kaeser di Bologna, i risparmi conseguenti la sostituzione potrebbero far ottenere alla sala compressori un consumo specifico di circa 0,115 kWh/m³. In via cautelativa per l'analisi è stato considerato un valore pari a 0,120 kWh/m³.

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.65 – Analisi tecnico-economica intervento 1

Intervento di efficienza energetica n.1	
Costo investimento	15.370 [€]
Risparmio energetico	30.411 [kWh]
Risparmio economico	6.295 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	3 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	3 [anni]
VAN	36.656 [€]
IRR	42 [%]

- *Note aggiuntive*
 - Prima di intraprendere qualsiasi investimento per il rinnovo dell'attuale parco macchine occorre effettuare una campagna di monitoraggio per verificare i risultati ottenuti e per valutare il profilo di produzione dell'aria compressa ed eventuali perdite di rete attraverso le seguenti azioni: la prima (a costo "zero") impiegando il personale interno nella ricerca di possibili macro perdite durante i periodi di inattività della produzione e la seconda attraverso un servizio da aziende specializzate nella "localizzazione delle perdite di rete";

- Prevedere, nel sistema di monitoraggio da implementare, la strumentazione di misura necessaria a monitorare la produzione di aria compressa e il suo profilo orario;
- Infine, si consiglia di mettere in atto una campagna d'informazione rivolta agli operatori dei reparti produttivi riguardante l'uso razionale di tale vettore.

Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo operano 5 carrelli elevatori industriali per lo svolgimento di tutte le attività connesse ai 2 flussi di prodotto. La batteria di ogni carrello viene sottoposta a ricarica almeno una volta al giorno per tutti i giorni lavorativi del Sito Produttivo (stimati in circa 250 gg).
- *Descrizione tecnologia attuale* - Attualmente sono impiegati 5 caricabatterie (uno per carrello elevatore), tutti tradizionali (50 Hz).
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Il mercato dei caricabatterie per la ricarica di batterie per trazione al Pb acido, è attualmente costituito dalle due tecnologie, tradizionale (50 Hz) e alta frequenza (HF). L'evoluzione tecnologica di tali apparecchi attualmente ha permesso di sviluppare un nuovo caricabatterie basato sulla tecnologia ad alta frequenza, con la peculiarità della modularità, sviluppando appunto il caricabatterie modulare ad alta frequenza. La modularità conferisce a questi nuovi caricabatterie una maggiore efficienza grazie all'ottimizzazione dei profili di carica, alla riduzione del tempo di ricarica e al controllo del fattore di potenza.
- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.66 – Analisi tecnico-economica intervento 2

Intervento di efficienza energetica n.2	
Costo investimento	6.260 [€]
Risparmio energetico	6.871 [kWh]
Risparmio economico	2.159 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	3 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	4 [anni]
VAN	11.634 [€]
IRR	35 [%]

- *Note aggiuntive* - Nella valutazione del risparmio economico oltre ai risparmi derivanti dalla maggiore efficienza introdotta dalla nuova tecnologia, sono stati considerati anche i minor costi relativi alla manutenzione per rabbocco e al consumo di acqua che introduce la tecnologia ad alta frequenza rispetto alla tradizionale attualmente presente.

Intervento n.3 - Sostituzione Lampade -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - Il Sito Produttivo è illuminato per la parte uffici e per la produzione da lampade del tipo a tubi fluorescenti. Per l'esterno da proiettori di tipo alogeno. Non sono installati sistemi di regolazione del flusso, sensori di presenza e orologi astronomici. Dall'analisi fatta per la definizione del "Modello Elettrico" per il 2014 sono state valutate in modo aderente alla realtà le ore di funzionamento per il reparto produttivo di ciascun flusso a seconda dei giorni e dei turni 2014. Dall'analisi è risultato un numero di ore di funzionamento pari a 1.976 h/anno per gli uffici, 3.705 h/anno per la produzione e 4.380 h/anno per l'esterno.
- *Descrizione tecnologia attuale* - In Tabella A.67 si riporta la descrizione della tecnologia attualmente installata e la valutazione dei consumi come riportata nello "Studio".

Tabella A.67 – Dati impianto illuminazione attuale

Dati Impianto Attuale						
Denominazione Ambiente	N. Lampade	Tipo di Lampada	Pot. Lampada [W]	Tot. Potenza [kW]	Ore funzionamento [h/anno]	Consumo energia [kWh/anno]
Illuminazione ufficio direzionale area (35mq circa)	4	FLUO 2x70W	160	0,64	1.976	1.265
Illuminazione ufficio acquisti	2	FLUO 2x70W	160	0,32	1.976	632
Illuminazione ufficio pricing/ amministrazione	4	FLUO 2x70W	160	0,64	1.976	1.265
Illuminazione ufficio logistica /qsa/comm	4	FLUO 2x70W	160	0,64	1.976	1.265
Sala metrologica /ufficio produzione	8	FLUO 2x70W	160	1,28	1.976	2.529
Ingresso principale	4	FLUO 1X36W	41	0,164	1.976	324
Illuminazione esterna (fari)	8	ALO 400W	500	4	4.380	17.520
Illuminazione esterna zona fotovoltaico	8	ALO 60W	75	0,6	4.380	2.628
Illuminazione ingresso principale	1	FLUO 1X36W	41	0,041	4.380	180
Linea illuminazione capannone 800mq (zona tranciatura, fustellatura, lav. meccaniche)	39	FLUO 2x70W	160	6,24	3.705	23.119
Linea illuminazione capannone 400mq (zona soppalco e capannone)	39	FLUO 2x70W	160	6,24	3.705	23.119
TOTALE	121			21		73.846

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - In Tabella A.68 si riporta la descrizione della tecnologia proposta e la valutazione dei consumi.

Tabella A.68 – Dati impianto illuminazione proposto

Dati Impianto Soluzione a LED						
Denominazione Ambiente	N. Lampade	Tipo di Lampada	Pot. Lampada [W]	Tot. Potenza [kW]	Ore funzionamento [h/anno]	Consumo energia [kWh/anno]
Illuminazione ufficio direzionale area (35mq circa)	4	LED Modoled 94W	94	0,38	1.976	743
Illuminazione ufficio acquisti	2	LED Modoled 94W	94	0,19	1.976	371
Illuminazione ufficio pricing/ amministrazione	4	LED Modoled 94W	94	0,38	1.976	743
Illuminazione ufficio logistica /qsa/comm	4	LED Modoled 94W	94	0,38	1.976	743
Sala metrologica /ufficio produzione	8	LED Modoled 94W	94	0,75	1.976	1.486
Ingresso principale	4	LED echo led 24W	24	0,10	1.976	190
Illuminazione esterna (fari)	8	LED cripto big 196W	196	1,57	4.380	6.868
Illuminazione esterna zona fotovoltaico	8	LED cripto small 38W	38	0,30	4.380	1.332
Illuminazione ingresso principale	1	LED echo led 24W	24	0,02	4.380	105
Linea illuminazione capannone 800mq (zona trancitura, fustellatura, lav. meccaniche)	39	LED Modoled 94W	94	3,67	3.705	13.583
Linea illuminazione capannone 400mq (zona sopralco e capannone)	39	LED Modoled 94W	94	3,67	3.705	13.583
TOTALE	121			11		39.746
RISPARMIO	0			45%		46%

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.69 – Analisi tecnico-economica intervento 3

Intervento di efficienza energetica n.3	
Costo investimento	€ 79.866 [€]
Risparmio energetico	34.100 [kWh/anno]
Risparmio economico	9.907 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	8 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	10 [anni]
VAN	€ 4.661 [€]
IRR	6 [%]

- *Note aggiuntive* - La proposta prevede una sostituzione “punto a punto” delle lampade attuali con lampade LED, con una conseguente riduzione della potenza installata del 46%. Generalmente attraverso un’analisi illuminotecnica per interventi di retrofit con lampade LED, oltre alla riduzione della potenza installata di almeno il 50% occorre porre come obiettivo anche la riduzione del numero dei punti luce rispetto a quelli attualmente presenti. Il valore attuale netto dell’investimento (VAN) è stato calcolato su un periodo di 10 anni al fine di confrontare le proposte di efficientamento sullo stesso periodo. Infine osserviamo che è stata considerata una durata di vita delle lampade a LED cautelativamente pari a 50.000 h. Sulla base delle ore annue di accensione delle luci del Sito Produttivo si possono stimare 19 anni di attività.

Intervento n.4 - Rifasamento -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - Secondo quanto approfondito in precedenza, la penale per prelievo eccessivo di potenza reattiva per l’anno 2014 è stata pari a 3.356 Euro.
- *Descrizione tecnologia attuale - Da valutare*

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente - Da valutare*
- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.70 – Analisi tecnico-economica intervento 4

Intervento di efficienza energetica n.4	
Costo investimento	Da valutare [€]
Risparmio energetico	0 [kWh/anno]
Risparmio economico	4.102 € [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	1 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	1 [anni]
VAN	Da valutare [€]
IRR	Da valutare [%]

- *Note aggiuntive* - Si è consigliato di intervenire al più presto nell'impianto elettrico attraverso l'installazione di un sistema di rifasamento oppure attraverso un'opportuna regolazione, se possibile, della batteria di condensatori, se presente. A partire dal 1 gennaio 2016 con la delibera 180/2013/R/EEL il cosφ per non pagare penali dovrà essere superiore a 0,95, quindi ancora più penalizzante per tale Sito.

5.1.3. Sito Z

Intervento n.1 – Aria Compressa -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo è collocata una sala compressori per la produzione di aria compressa necessaria allo svolgimento delle Attività Principali. Sono presenti 2 compressori on/off da 75 kW e uno ad inverter da 75 kW. Inoltre ci sono due compressori on/off da 15 kW, utilizzati soltanto per produrre aria compressa per le due punzonatrici.

Gli elementi rilevanti emersi nello studio sono principalmente le ore di "attivazione" della sala compressori e i risultati delle letture delle ore di utilizzo e funzionamento a carico, visualizzate nel display della macchina, effettuate a distanza di un paio di giorni (dal 25/11/15 al 27/11/15) in un periodo di attività lavorativa rappresentativa del Sito Produttivo. I tre compressori non lavorano mai simultaneamente, ma a rotazione, 5 h di lavoro per compressore. Solo per il 38% delle ore monitorate, i compressori hanno funzionato a carico, per le restanti ore hanno funzionato a vuoto, quindi hanno lavorato a potenza ridotta per

mantenere il circuito in pressione cioè per far fronte alle perdite di rete. I due compressori di piccola taglia invece hanno funzionato a carico per il 70% delle ore monitorate.

- *Descrizione tecnologia attuale:*
 - Compressore 1. Atlas Copco GA 75, on/off
 - Compressore 2. Atlas Copco GA 75, on/off
 - Compressore 3. Atlas Copco GA 75 VSD, inverter
 - Anno: 2002
 - Tipo: rotativo a vite a iniezione di olio
 - Pressione di esercizio: 7,2 bar

 - Compressore 4. Atlas Copco GA 15
 - Compressore 5. Atlas Copco GA 15
 - Anno: 1998
 - Tipo: rotativo a vite a iniezione di olio
 - Pressione di esercizio: 8,5 bar

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Risulta chiaro che tale situazione andrebbe monitorata con strumentazione specifica per la definizione del reale profilo di produzione dell'aria compressa e per valutare l'eventuale sostituzione con macchine più efficienti o con una taglia e strategia di funzionamento adeguata. Dalla lettura a disposizione si osserva che le taglie delle tre macchine di maggior potenza, ad una prima analisi, siano sovrastimate; infatti queste tre macchine lavorano a carico poche ore, cioè effettuano cicli a carico piuttosto ridotti. Se le taglie fossero effettivamente elevate per i fabbisogni di aria compressa del Sito Produttivo, la sostituzione dei compressori on/off con compressori di taglia inferiore, permetterebbe di soddisfare i fabbisogni di aria compressa evitando un elevato consumo elettrico per funzionamento a vuoto. I consumi specifici attuali risultano pari a 0,174 kWh/Nm³. Si propone in prima analisi la sostituzione dei due compressori on/off da 75 kW con macchine di minor potenza sempre con tecnologia on/off, impiegando il compressore ad inverter per sopperire alle richieste di picco di aria compressa. Quest'ultimo

infatti potrebbe essere utilizzato per modulare il carico a supporto di un compressore di taglia più piccola, e non per fare il carico di base di aria compressa (solitamente compito degli on/off). Senza aver dati monitorati, si può ipotizzare un risparmio conseguente la sostituzione: si potrebbe far ottenere alla sala compressori un consumo specifico di circa 0,130 kWh/Nm³. Pertanto per l'analisi dell'investimento e dei conseguenti risparmi, si sono considerate due macchine nuove di potenza pari a 37 kW.

- *Tabella riassuntiva dell'investimento per sostituzione di 1 compressore on/off:*

Tabella A.71 – Analisi tecnico-economica intervento 1

Intervento di efficienza energetica n.1	
Costo investimento	15.370 [€]
Risparmio energetico	37.906 [kWh]
Risparmio economico	5.800 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	3 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	3 [anni]
VAN	32.620 [€]
IRR	39 [%]

- *Note aggiuntive*
 - Prima di intraprendere qualsiasi investimento per il rinnovo dell'attuale parco macchine occorre effettuare una campagna di monitoraggio per verificare i risultati ottenuti e per valutare il profilo di produzione dell'aria compressa ed eventuali perdite di rete attraverso le seguenti azioni: la prima (a costo "zero") impiegando il personale interno nella ricerca di possibili macro perdite durante i periodi di inattività della produzione e la seconda attraverso un servizio da aziende specializzate nella "localizzazione delle perdite di rete";
 - Prevedere, nel sistema di monitoraggio da implementare, la strumentazione di misura necessaria a monitorare la produzione di aria compressa e il suo profilo orario;
 - Infine, è stato consigliato di mettere in atto una campagna d'informazione rivolta agli operatori dei reparti produttivi riguardante l'uso razionale di tale vettore.

Intervento n.2 - Sostituzione Carica Batterie -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - All'interno del Sito Produttivo operano 23 carrelli elevatori industriali per lo svolgimento delle attività produttive. La batteria di ogni carrello viene sottoposta a ricarica almeno una volta al giorno per tutti i giorni lavorativi del Sito Produttivo (stimati in circa 225 gg).
- *Descrizione tecnologia attuale* - Attualmente sono impiegati 23 caricabatterie (uno per carrello elevatore), 19 sono caricabatterie tradizionali (50 Hz) e 4 sono caricabatterie ad alta frequenza (HF).
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Il mercato dei caricabatterie per la ricarica di batterie per trazione al Pb acido, è attualmente costituito dalle due tecnologie tradizionale (50 Hz) e alta frequenza (HF). L'evoluzione tecnologica di tali apparecchi attualmente ha permesso di sviluppare nuovi caricabatterie, basati sulla tecnologia ad alta frequenza, con la peculiarità della modularità, sviluppando il caricabatterie modulare ad alta frequenza. La modularità conferisce a questi nuovi caricabatterie una maggiore efficienza grazie all'ottimizzazione dei profili di carica, alla riduzione del tempo di ricarica e al controllo del fattore di potenza. L'intervento proposto mira alla sostituzione di 19 caricabatterie tradizionali (50 Hz) con altrettanti caricabatterie ad alta frequenza modulari.
- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.72 – Analisi tecnico-economica intervento 2

Intervento di efficienza energetica n.2	
Costo investimento	30.357 [€]
Risparmio energetico	17.625 [kWh/anno]
Risparmio economico	€ 4.921 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	3 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	4 [anni]
VAN	53.475 [€]
IRR	34% [%]

- *Note aggiuntive* - Nella valutazione del risparmio economico oltre ai risparmi derivanti dalla maggiore efficienza introdotta dalla nuova tecnologia, sono stati considerati anche i minor costi relativi alla manutenzione per rabbocco e al consumo di acqua che introduce la tecnologia ad alta frequenza rispetto alla tradizionale attualmente presente.

Intervento n.3 - Sostituzione Lampade -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - Il Sito Produttivo è illuminato per la parte uffici da lampade del tipo a tubi fluorescenti, ioduri metallici e tubi fluorescenti per la produzione. Per l'esterno da proiettori a ioduri metallici. Soltanto le luci esterne funzionano in modo crepuscolare; nelle restanti lampade non sono installati sistemi di regolazione del flusso, sensori di presenza e orologi astronomici. Dall'analisi fatta per la definizione del "Modello Elettrico" per il 2014 sono state valutate il reparto produttivo di ciascun flusso a seconda dei giorni e dei turni 2014. Dall'analisi è risultato un numero di ore di funzionamento pari a 2.800 h/anno per gli uffici, 2.125 h/anno per la produzione (inteso come numero di ore equivalenti di ciascuna lampada) e 5.293 h/anno per l'esterno.
- *Descrizione tecnologia attuale* - In Tabella A.73 si riporta la descrizione della tecnologia attualmente installata e la valutazione dei consumi come riportata nello "Studio".

Tabella A.73 – Dati impianto illuminazione attuale

Denominazione Ambiente	N. Lampade	Tipo di Lampada	Pot. Lampada [kW]	Tot. Potenza [kW]	Ore funzionamento [h/anno]	Consumo energia [kWh/anno]
Capannone n.1 P.isa	331	HQI 450W	0,56	186	2.125	395.648
Capannone n.2 Interiors	266	HQI 450W	0,56	150	2.125	317.953
Magazzino interrato	350	Fluo 2x58w	0,13	47	2.125	99.663
Linea 2	55	Fluo 2x58w	0,13	7	2.125	15.661
Linea 3	48	Fluo 2x58w	0,13	6	2.125	13.668
Linea 4	47	Fluo 2x58w	0,13	6	2.125	13.383
Linea 5	32	Fluo 2x58w	0,13	4	2.125	9.112
Reparto saldatura service	26	Fluo 2x58w	0,13	3	2.125	7.404
Repato Shoop	20	Fluo 2x58w	0,13	3	2.125	5.695
Illuminazione Esterna Nord	20	HQI 150W	0,20	4	5.293	14.965
Illuminazione Esterna Est	19	HQI 150W	0,20	4	5.293	14.217
Illuminazione Esterna Sud	25	HQI 150W	0,20	5	5.293	18.706
Illuminazione Esterna Ovest	15	HQI 150W	0,20	3	5.293	11.224
illum. Esterna perimetr. Nord	20	HQI 150W	0,20	4	5.293	14.965
Illuminazione fine rampa Sud	18	Fluo 2x58w	0,15	3	5.293	11.533
LAMPADE DI EMERGENZA P.UFFICI	105	LAMPADE 8W	0,01	1	0	0
PROIETTORI A LED P.UFFICI	22	LAMPADE LED 80W	0,08	2	2.800	4.928
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	12	Fluo 2x54w	0,13	2	2.800	4.301
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	600	Fluo 1x80w	0,10	60	2.800	168.000
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	6	Fluo 4x18w	0,09	1	2.800	1.512
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	181	Fluo 2x58w	0,13	24	2.800	67.911
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	34	Fluo 1x58w	0,07	2	2.800	6.378
FARETTO A INCASSO	316	LED 8W	0,01	3	2.800	7.078
FARETTO A INCASSO FLOROSCENTE	289	Fluo 2x18w	0,04	12	2.800	34.796
FARETTO A LED ORINTABILE	8	LED 8W	0,008	0	2.800	179
FARETTO A INCASSO FLOROSCENTE	20	Fluo 1x26w	0,03	1	2.800	1.820
LAMPOADA A PARETE	3	LAMP. ALO 150 W	0,19	1	2.800	1.575
LAMPOADA A PARETE	16	Fluo 1x26w	0,03	1	2.800	1.456
PLAFONIERA	20	INCANDESCENZA 60W	0,06	1	2.800	3.360
STRIP LED VARIO	1	2 kW	2,00	2	2.800	5.600
lampade P.UFFICI	24	OVA SLIM 10va	0,01	0	0	0
TOTALE	2.949			547		1.272.691

- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - In Tabella A.74 si riporta la descrizione della tecnologia proposta e la valutazione dei consumi.

Tabella A.74 – Dati impianto illuminazione proposto

Dati Impianto Soluzione a LED						
Denominazione Ambiente	N. Lampade	Tipo di Lampada	Pot. Lampada [kW]	Tot. Potenza [kW]	Ore funzionamento [h/anno]	Consumo energia [kWh/anno]
Capannone n.1 P.lsa	331	Smart 4x4L	0,25	82	2.125	113.384
Capannone n.2 Interiors	266	Smart 4x4L	0,25	66	2.125	91.118
Magazzino interrato	350	927 Echo - bilampada LED	0,05	17	2.125	23.205
Linea 2	55	928 Echo - bilampada LED	0,05	3	2.125	3.647
Linea 3	48	929 Echo - bilampada LED	0,05	2	2.125	3.182
Linea 4	47	930 Echo - bilampada LED	0,05	2	2.125	3.116
Linea 5	32	931 Echo - bilampada LED	0,05	2	2.125	2.122
Reparto saldatura service	26	932 Echo - bilampada LED	0,05	1	2.125	1.724
Repato Shoop	20	933 Echo - bilampada LED	0,05	1	2.125	1.326
Illuminazione Esterna Nord	20	Smart 5+5L	0,14	3	5.293	14.607
Illuminazione Esterna Est	19	Smart 5+5L	0,14	3	5.293	13.877
Illuminazione Esterna Sud	25	Smart 5+5L	0,14	3	5.293	18.259
Illuminazione Esterna Ovest	15	Smart 5+5L	0,14	2	5.293	10.955
Illum. Esterna perimetr. Nord	20	Smart 5+5L	0,14	3	5.293	14.607
Illuminazione fine rampa Sud	18	933 Echo - bilampada LED	0,05	1	5.293	8.784
LAMPADE DI EMERGENZA P.UFFICI	105	LAMPADE 8W	0,01	1	0	0
PROIETTORI A LED P.UFFICI	22	LAMPADE LED 80W	0,08	2	2.800	4.928
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	12	Smart 5L	0,07	1	2.800	2.318
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	600	LED Modolead	0,05	28	2.800	78.960
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	6	disano 845 confort led panel	0,04	0	2.800	605
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	181	933 Echo - bilampada LED	0,05	9	2.800	24.326
LAMPADE FLOROSCENTE P.UFFICI	34	840 LED panel - CW 80°	0,03	1	2.800	2.951
FARETTO A INCASSO	316	LED 8W	0,01	3	2.800	7.078
FARETTO A INCASSO FLOROSCENTE	289	> 841 Minicomfort LED x2	0,02	5	2.800	14.566
FARETTO A LED ORINTABILE	8	LED 8W	0,008	0	2.800	179
FARETTO A INCASSO FLOROSCENTE	20	FOSNOVA Office 1 Dark	0,02	0	2.800	1.064
LAMPOADA A PARETE	3	LAMP. ALO 150 W	0,19	1	2.800	1.575
LAMPOADA A PARETE	16	FOSNOVA Office 1 Dark	0,02	0	2.800	851
PLAFONIERA	20	INCANDESCENZA 60W	0,06	1	2.800	3.360
STRIP LED VARIO	1	2 KW	2,00	2	2.800	5.600
lampade P.UFFICI	24	OVA SLIM 10va	0,01	0	0	0
TOTALE	2.949			244		472.276
RISPARMIO	0			55%		63%

- *Tabella riassuntiva dell'investimento:*

Tabella A.75 – Analisi tecnico-economica intervento 3

Intervento di efficienza energetica n.3	
Costo investimento	€ 971.426 [€]
Risparmio energetico	800.415 [kWh/anno]
Risparmio economico	122.463 [€/anno]
Tempo di ritorno semplice	5 [anni]
Tempo di ritorno attualizzato	6 [anni]
VAN	€ 511.265 [€]
IRR	15 [%]

- *Note aggiuntive* - La proposta prevede una sostituzione “punto a punto” delle lampade attuali con lampade LED, con una conseguente riduzione della potenza installata del 63%. Generalmente attraverso un’analisi illuminotecnica per interventi di retrofit con lampade LED, oltre alla riduzione della potenza installata di almeno il 50% occorre porre come obiettivo anche la riduzione del numero dei punti luce rispetto a quelli attualmente presenti. Il valore attuale netto dell’investimento (VAN) è stato calcolato su un periodo di 10 anni al fine di confrontare le proposte di efficientamento sullo stesso periodo. Infine osserviamo che è stata considerata una durata di vita delle lampade a LED cautelativamente pari a 50.000 h.

Intervento n.4 - Recupero Termico -

- *Contesto dell'intervento di efficienza* - Dall'analisi, il rendimento termico del sistema dell'unità di cogenerazione risulta essere di modesta entità, inferiore al 20% su base annuale. In Figura A.46 viene riportato l'andamento del rendimento elettrico e termico a livello mensile dell'unità di cogenerazione e in Tabella A.76 relativi valori delle grandezze monitorate.

Figura A.46 – Rendimento elettrico e termico CCHP 2014

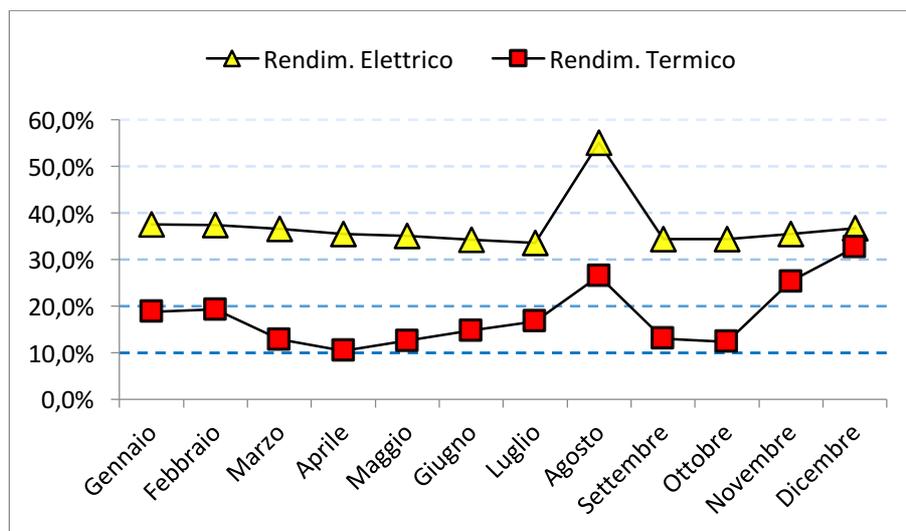


Tabella A.76 – Grandezze monitorate unità di cogenerazione 2014

Mesi	Consumo di gas misurato (rif. PCS) [m ³]	Coefficiente "C" Delibera arg/gas 159/08 [-]	Consumo gas calcolato (rif. PCS) [Sm ³]	PCS fatture 2014 [kJ/Sm ³]	Coefficiente correzione [-]	Consumogas calcolato. (rif. PCI) [kWh]	Energia elettrica prodotta [kWh]	Energia termica utile per usi civili [kWh]	Rendim. Elettrico	Rendim. Termico	Rendim. Complessivo
Gennaio	67.345	1,090	73.380	38.137	0,905	703.511	264.400	132.000	37,6%	18,8%	56,3%
Febbraio	75.978	1,090	82.786	38.118	0,905	793.299	296.400	152.900	37,4%	19,3%	56,6%
Marzo	78.393	1,090	85.418	38.147	0,905	819.138	300.000	104.700	36,6%	12,8%	49,4%
Aprile	69.190	1,090	75.390	38.215	0,905	724.263	257.200	75.400	35,5%	10,4%	45,9%
Maggio	73.630	1,090	80.228	38.235	0,905	771.143	270.000	96.700	35,0%	12,5%	47,6%
Giugno	11.948	1,090	13.019	38.257	0,905	125.206	42.800	18.400	34,2%	14,7%	48,9%
Luglio	86.203	1,090	93.927	38.258	0,905	903.366	303.600	150.700	33,6%	16,7%	50,3%
Agosto	23.474	1,090	25.577	38.361	0,905	246.659	136.000	65.200	55,1%	26,4%	81,6%
Settembre	78.448	1,090	85.477	38.239	0,905	821.689	282.400	106.600	34,4%	13,0%	47,3%
Ottobre	85.165	1,090	92.796	38.436	0,905	896.641	308.800	110.700	34,4%	12,3%	46,8%
Novembre	81.027	1,090	88.288	38.395	0,905	852.165	302.000	215.200	35,4%	25,3%	60,7%
Dicembre	68.775	1,090	74.938	38.100	0,905	717.753	263.200	234.400	36,7%	32,7%	69,3%
ANNO 2014	799.576		871.223			8.374.833	3.026.800	1.462.900	36,1%	17,5%	53,6%

In particolare si osserva che il recupero termico risulta di modesta entità soprattutto nei mesi al di fuori del periodo invernale ed estivo.

- *Descrizione tecnologia attuale* - Impianto trigenerativo (CCHP), costituito da un gruppo di generazione Spark Energy, tipo HPG 1000 P entrato in esercizio nel 2002, alimentato a gas

naturale, di capacità di generazione elettrica nominale pari a 1.200 kW e da un gruppo frigorifero ad assorbimento *Sanyo Electric Air Conditioning co*, a bromuro di litio, di potenza frigorifera pari a 632 kW. Tale impianto ha ottenuto il riconoscimento CAR e accesso al regime di sostegno (al 30% per 5 anni), previsto dal DM 5 settembre 2011. In particolare ha beneficiato del regime di sostegno per gli anni di rendicontazione 2013 (1° anno) e 2014 (2° anno) grazie alla proroga prevista dall'art. 8 comma 6 del DM 5 settembre 2011 relativa alla dotazione degli strumenti di misura.

Il recupero termico da cogenerazione viene utilizzato per la climatizzazione degli ambienti, in particolare:

- In inverno, per il riscaldamento degli ambienti dell'area produttiva (capannoni), attraverso termostrisce;
- In estate (e nelle mezze stagioni), per il raffrescamento della Palazzina Uffici attraverso unità di trattamento aria (UTA).

La regolazione del funzionamento della centrale di cogenerazione è gestita attraverso un sistema di controllo che prevede le seguenti modalità di gestione:

- Carico Elettrico Variabile (inseguimento elettrico): in questo caso la macchina genera la potenza elettrica inseguendo il carico elettrico e contestualmente andrà a generare la corrispondente energia termica dissipando il carico termico eccedente a quello recuperabile dall'impianto;
- Carico Elettrico Costante (inseguimento termico): Il conduttore imposta la potenza elettrica da generare in base al carico elettrico richiesto dall'utenza e valuta la congruenza con il livello di recupero termico necessario a soddisfare i fabbisogni termici, regolando di volta in volta la potenza elettrica generata.

Al fine di ottimizzare i vantaggi del sistema cogenerativo, l'impianto in esame viene gestito in modo tale che l'energia termica recuperata sia il più possibile allineata al fabbisogno termico per la climatizzazione degli ambienti, non essendoci possibilità di accumulo e/o destinazione ad altre utenze termiche. L'eventuale surplus di energia elettrica prodotta viene immessa in rete. Nella pratica la gestione viene realizzata come segue:

- Carico Elettrico Costante (inseguimento termico):
 - Inverno: Novembre, Dicembre, Gennaio, Febbraio a pieno carico potenza nominale;

- Mezza Stagione: Ottobre, Marzo a potenza ridotta (70% della Pn);
- Estate: Giugno, Luglio, Agosto a potenza ridotta (70% Pn ma può variare secondo il carico).
- Carico Elettrico Variabile (inseguimento elettrico):
 - Mezza Stagione: Aprile, Maggio, Settembre.
- *Descrizione della soluzione tecnologica più efficiente* - Per sistemi di questo tipo, in cui tutto il calore recuperato è effettivamente utilizzato (calore utile), il recupero termico potenziale è dell'ordine del 40%, ma essendo un recupero termico fatto sulla climatizzazione ambientale tale valore non è facilmente raggiungibile nei periodi in cui i fabbisogni termici per la climatizzazione sono di modesta entità. Risulta chiaro che massimizzare il recupero termico nel periodo invernale comporterebbe un vantaggio in termini di riduzione della spesa di gas naturale attraverso la generazione separata. Inoltre aumenterebbe il numero di Certificati Bianchi in sede di rendicontazione e quindi l'incentivazione dell'unità. Da una prima verifica, sembrerebbe che il recupero termico effettuato nel periodo invernale sia già al massimo della sua potenzialità. Si suggerisce quindi di verificare gli aspetti legati all'attuale recupero termico al fine di valutare azioni che ne possano aumentare la sua entità. Ad esempio, variando le attuali impostazioni della gestione impiantistica oppure attraverso un intervento impiantistico che permetta di incrementare recupero termico per il riscaldamento della Palazzina Uffici.
- *Tabella riassuntiva dell'investimento* - Si rinviando analisi specifiche sui costi e benefici di eventuali investimenti dopo eventuali approfondimenti sull'attuale gestione.
- *Note aggiuntive* - Ad oggi la valutazione dei chilowattora di energia termica del gas naturale consumato dal cogeneratore viene eseguita attraverso il calcolo del "Coefficiente C" secondo il procedimento indicato nella Delibera citata. Al fine di non penalizzare la prestazione in termini di rendimento dell'unità si suggerisce di installare un nuovo misuratore gas che esegua la correzione in pressione e temperatura al fine di determinare il corretto quantitativo di Standard Metri Cubi di gas consumati dalla macchina.

5.2. Priorità di realizzazione degli interventi

Per ogni Sito sono stati identificati e proposti una serie di interventi, atti a migliorare i consumi energetici. Ogni Sito ha casistiche differenti. Gli interventi proposti sono inerenti al campo dei servizi principalmente.

Per tutti e tre i Siti il primo intervento da attuare è quello sull'aria compressa. Questo vettore occupa una grossa percentuale di consumi. È indispensabile quindi fare efficienza energetica cercando di diminuire complessivamente il fabbisogno di energia elettrica della sala compressori. L'investimento di tale intervento è piuttosto rilevante, però è vantaggioso perché il recupero è possibile in pochi anni. E successivamente il vantaggio è notevole. Come già suggerito negli interventi, prima di effettuare una sostituzione delle macchine, conviene verificare eventuali perdite di rete di aria compressa, e quindi visionare a monte lo stato del sistema per poi intervenire in modo adeguato.

Un altro intervento importante, per tutti e tre i Siti, è la sostituzione dei caricabatterie tradizionali (50 Hz), usati nei carrelli elevatori. Attualmente sono disponibili caricabatterie ad alta frequenza, che permettono un maggior risparmio di energia. Questo investimento, meno oneroso dell'aria compressa, ha un ritorno breve in termini di anni. Permette di fare efficienza avendo un guadagno fin da subito.

Gli altri interventi possono essere presi in considerazione dopo aver predisposto quelli appena descritti.

Oltre agli interventi descritti finora, validi per tutti e tre i Siti, ve ne sono altri specifici per ognuno di essi.

Di fondamentale importanza, da attuare fin da subito, per Y vi è il rifasamento. È un investimento non elevato e con un vantaggio immediato, e un ritorno rapido. Esso è necessario poiché l'impresa paga ogni anno penali cospicue (qualche migliaio di Euro) dovute al cos ϕ limite, che per il 2014 era fissato a 0,9, ma che dal 1 Gennaio 2016 è passato a 0,95. È un intervento veloce, di grande efficacia, con effetti positivi nell'immediato.

Per Z invece, un intervento assolutamente interessante e necessario è legato al recupero termico del proprio trigeneratore. Senza effettuare investimenti economici, è possibile fare efficienza intervenendo direttamente nell'unità cogenerativa, perché può essere sfruttato maggiormente il calore; vi sono possibili margini di miglioramento. Innanzitutto sarebbe bene installare un sistema di misura adeguato, che effettui misurazioni in temperatura e in pressione.

Successivamente effettuare un'analisi più dettagliata, per variare delle impostazioni impiantistiche oppure intervenire direttamente nell'impianto per migliorare il recupero termico (il rendimento medio annuale è pari al 20%).

Avendo un impianto del genere, è bene fare delle valutazioni ad hoc.

Dopo aver analizzato gli interventi principali, si può procedere nell'attuazione dei restanti investimenti proposti.

Parallelamente agli interventi da realizzare, bisogna porre attenzione su un argomento fondamentale, senza il quale non sarebbero possibili certe valutazioni e non sarebbero giustificati certi interventi di efficienza energetica, ovvero il sistema di monitoraggio.

6. MONITORAGGIO

6.1. Analisi introduttiva

Il sistema di monitoraggio rappresenta il principale strumento di controllo ed analisi dei consumi energetici; è un sistema atto a effettuare un controllo costante, un monitoraggio, su qualsivoglia carico analizzare, o per ricavare informazioni di altro genere, utili all'impresa. Può essere una soluzione valida per qualunque utenza utilizzi energia all'interno dell'impresa, facente parte di qualsiasi attività o servizio.

Può essere usato per visionare il consumo di energia delle utenze, per capire come stanno lavorando e le rispettive ore di funzionamento, per ottenere dati sui prodotti che escono dalle macchine, quantificando così la produzione, in ottica di utilizzo di indici prestazionali, che delineino un quadro energetico aziendale più ampio con un grado di dettaglio più elevato.

Possono essere usati per usi energetici, per valutare una specifica tecnologia, per verificare e misurare il risparmio energetico, per la gestione dell'impresa. Ad esempio un buon sistema di monitoraggio può essere utile anche nel settore commerciale, in quello economico, e nel reparto vendite.

Il sistema di gestione e controllo dell'energia, dà completezza alla definizione di efficienza energetica, ricercando strumenti atti al suo raggiungimento, evidenziando possibili miglioramenti.

I vantaggi che si possono ottenere sono molteplici:

- Controllare in tempo reale ed in maniera continua lo stato di funzionamento degli impianti ed i relativi consumi;
- Garantire un'adeguata gestione energetica;
- Segnalare automaticamente anomalie o derive rispetto ad andamenti definiti o sulla base di tarature dei set point o sullo storico;
- Produrre analisi del sistema che possano essere utilizzate anche per pianificare interventi di efficientamento energetico o di manutenzione;
- Monitorare l'efficacia di interventi eseguiti;
- Controllare i consumi passivi, ad esempio quelli notturni, non sempre di facile analisi;
- Controllare l'energia reattiva per evitare penalità;

- Controllare i consumi ed i costi suddivisi per fasce orarie;
- Configurare report.

Il monitoraggio mostra lo stato attuale dell'impresa analizzata, pone l'attenzione su anomalie e criticità, per spingere l'utente ad attuare un miglioramento. Ottimizzando i consumi e limitando gli sprechi si avrà di fatto un risparmio economico.

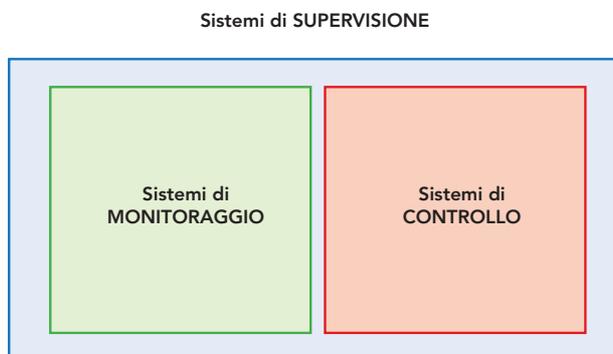
Grazie a queste misurazioni dirette in tempo reale si riescono ad individuare subito le criticità e risolvere in poco tempo i problemi emersi. Se non c'è un sistema di monitoraggio, la non tempestività di intervento viene meno, e ciò comporta inefficienze maggiori e conseguenti aumenti di consumo e di costo.

Nello specifico, queste soluzioni di monitoraggio, composte da dispositivi hardware abilitanti la rilevazione dei dati energetici ed applicativi software che permettono l'analisi delle informazioni raccolte, si strutturano in tre possibili configurazioni. In primo luogo, i "sistemi di monitoraggio" permettono la raccolta delle informazioni sullo stato di una o più utenze energetiche e la rielaborazione di queste attraverso analisi di benchmark rispetto a situazioni "ideali" di funzionamento degli impianti. In secondo luogo, i "sistemi di controllo" permettono di monitorare l'andamento delle utenze energetiche, confrontare le informazioni ottenute con valori target predefiniti (set-point) e, quindi, implementare automaticamente eventuali azioni correttive. In base al tipo di applicazioni che si intendono monitorare (ad esempio sala compressori) i risparmi in termini di consumi energetici possono raggiungere livelli più considerevoli a fronte di un maggior costo d'investimento. Infine, i "sistemi di supervisione" condensano le funzionalità degli altri due sistemi consentendo di monitorare l'andamento dell'utenza energetica, confrontare le informazioni ottenute con valori target predefiniti, scegliere ed implementare automaticamente le eventuali azioni correttive in base ai risultati di analisi tecnico-economiche e di benchmark.

Il documento 2014 "Energy Efficiency Report" parla in senso più ampio di "Energy Intelligence", concetto definito come "creazione di know-how grazie alla rielaborazione delle informazioni sui consumi elettrici e termici di un'utenza energetica. Tale conoscenza può essere poi utilizzata al fine di determinare un vantaggio competitivo per l'utenza stessa, grazie alla riduzione del costo della bolletta energetica".

Mediante lo schema seguente si possono definire le tre configurazioni sopra descritte, per poi evidenziare i vantaggi e le funzionalità di ciascuna di esse.

Figura A.47 – Configurazioni Energy Intelligence

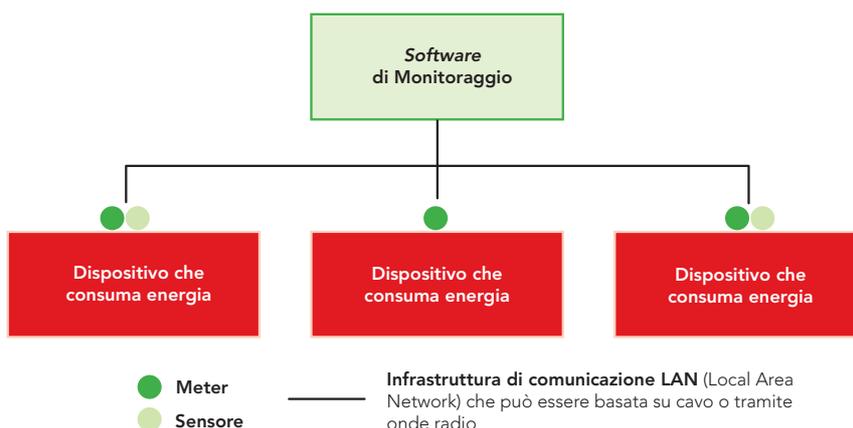


Si possono quindi definire:

- **Sistemi di Monitoraggio**

Una configurazione hardware-software che permette di conoscere e valutare lo stato di un'utenza energetica. Il seguente schema, tratto dall'“Energy Efficiency Report”, permette di capire come in genere è strutturata una Rete di Monitoraggio.

Figura A.48 – Struttura Sistema di Monitoraggio



Nei vari dispositivi da monitorare sono collegati due strumenti principalmente, il meter e il sensore. Il “misuratore” rileva la quantità della sostanza che transita (ad esempio energia elettrica), mentre il sensore rileva informazioni su grandezze fisiche che influenzano i consumi, quali temperatura, umidità, pressione.

Questi strumenti hardware si interfacciano con il software creando così una rete di monitoraggio. Sono collegati mediante un'infrastruttura LAN, via cavo o attraverso onde radio.

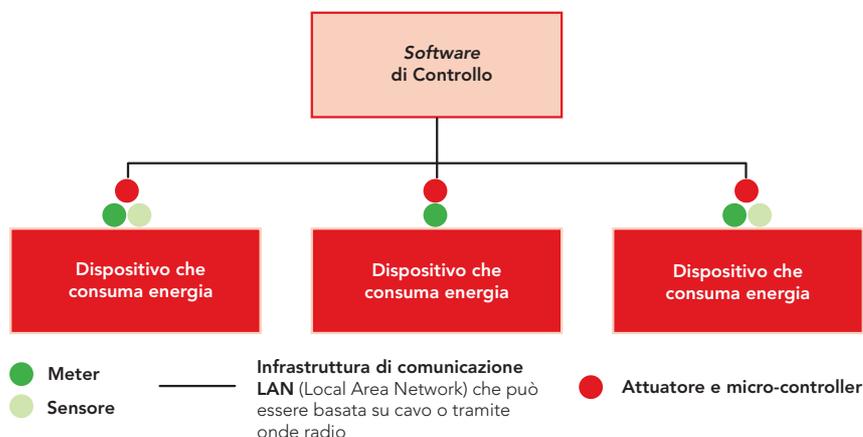
I sistemi di monitoraggio possono essere divisi in due tipologie:

- Smart metering system (SMS) – sistema di monitoraggio semplice: permette l'acquisizione di segnali digitali attraverso dispositivi hardware. Il software elabora i dati monitorando i consumi, individuando le aree del sistema più energivore;
- Energy information system (EIS) – sistema di monitoraggio complesso: permette di fare analisi più complesse, quali benchmark con situazioni "ideali", simulazioni tecnico-economiche di sostituzioni/miglioramenti.

• **Sistemi di Controllo**

Una configurazione hardware-software che permette di conoscere e valutare lo stato di un'utenza energetica, confrontare le informazioni ottenute con valori target predefiniti ed inseriti nel software di Controllo da remoto, implementare automaticamente eventuali azioni correttive. Il software di Controllo invia un segnale ai micro-controller che regolano gli attuatori per «riallineare» i device, che assorbono energia nell'utenza, con i valori target predefiniti. Il seguente schema, tratto dall'"Energy Efficiency Report", permette di capire come in genere è strutturato un Sistema di Controllo.

Figura A.49 – Struttura Sistema di Controllo



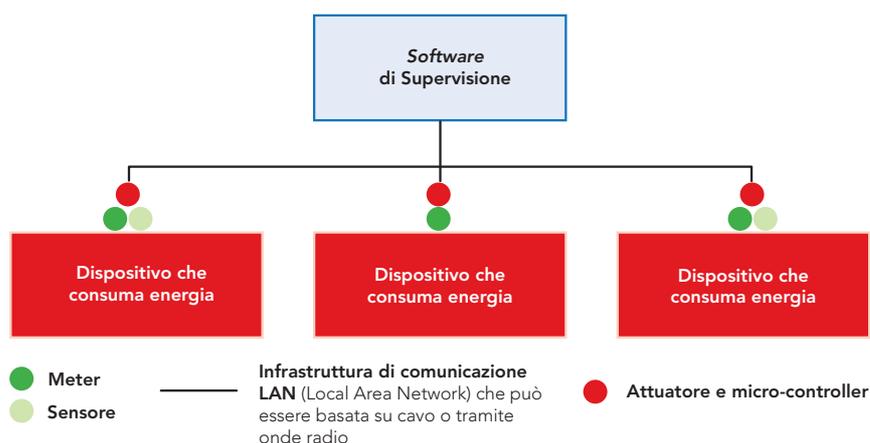
Se il sistema di monitoraggio è definito come “sistema di controllo”, vi è presente anche un attuatore, dispositivo in grado di regolare l’andamento di una determinata unità d’analisi a seguito di un segnale elettrico (viene gestito direttamente dal software di sistema).

Se i sistemi prevedono l’uso di attuatore, si possono avere altre configurazioni, relative ai sistemi di controllo, come ad esempio “Supervisory control and data acquisition” (SCADA).

- **Sistemi di Supervisione**

Una configurazione hardware-software che unisce le funzionalità dei due sistemi precedenti. Il software di Supervisione stima i benefici economici derivanti dalle possibili azioni correttive adottabili. Il seguente schema, tratto dall’“Energy Efficiency Report”, permette di capire come in genere è strutturato un Sistema di Supervisione.

Figura A.50 – Struttura Sistema di Supervisione



Il Sistema di Supervisione si definisce come: “Energy management system” (EMS).

Oltre ad un sistema di monitoraggio fisso, vi è un'altra soluzione, mediante strumenti di misura portatili, anch'essi vantaggiosi perché facilmente installabili e rimovibili sui carichi che si vogliono analizzare; sono pratici e flessibili perché possono essere spostati da un'utenza all'altra in base alla necessità di rilevazione dati. Inoltre è possibile visualizzare già nello strumento stesso i dati ricercati; questo è un vantaggio nel caso in cui si debba intervenire direttamente in campo, a causa di un malfunzionamento o quant'altro.

Uno degli obiettivi principali dei monitoraggi è anche quello di andare a determinare degli indici prestazionali, per effettuare analisi di benchmarking. Ad esempio si può tenere sott'occhio il

consumo di una macchina, e contemporaneamente i pezzi che subiscono la sua lavorazione, decretando così anche il peso dell'oggetto che esce da essa. Questo rapporto permette di creare un indice, che può essere utilizzato confrontandolo con i valori tipici medi del mercato, oppure creato apposta per analisi interne all'impresa, dando origine a un database, in continuo aggiornamento, indispensabile per raffronti futuri. Come verrà evidenziato successivamente, è stato difficile, per i casi studio analizzati, il recupero di valori, e la realizzazione degli indici, proprio perché non vi erano sistemi di monitoraggio attivi.

6.2. Situazione attuale

Attualmente i Siti Produttivi sono completamente sprovvisti di sistemi di monitoraggio permanenti delle utenze elettriche e termiche, salvo i relativi contatori fiscali dell'energia elettrica, termica, di produzione dell'impianto fotovoltaico e del tringeneratore per Z. Inoltre anche gli attuali sistemi di gestione dei processi produttivi non risultano adeguatamente predisposti nel raccogliere le informazioni utili al fine di dare il giusto peso energetico allo specifico prodotto realizzato, come ad esempio: ore effettive di funzionamento (salvo in alcuni casi) e di fermo macchina, quantità reali lavorate espresse in unità fisiche di riferimento (kg, m², ecc.) in funzione della tipologia di prodotto lavorato.

Alcuni punti essenziali delle Diagnosi, si sono rivelati piuttosto complicati. Facendo l'analisi direttamente sul campo si evince come sia difficile il recupero di alcuni dati anche per l'impresa stessa. È stato molto difficile in primis censire le utenze presenti nei vari Siti, e successivamente attribuire i valori utili.

Inizialmente è stato chiesto alle imprese di descrivere i carichi presenti nei Siti. Già in questa prima fase si sono riscontrate diverse difficoltà poiché le utenze non erano censite. Le macchine infatti vengono catalogate con dei nomi chiave, definiti internamente (ad esempio cespite 1051), ma di essi non vengono riportate le informazioni basilari, ovvero i dati di targa. Quindi per ogni macchina è stato preso il dato di targa direttamente sulla targhetta dell'utenza, nei locali dove appunto sono collocate. È stato piuttosto complicato per X effettuare il censimento, poiché alcune utenze talvolta vengono raggruppate in un unico centro di lavoro. Per definire però i consumi si è preferito, nella maggior parte dei casi, studiare il comportamento della singola macchina e non del relativo centro di lavoro a cui fa riferimento; ciò ha reso più difficile la raccolta dei dati. Infine nel caso in cui non si poteva risalire alla targhetta, perché magari mancante, si sono consultate schede tecniche delle

case costruttrici o di macchinari simili, in modo da recuperare Potenza e anno di installazione in modo abbastanza attendibile.

Altro dato fondamentale sono le ore di funzionamento in un anno di attività.

L'analisi è stata effettuata per il 2014. In queste grandi imprese in un anno vi sono diversi cambiamenti, quali fermi macchina, ricambi, rotture, sostituzioni, reinserimenti di utenze. È stato quindi complicato risalire alle effettive ore di funzionamento delle macchine. Solo alcuni carichi sono stati monitorati per quanto riguarda le ore di funzionamento, mentre per la maggior parte delle utenze non si aveva alcun dato orario monitorato. Si è proceduto o stimando le ore di funzionamento con i Responsabili della Produzione, oppure chiedendo direttamente in loco agli operatori quando viene utilizzata l'utenza in esame. Si è così potuto stimare le ore di funzionamento delle singole utenze, dato fondamentale per capire quanta energia attribuire a ogni singolo carico. Mediante il dato inerente le potenze installate e le ore di funzionamento, è stato possibile il "calcolo" dell'energia consumata. Si è utilizzato anche un altro metodo, in accordo con le imprese, per i carichi importanti da monitorare; si sono effettuate misurazioni con analizzatori o pinze amperometriche in una giornata di lavoro tipo o in più giorni significativi, in modo da risalire al consumo annuale energetico in modo abbastanza preciso e veritiero. Solo alcuni carichi sono stati monitorati a spot, visto la complessità e il numero di macchine presenti nei tre Siti produttivi. Ripartire correttamente l'energia consumata è l'obiettivo delle Diagnosi, e ciò, grazie a questi step, è stato reso possibile.

Un altro dato fondamentale è il quantitativo dell'oggetto prodotto da una singola macchina. È importante capire il numero di pezzi lavorati dalle utenze, quanti presenti nel processo produttivo. Ma un dato ancor più rilevante è definire il numero dei pezzi secondo unità di misura, in modo da poterli confrontare. Questo serve ai fini di determinare gli indici prestazionali per l'analisi di benchmark. Ecco che si sono definite le quantità dei vari prodotti in base a peso o superficie. Per tutti e tre i Siti non è stato possibile ricavare le quantità mediante monitoraggio, perché non predisposto; quindi si è proceduto come segue.

X conta quattro flussi prodotto. Per ciascun prodotto (flusso) vi è una enorme frammentazione di articoli diversi in termini di materiale, forma dimensioni e peso. L'attuale sistema gestionale non permette di caratterizzare la produzione in termini di peso o superficie, ma solo in termini di numero di pezzi prodotti. Per la produzione 2014 sono stati individuati 14.000 articoli diversi.

La conversione da numero pezzi prodotti a unità fisiche di riferimento (kg, m², ecc.) non è valutabile in modo puntuale con i dati ad oggi caricati a sistema. Con l'aiuto dei Responsabili di ciascun Flusso e del Responsabile Qualità sono stati definiti in prima approssimazione le unità fisiche di riferimento e l'equivalente valore medio del singolo pezzo prodotto da ciascun flusso in base al seguente procedimento.

Il "flusso guarnizioni" è caratterizzato da oltre un migliaio di articoli diversi prodotti nel 2014. L'unità fisica adottata per esprimere la produzione 2014 è la superficie (m²) poiché le materie prime, utilizzate per la produzione, vengono prevalentemente contabilizzate a sistema attraverso tale unità di misura. Per determinare il coefficiente di conversione tra numero di guarnizioni prodotte e superficie equivalente, sono state estratte dal gestionale le quantità prodotte riferite agli articoli più rappresentativi della produzione 2014. Le materie prime espresse in termini di peso e di lunghezza lineare sono state quindi convertite in superficie con opportune ipotesi in base alle specifiche di fornitura. Fatta questa conversione risultava nota tutta la materia prima in termini di superficie impiegata per realizzare i principali articoli. È stato quindi ipotizzato, assieme al Responsabile Qualità, uno sfrido medio pari al 40% per realizzare il prodotto finito. Dalle assunzioni fatte è stata valutata una superficie media equivalente della singola guarnizione pari a 0,0115 m². Nel 2014 sono state prodotte 36.138.347 guarnizioni che in termini di superficie corrispondono a circa 415.591 m² di guarnizioni.

Il "flusso metalli" è caratterizzato da oltre un migliaio di articoli diversi prodotti nel 2014. Dal sistema gestionale è stato estratto il numero pezzi lavorati dai centri di lavoro e l'equivalente valore in peso senza distinzione per tipologia di articolo. Nel 2014 sono stati prodotti 53.000.000 pz. per un peso equivalente pari a circa 2.100.000 kg. Dal rapporto di questi due valori si ottiene un peso medio del singolo pezzo lavorato di circa 0,04 kg.

Il "flusso cilindri" è caratterizzato da oltre un centinaio di articoli diversi prodotti nel 2014. Il peso di ciascun articolo era stato misurato e catalogato preventivamente dal responsabile del flusso. Il peso medio del cilindro lavorato da tale flusso è di circa 1 kg. Tale valore non si discosta di molto dal peso degli articoli lavorati nel 2014. Quindi, in accordo con il responsabile del flusso, la produzione 2014 caratterizzata da 55.010 pz. è stata riportata in termini di peso a 55.010 kg.

Il "flusso MMD" è caratterizzato da oltre un migliaio di articoli diversi prodotti nel 2014.

L'attività produttiva di tale flusso è la realizzazione di kit di guarnizioni (busta contenente una collezione di guarnizioni di numero, forma, materiale, superficie e peso diverse). La produzione quindi non è stata convertita in unità fisiche di riferimento per la poca significatività dell'eventuale

valore di superficie rappresentante il kit equivalente. Inoltre si è voluto tener separato tale flusso dal flusso guarnizioni per espressa richiesta dell'azienda. Nel 2014 sono stati prodotti 7.287.493 kit.

Per Y è stato usato il medesimo procedimento di X (visto che fanno parte della stessa impresa). Cambiano solo i risultati finali, che si differenziano per numero pezzi e quantità. Dalle assunzioni fatte è stata valutata una superficie media equivalente, per quanto riguarda le guarnizioni, pari a 0,0115 m². Nel 2014 sono state prodotte 2.105.536 guarnizioni che in termini di superficie corrispondono a circa 24.214 m² di guarnizioni. Per quanto riguarda i metalli invece, nel 2014 sono stati prodotti 7.625.547 pz. per un peso equivalente pari a circa 168.525 kg. Dal rapporto di questi due valori si ottiene un peso medio del singolo pezzo lavorato di circa 0,02 kg.

Per Z invece, è stato possibile recuperare soltanto il dato globale annuo di numero pezzi (18.946 pz.) e superficie (110.521 m²) dell'unico flusso aziendale "cellule".

6.3. Opportunità di sviluppo

I siti produttivi soggetti a Diagnosi Energetica delle imprese che rientrano nell'obbligo del D.Lgs 102/14, a partire dal secondo "giro" di Diagnosi, dovranno munirsi di un sistema di monitoraggio con contatori dedicati.

Sulla base dell'insieme delle aree funzionali (attività principali, servizi ausiliari e servizi generali) per le quali in questo lavoro è stato possibile stimare il peso energetico delle singole utenze presenti nei Siti, si propone l'implementazione di un piano di monitoraggio permanente in grado di tener sotto controllo continuo i dati significativi dei contesti aziendali, sia per acquisire informazioni utili al processo gestionale che per dare il giusto peso energetico allo specifico prodotto realizzato. Pertanto il piano di monitoraggio che dovrà essere definito dovrà tener conto dei seguenti aspetti:

- L'elenco dei dati da raccogliere
- La modalità di raccolta dei dati
- La frequenza di raccolta dei dati
- La definizione dei punti di consumo da monitorare (albero dei contatori di misura)
- La tipologia e le caratteristiche della strumentazione da utilizzare

6.3.1. I dati da raccogliere

Il sistema informativo per l'energia in grado di supportare l'Azienda deve prevedere la raccolta delle seguenti 3 categorie principali di dati:

- *Dati di consumo:* sono i dati fondamentali per la gestione dell'energia in quanto sono necessari per comprendere come vengono generati i costi energetici e come possono essere ridotti. Per i Siti Produttivi si suggerisce di prendere in considerazione:
 - dati di consumo di energia elettrica
 - ore di funzionamento delle utenze elettriche
 - dati di produzione fotovoltaica di energia elettrica
 - dati di produzione unità cogenerativa di energia elettrica

In particolare, per questo ultimo punto, si consiglia di predisporre un sistema di monitoraggio del prelievo di gas naturale del trigeneratore, che corregga temperatura e pressione, per la determinazione corretta degli Sm³ consumati.

- *Dati di costo:* la cui fonte principale non può che essere il fornitore di energia. Per tali dati si consiglia di tenere monitorati per l'energia elettrica:
 - Quota Energia del Servizio di Vendita
 - Ripartizione percentuale dell'energia prelevata per fasce di consumo
 - Quota Potenza
 - Penale per il trasporto di energia reattiva
- *Driver di consumo energetico:* detti anche fattori di aggiustamento, sono le variabili in grado di influenzare il consumo energetico del Sito Produttivo. Per i Siti Produttivi si suggerisce di prendere in considerazione i seguenti fattori di aggiustamento:
 - Volumi di produzione di ciascun flusso espressi in unità fisiche di riferimento (kg, m², ecc.)
 - Volumi di aria compressa prodotta
 - Temperature esterne ed interne

6.3.2. *La modalità di raccolta di dati*

La modalità di raccolta dei dati provenienti da fatture e misurazioni deve essere di tipo elettronico. La disponibilità elettronica dei dati provenienti dalle misurazioni è legata alla tecnologia utilizzata dal sistema di monitoraggio. Sistemi di misura elettronici possono registrare i dati misurati e possono comunicare automaticamente, o meno, con il sistema informatico dell'azienda. Le tecnologie di comunicazione disponibili vanno da modem GPRS o GSM per l'invio di pacchetti dati ad un ricevitore, alla trasmissione radio a bassa potenza fino all'utilizzo di reti Ethernet e/o Internet. Bisogna predisporre un buon sistema di raccolta dati. Il monitoraggio senza un sistema di gestione adeguato, che sappia trasformare i dati raccolti in informazioni utili per l'azienda, non ha molto senso. È importante che ci sia una buona interconnessione tra le due cose, e personale dedicato che sappia affrontare nel migliore dei modi le problematiche che emergono dal monitoraggio sul campo e ricercare soluzioni concrete.

6.3.3. *La frequenza di raccolta dei dati*

La frequenza di raccolta dei dati è determinata dalla tecnologia di misurazione. Facendo riferimento alla pompa di calore aria-aria per la climatizzazione degli uffici, se il misuratore di energia elettrica fornisce dati di consumo relativi al quarto d'ora può essere poco utile raccogliere dati relativi al fattore di aggiustamento temperatura esterna o umidità con una frequenza maggiore. Analogamente facendo riferimento ai consumi energetici di un centro di lavoro della produzione, sarebbe poco utile raccogliere dati di consumo elettrico al quarto d'ora se il relativo fattore di aggiustamento, il volume di produzione, è disponibile solo per un turno di lavoro. Si è suggerito quindi di valutare la frequenza di raccolta dei dati per ciascun punto di misura tenendo conto delle tecniche di analisi dati che andranno applicate ai dati ottenuti.

6.3.4. *L'albero dei contatori di misura*

Le dimensioni dei Siti e le entità dei consumi giustificano il ricorso ad un numero considerevole di misuratori; pertanto è bene porre la giusta attenzione nel determinare il numero e la disposizione più adeguata. L'efficacia del controllo energetico dipenderà da quanto l'albero dei contatori rispetterà 3 criteri fondamentali:

1. distinzione delle fasi di generazione e distribuzione da quelle di utilizzo dell'energia

2. distinzione tra i diversi utilizzi (energia elettrica per illuminazione, condizionamento, forza motrice ecc.)
3. distinzione tra aree funzionali che presentano attività e comportamento dei consumi differente (attività principali, servizi ausiliari e servizi generali)

Ovviamente la definizione di un albero dei contatori nella pratica non potrà non tener conto dei vincoli legati al layout degli impianti di distribuzione dell'energia esistenti. Per esempio se il layout dell'impianto elettrico non prevede sottosistemi separati per reparti e per tipo di uso (linee produttive, centri di lavoro, illuminazione ecc.) sarà sicuramente più complicato e dispendioso misurare separatamente i loro contributi.

6.4. Cosa monitorare

Per tutti e tre i Siti in genere vengono contabilizzate le materie prime in ingresso, ma non le quantità, in unità di misura, dei prodotti in uscita. Per avere sotto controllo anche ciò che esce, è bene creare una raccolta dati delle quantità del prodotto finito uscente dall'azienda in esame.

Inoltre solo per qualche utenza vengono conteggiate le quantità lavorate dalla stessa; per la maggior parte dei carichi non si hanno dati monitorati. Si ha il conteggio totale del flusso o del Sito, ma non quello specifico delle macchine, che permetterebbe di fare l'analisi dettagliata e attenta.

Quindi, un obiettivo fondamentale è quello di contare il numero pezzi e la quantità prodotte di ciascun flusso aziendale in maniera esatta, per avere un quadro completo della produzione. Inoltre è bene dotare almeno le principali utenze di un sistema di monitoraggio che mostri il quantitativo prodotto da quella singola macchina. Su un parco di oltre duecento utenze, ad esempio, sarà impossibile monitorare tutto quanto, poiché i costi sarebbero troppo elevati; è bene porre l'attenzione quindi sui carichi che richiedono maggior controllo, ovvero i più importanti, i più energivori, quelli indispensabili al processo. Si proseguirà negli anni successivi con interventi in altre utenze, in modo tale da creare una vera e propria rete, che si espande con una certa logica di controllo.

Oltre alle quantità prodotte, è utile monitorare il tempo, e quindi le ore di funzionamento, e il consumo di energia dell'utenza stessa, in modo tale da tenere sotto controllo la spesa, per visionare come viene distribuita l'energia all'interno del Sistema, in base alle esigenze di ogni carico.

Qualunque analisi o controllo venga fatto, bisogna capire a che utenze dare precedenza, come strutturare la rete, come impostare il monitoraggio. Vi saranno sicuramente dei carichi principali e altri secondari. Bisogna innanzitutto individuare quelli essenziali e fare una prima scrematura. Su di essi è bene installare un sistema che permetta di monitorare più variabili contemporaneamente; ad esempio numero pezzi, quantità, ore di funzionamento, energia consumata. Anche su tutti gli altri carichi sarebbe bene installare un sistema che monitori più dati, però talvolta è impossibile da attuare, perché i costi iniziano ad aumentare se si ha un parco macchine piuttosto grande. Una soluzione molto valida, da attuare per i carichi che non possono godere di un sistema di misurazione continuo, è comprare un analizzatore. È uno strumento molto utile poiché può essere spostato da una macchina all'altra; permette di fare misurazioni a spot, per un tempo significativo. Dà comunque informazioni utili e importanti, e anche se non è un monitoraggio continuo, si riesce a definire il comportamento delle singole macchine ed analizzare il dato utile che serve all'utente. Nel caso non si disponga di analizzatore o l'impresa non voglia prenderlo in dotazione, possono essere effettuate delle misurazioni con pinza amperometrica. L'impresa, se dotata di un sistema di monitoraggio, predisposto nei carichi principali, e di analizzatore di rete per visionare le restanti utenze, può analizzare i dati raccolti, e prendere provvedimenti in merito, ad esempio predisponendo e poi effettuando un programma di efficienza energetica.

6.4.1. Carichi principali da monitorare

Aria compressa

La sala compressori deve essere monitorata. Dall'analisi dei consumi riportata nei capitoli precedenti, si evince come i consumi energetici maggiori siano dovuti proprio all'aria compressa. Per X la percentuale di energia elettrica attribuibile all'aria compressa è pari al 24,7% dell'intero Sito. Per Y invece è pari al 26%. Per Z è inferiore, pari al 6,5%, ma considerando che in questa sede si svolgono prevalentemente attività d'ufficio, è una percentuale comunque rilevante.

Necessariamente i compressori vanno monitorati, perché consumano molta energia. Effettuando un controllo continuo si può osservare come svolgono il loro lavoro, quanta energia consumano quando lavorano a potenza ridotta, quanto pesano le perdite di rete. Applicando ai compressori un sistema di monitoraggio si potrebbero avere dei grossi risparmi; ad esempio una volta determinata l'entità delle perdite di rete, si provvederà a risolvere questo problema, facendo così efficienza energetica, risparmiando nell'immediato energia e denaro, in precedenza dispersi inutilmente.

Un altro esempio, riscontrato in X, è che molte imprese lasciano sempre accesa la sala compressori, anche quando non serve l'ausilio dell'aria compressa per le lavorazioni della produzione (ad esempio di notte quando non vi è il terzo turno). Una regolazione programmata, e quindi lo spegnimento della macchina quando non lavora, permetterebbe di abbassare notevolmente i costi di esercizio, risparmiando parecchia energia. Senza pensare al fatto che in caso di eventuali mal funzionamenti, avendo un monitoraggio continuo, si riscontrerebbe subito il problema risolvendolo in un tempo più breve. E ciò è fondamentale per imprese, come quelle in esame, che hanno una grossa produzione e un elevato bisogno di aria compressa. Se si ferma l'impianto per un guasto o per altri motivi, ciò crea notevoli conseguenze in tutto il Sistema Produttivo.

- *Vantaggi: rilevamento di perdite, eventuale regolazione della pressione, efficienza in termini di gestione ore di funzionamento;*
- *Risultati: misura delle portate, analisi dei costi operativi e per utenza.*

Illuminazione

Un altro campo in cui bisogna sicuramente investire in un sistema di monitoraggio è quello dell'illuminazione. Occupa sempre una grossa parte dei consumi; in X la percentuale di energia elettrica sul totale dei consumi elettrici è pari al 9,7%, in Y pari al 12%, mentre in Z è la voce più rilevante, pari a 36,9%. Come si vede occupa una grossa fetta dei consumi, quindi è necessario intervenire con un sistema che sia in grado di monitorare come viene utilizzata l'energia. È utile perché con i dati disponibili è possibile effettuare un'analisi che porti al risparmio energetico. La soluzione più semplice, per quanto riguarda l'illuminazione è spegnere le luci che non vengono utilizzate, o quelle superflue, non necessarie. Ecco che si avranno notevoli risparmi da questa semplice azione (ad esempio se vengono spente le luci esterne ai vari Siti). Ciò incide parecchio nei consumi poiché le lampade funzionano per tante ore all'anno, e, nel caso di Siti industriali, sono presenti in gran numero, in diverse unità e potenze.

- *Vantaggi: ottimizzazione dei tempi di illuminazione;*
- *Risultati: misura dell'illuminazione, automazione, conformità alle normative, valutazione nuove tecnologie.*

Climatizzazione

Vale lo stesso discorso anche per la climatizzazione. Sarebbe bene monitorare gli impianti, il loro funzionamento; risulta infatti difficile stimare i consumi di una pompa di calore, ad esempio, senza

monitoraggio. Sono macchine influenzate molto dalla stagionalità, dalla temperatura, da un comportamento discontinuo. Risulta difficile quindi attribuire un corretto valore dei consumi senza un sistema che effettivamente monitori correttamente l'andamento dell'attività. In queste tipologie di utenze è possibile un risparmio energetico ed economico, perché controllando la situazione si identificano subito gli aspetti negativi migliorabili. Un esempio tipico è la gestione del sistema stesso; talvolta gli impianti sono in funzione in orari di non lavoro o in giorni festivi. In questo caso si hanno solo inutili sprechi di energia.

- *Vantaggi: rilevamento perdite, efficienza in termini di gestione ore di funzionamento, controllo e regolazione degli impianti;*
- *Risultati: analisi dei costi operativi, analisi degli utilizzi, settorizzazione degli ambienti.*

Anche in molti altri servizi, come ad esempio carrelli elevatori o eventuali depuratori o aspiratori, sarebbe utile attuare un sistema di monitoraggio. In genere in base all'entità di queste utenze si decide se ha senso predisporre un sistema di monitoraggio o evitare nel caso siano carichi irrisonori.

Produzione

È bene porre sistemi di monitoraggio con contattori dedicati anche in zona produzione. Sulle utenze più importanti è bene siano fissi. Sono molto utili perché in questo caso sono molteplici le informazioni che si potrebbero estrapolare, come ad esempio l'energia consumata dall'utenza, le ore di funzionamento, le quantità prodotte. Anche in questo caso, grazie a un continuo monitoraggio si è sempre a conoscenza di tutto ciò che riguarda la macchina; si può risalire direttamente al problema in caso di guasti, si può spegnere o concentrare il lavoro dell'utenza se vi è una bassa produzione, si può programmare il lavoro e i cicli che può affrontare durante il giorno, perché, monitorando i dati, si riesce a stabilire quanti prodotti si possono realizzare e in quanto tempo. È quindi uno strumento potente perché permette di gestire meglio ciò che si sta controllando, risparmiando e allo stesso tempo prevedendo una futura azione, programmandola in base alle necessità, e grazie ai dati disponibili.

- *Vantaggi: rilevamento consumi, efficienza in termini di gestione ore di funzionamento, controllo e regolazione delle utenze;*
- *Risultati: analisi dei costi operativi, analisi degli utilizzi fuori o durante i cicli di produzione, analisi avvio/chiusura produzione, quantificazione dei prodotti.*

Qui di seguito vengono esposti dei diagrammi che mostrano come si potrebbe effettuare una campagna di monitoraggio nei tre Siti.

In base ai dati ottenuti dalle Diagnosi si è preferito dare importanza ad alcune utenze; esse si differenziano nei tre Siti solo nella produzione, perché si svolgono attività diverse.

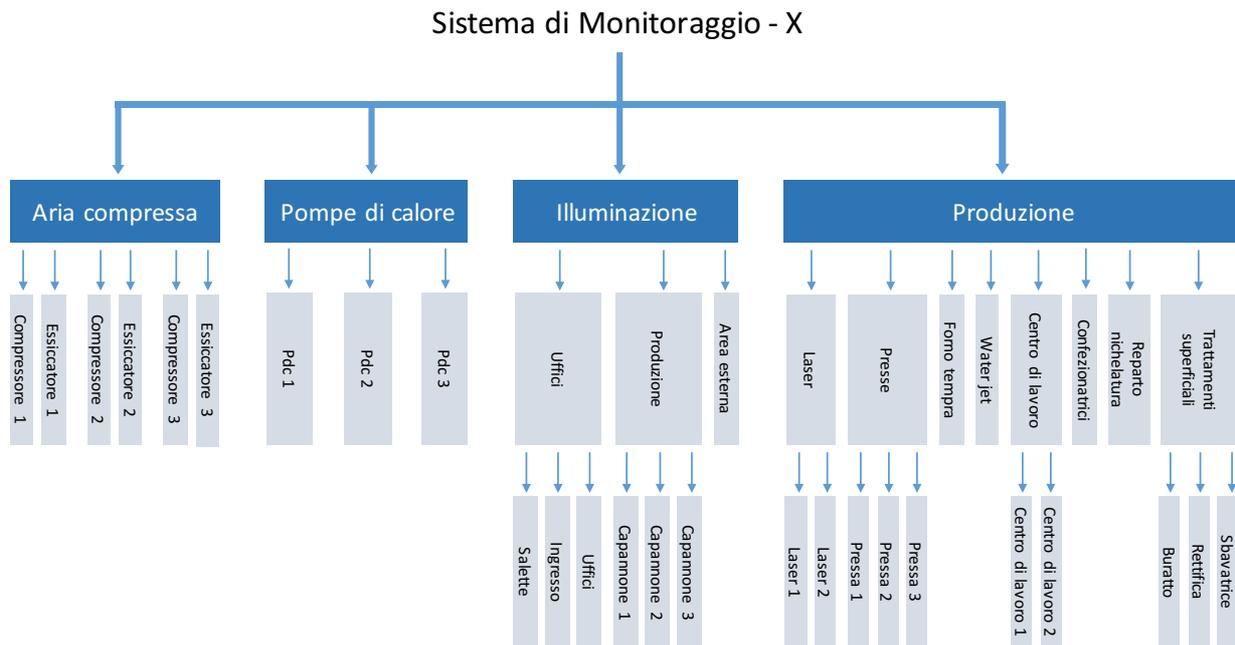
È un'idea, una proposta schematica per far comprendere come in questo argomento sia fondamentale la programmazione e la realizzazione di linee guida schematiche, per dare importanza, priorità, per capire dove intervenire.

MONITORAGGIO IN X

Nel caso di X si suggerisce di installare un sistema di monitoraggio con contattori dedicati alle seguenti utenze, tutte di tipo elettrico (il forno di tempra utilizza anche una piccola percentuale di gas):

- Compressori ed essiccatori;
- Illuminazione, suddividendo le lampade in aree/settori;
- Pompe di calore;
- Presse più importanti e più utilizzate;
- I due Laser;
- Forno di tempra;
- Water Jet
- Centri di lavoro più importanti e più utilizzati;
- Reparto nichelatura;
- Confezionatrici più importanti e più utilizzate;
- Buratti e macchine per il trattamento superficiale, i più importanti e i più utilizzati.

Figura A.51 – Proposta X - Sistema di Monitoraggio



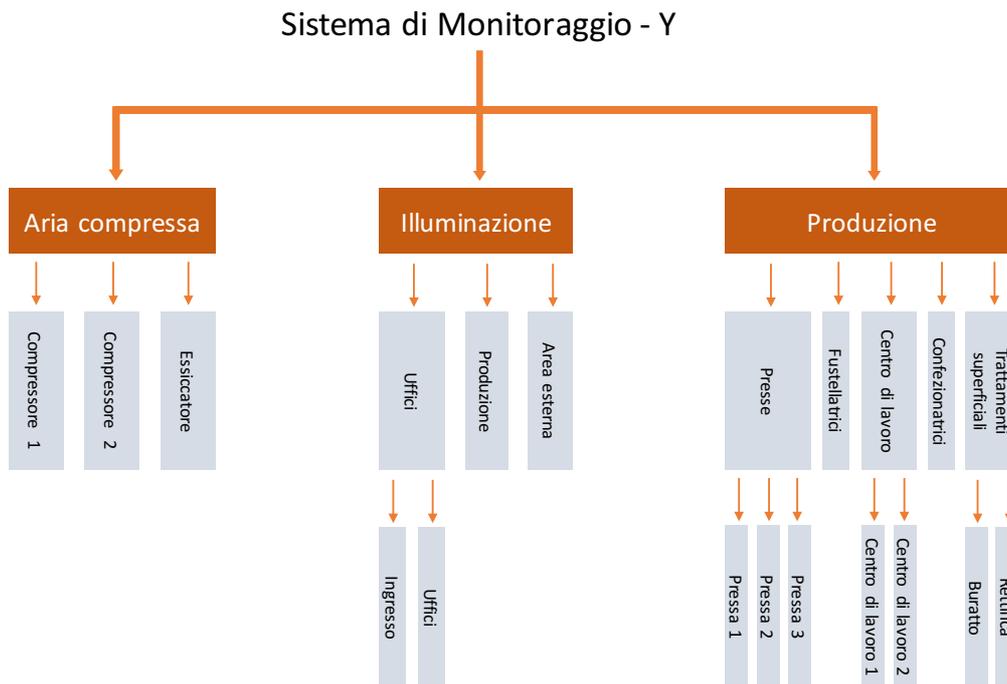
Per la produzione è bene monitorare l'energia assorbita dall'utenza e le ore di funzionamento, come nel caso di aria compressa, pompe di calore e illuminazione. È inoltre indispensabile porre un misuratore che conti i pezzi prodotti dalle macchine, in termini di numero e quantità (peso/superficie).

MONITORAGGIO IN Y

Nel caso di Y si suggerisce di installare un sistema di monitoraggio con contattori dedicati alle seguenti utenze, tutte di tipo elettrico:

- Compressori ed essiccatori;
- Illuminazione, suddividendo le lampade in aree/settori;
- Presse più importanti e più utilizzate;
- Fustellatrici più importanti e più utilizzate;
- Centri di lavoro più importanti e più utilizzati;
- Confezionatrici più importanti e più utilizzate;
- Buratti e macchine per il trattamento superficiale, i più importanti e i più utilizzati.

Figura A.52 – Proposta Y - Sistema di Monitoraggio



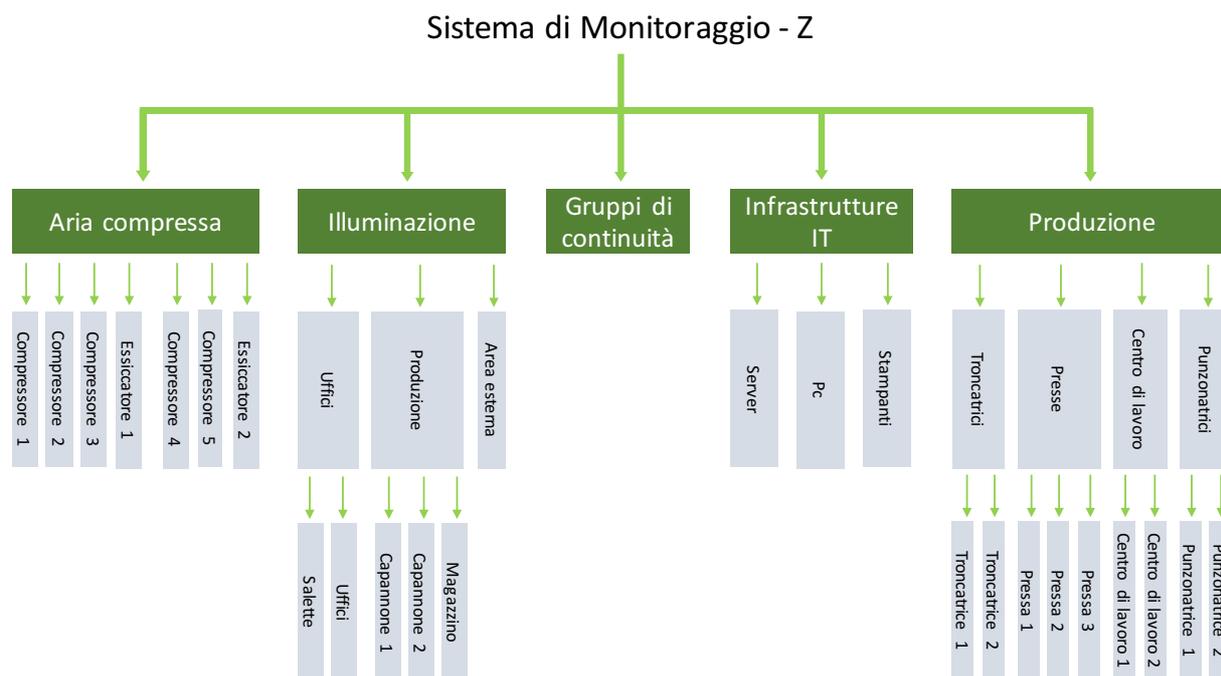
Per la produzione è bene monitorare l'energia assorbita dall'utenza e le ore di funzionamento, come nel caso di aria compressa e illuminazione. È inoltre indispensabile porre un misuratore che conti i pezzi prodotti dalle macchine, in termini di numero e quantità (peso/superficie).

MONITORAGGIO IN Z

Nel caso di Z si suggerisce di installare un sistema di monitoraggio con contattori dedicati alle seguenti utenze, tutte di tipo elettrico:

- Compressori ed essiccatori;
- Illuminazione, suddividendo le lampade in aree/settori;
- Infrastrutture IT;
- Troncatrici più importanti e più utilizzate;
- Presse più importanti e più utilizzate;
- Centri di lavoro più importanti e più utilizzati;
- Punzonatrici più importanti e più utilizzate;
- Gruppi di continuità.

Figura A.53 – Proposta Z - Sistema di Monitoraggio



Per la produzione è bene monitorare l'energia assorbita dall'utente e le ore di funzionamento, come nel caso di aria compressa, illuminazione, gruppi di continuità e infrastrutture IT. È inoltre indispensabile porre un misuratore che conti i pezzi prodotti dalle macchine, in termini di numero e quantità (peso/superficie).

Nel trigeneratore invece, è bene integrare il sistema di rilevazione già presente con dei sensori che monitorino temperatura e pressione. Essi servono ad eseguire la correzione in pressione e temperatura al fine di determinare il corretto quantitativo di Standard Metri Cubi di gas consumati dalla macchina.

Si può anche decidere di monitorare un insieme di macchine, al posto di una sola. Questa può essere una valida alternativa, nel caso in cui ad esempio le macchine considerate facciano parte di uno stesso centro di lavoro o della stessa fase. Ci sono infatti molti casi in cui più macchine sono riunite in un'isola di lavoro. Questo insieme di utenze viene considerato come un'unica macchina poiché è composto da una o più macchine principali, e tutti gli asservimenti che fanno capo alle medesime. Oppure un altro caso si ha quando vengono riunite insieme perché facente parte della stessa fase di produzione. In questi due casi quindi ha senso monitorare più macchine perché il tutto lavora insieme, quindi potrebbe essere utile verificare il consumo di tutto l'insieme "isola di lavoro" o il consumo complessivo di una fase del processo produttivo per vedere quanto incide nel prodotto finito.

Bisogna fare attenzione a come decidere di effettuare il programma di monitoraggio dei carichi; può accadere che venga utilizzato in modo sbagliato non fornendo alcun dato interessante. Ad esempio, in un caso studio è stato installato un sistema di monitoraggio su uno dei tanti quadri elettrici presenti nel Sito. I dati in uscita sono pressoché inutili perché se vi sono collegate macchine appartenenti a diverse fasi di lavoro, oppure a flussi diversi, si otterranno risultati dell'insieme globale di quelle utenze, che però non sono comparabili tra loro. O si potrebbe trovare un'altra situazione: macchine facenti parte della stessa isola di lavoro ma collegate a quadri elettrici differenti. Anche in questo caso la misurazione non ha alcun senso perché monitoro utenze di centri di lavoro differenti, senza capire che valori di energia attribuire ai singoli carichi perché ho solamente il dato globale registrato al quadro.

Sulla base delle indicazioni fornite dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), dovrebbe essere predisposto un piano di monitoraggio, nel caso delle Attività Principali, in grado di monitorare gruppi di utenze (centri di lavoro, linea produttiva, reparto ecc.) afferenti allo stesso flusso produttivo (prodotto) il cui consumo sia inferiore al 5% del consumo energetico totale dello stabilimento. In particolare il MiSE intende che il sistema di monitoraggio impieghi come metodo di misura la "misura diretta". Tuttavia sottoporre a misura diretta ogni singola utenza elettrica relativa alle Attività Principali non sarebbe una soluzione economicamente giustificabile. Di volta in volta sarà necessario effettuare un confronto tra il costo del contatore e il costo dell'energia consumata.

6.5. Costi e Benefici

Un capitolo a parte va dedicato ai costi e ai benefici che comporta un Sistema di Monitoraggio. Di seguito viene riportata la tabella presente nell'“Energy Efficiency Report”, che dà sensibilità sui costi di tali Sistemi per un processo produttivo industriale.

Tabella A.77 – Prezzi medi per componente hardware

Soluzione tecnologica	Processo Produttivo
MONITORAGGIO (M)	350 € - 1.200 €
CONTROLLO (C)	700 € - 1.600 €
SUPERVISIONE (S)	950 € - 2.200 €

I prezzi riportati sono medi per componente hardware.

Si può osservare come il costo cambia in base al tipo di Sistema utilizzato; esso aumenta se il Sistema è più complesso e se fornisce funzioni più articolate per la realizzazione di un'analisi più dettagliata. Inoltre bisogna aggiungere il costo del software che permette la memorizzazione e l'elaborazione dati. Esso è direttamente proporzionale al numero di hardware installati. Nel campo dei software, si possono trovare molteplici soluzioni, che si differenziano tra loro in base a certi criteri, quali affidabilità, robustezza, efficienza, usabilità, facilità nell'apporto di modifiche.

Anche se ogni caso studio è a sé stante con variabili sempre diverse, si può stimare il costo globale per un sistema applicativo a processi produttivi; si può andare da un minimo di 20.000 € a un massimo (in genere) di 150.000 €. Questo è solamente un range di valori tipo, ma ciò dà sensibilità sulle cifre di cui si sta parlando. Successivamente verranno anche riportati dei casi studio e degli esempi più concreti.

In termini di benefici, si possono fare alcune osservazioni grazie alla seguente tabella:

Tabella A.78 – Percentuali di risparmio energetico

Soluzione tecnologica		Processo Produttivo
MONITORAGGIO (M)	SMS	3% - 7%
	EIS	4% - 9%
CONTROLLO (C)		10% - 15%
SUPERVISIONE (S)		15% - 20%

In base a ciascuna configurazione, è stato stimato il risparmio, in percentuale, della bolletta energetica complessiva dell'utenza (elettrico + termico). Si nota come anche con un Sistema di Monitoraggio Semplice, si possano raggiungere risparmi pari al 5% (valore medio) in termini di consumo energetico, e quindi conseguentemente anche in termini economici. Ciò non è dovuto alla mera installazione dell'apparecchio, ma a ciò che ne consegue. L'utente monitora la situazione e viene "responsabilizzato" grazie ai dati raccolti; successivamente, osservando in tempo reale l'andamento dei consumi, interviene per migliorare gli sprechi, le perdite e quant'altro. In questo modo viene attuato un programma di efficienza energetica all'impresa sotto analisi.

Il tasso di risparmio conseguibile da quest'intervento quindi dipende dalla capacità dell'utente di sfruttare le informazioni raccolte per ridurre i costi come fine ultimo. Ovviamente, più sono efficaci i software e più sono prestanti gli apparecchi installati, più affidabili sono i dati recuperati per l'analisi.

In commercio è disponibile un'ampia gamma di strumenti di misura, sistemi di registrazione, invio ed elaborazione dati. Le imprese che offrono una soluzione completa di questi Sistemi sono molteplici. Nel pacchetto in genere sono compresi i misuratori (numero variabile in base alle esigenze), software di monitoraggio, controllo o supervisione. I principali marchi che operano in questo campo sono ABB, Bticino, Siemens, Johnson Controls, Schneider Electric. Nel mercato si trovano anche molti software slegati dall'hardware, strumenti molto potenti, che forniscono tabelle e grafici dopo aver effettuato ricerche e simulazione dati.

6.6. Proposta di Sistema di Monitoraggio

Nel Sito X è stata fatta una proposta per l'installazione di un Sistema di Monitoraggio. La proposta si compone di due parti essenzialmente. La prima è costituita da una campagna di monitoraggio sui carichi principali, per effettuare un'analisi preliminare, per verificare l'importanza e l'utilità di tali strumenti prima di procedere all'installazione vera e propria. La seconda prevede l'installazione del Sistema di Monitoraggio sui carichi elettrici.

6.6.1. Campagna di monitoraggio

In questa prima fase si prevede una campagna di monitoraggio, svolta con l'ausilio di tre apparecchi consoni alle potenze in gioco. Sarà impiegato un tecnico della ditta della società esterna, e un operatore tecnico interno dell'impresa per supervisionare l'operato. Nella proposta sono stati evidenziati due scenari, uno scenario "minimo" e uno "massimo", in base alle utenze da monitorare.

Scenario minimo: 3.150 €

- Monitoraggio di 20 utenze;
- Stima tempo operativo presso l'Azienda pari a circa 3 giorni lavorativi;
- Misura una tantum per 2 ore consecutive di ciascuna utenza di interesse per l'analisi energetica;
- Utilizzo di n. 3 analizzatori di rete gestiti da un operatore;
- L'applicazione e la sconnessione dello strumento comportano l'interruzione di circa un minuto dell'alimentazione dell'utenza nel caso di alimentazione mediante presa CEE

standard, di circa 15-20 minuti nel caso di utenza collegata direttamente da quadro elettrico.

- Analisi dell'andamento della potenza assorbita nel tempo e della relativa energia elettrica assorbita nelle 2 ore mediante report grafico e tabellare.

Scenario massimo: 10.706 €

- Monitoraggio di 150 utenze;
- Stima tempo operativo presso l'Azienda pari a circa 3 settimane lavorative;
- Misura una tantum per 2 ore consecutive di ciascuna utenza di interesse per l'analisi energetica;
- Utilizzo di n. 3 analizzatori di rete gestiti da un operatore;
- L'applicazione e la sconnessione dello strumento comportano l'interruzione di circa un minuto dell'alimentazione dell'utenza nel caso di alimentazione mediante presa CEE standard, di circa 15-20 minuti nel caso di utenza collegata direttamente da quadro elettrico.
- Analisi dell'andamento della potenza assorbita nel tempo e della relativa energia elettrica assorbita nelle 2 ore mediante report grafico e tabellare.

6.6.2. Sistema di monitoraggio

In questa seconda fase si procede con la proposta di installazione del sistema di monitoraggio, mediante apparecchiature necessarie per la misura e l'elaborazione di un ampio set di parametri relativi alle principali utenze, in modo da costituire un sistema di monitoraggio dei carichi elettrici che fornisca i profili di consumo in tempo reale.

Il sistema è predisposto a consentire la lettura ed elaborazione di 7 parametri per strumento. Di seguito le grandezze monitorate:

- Ore di funzionamento
- Tensione (V) [3 parametri]
- Potenza totale (kW)

- Fattore di potenza ($\cos\phi$)
- Energia attiva (kWh)

Nella proposta sono stati evidenziati due scenari, uno scenario “minimo” e uno “massimo”, in base alle utenze da monitorare. In entrambi gli scenari, il sistema in argomento sarà in grado di rilevare e registrare in modo continuo i suddetti parametri e di archivarli nella memoria disponibile nei gateway di raccolta dei segnali provenienti dagli strumenti. Questi gateway (con la configurazione di proposta si stima la necessità di 2 strumenti) dispongono già di un web server integrato che rende disponibile per il cliente una pagina web dedicata dove i dati sono leggibili in forma grafica/tabellare e lo stesso cliente può scaricarli e conservarli nella propria rete aziendale.

In considerazione del fatto che la memoria disponibile nei gateway è limitata, per evitare di perdere lo storico delle registrazioni si raccomanda nella proposta il backup regolare dei dati in questione.

Scenario minimo: 28.200 €

- Fornitura e posa in opera apparecchiature per raccolta dati di consumo di 23 utenze trifase;
- Invio dati ad un server del Cliente;
- Inserimento apparecchiature su quadri elettrici esistenti (se lo spazio disponibile lo consente) o fornitura n. 11 nuovi Quadri Elettrici per contenimento strumenti di misura (contatore di energia e contaore) da installare accanto ai quadri elettrici esistenti;
- n. 2 gateway EGX300 e n. 9 EGX100 per la raccolta dei dati dai vari strumenti (11 punti di misura complessivi su quadro elettrico).

Scenario massimo: 37.188 €

- Fornitura e posa in opera apparecchiature per raccolta dati di consumo di 44 utenze trifase;
- Invio dati ad un server del Cliente;
- Inserimento apparecchiature su quadri elettrici esistenti (se lo spazio disponibile lo consente) o fornitura n. 11 nuovi Quadri Elettrici per contenimento strumenti di misura (contatore di energia e contaore) da installare accanto ai quadri elettrici esistenti;

- n. 2 gateway EGX300 e n. 9 EGX100 per la raccolta dei dati dai vari strumenti (11 punti di misura complessivi su quadro elettrico).

6.6.3. Sistema di supervisione

Nella proposta viene anche menzionata l'implementazione del sistema di supervisione. Essa si basa sulla progettazione, personalizzazione, installazione e configurazione del software Wonderware System Platform con acquisizione della licenza (è uno dei possibili software utilizzati nei monitoraggi). Complessivamente il pacchetto con licenza e con annessi strumenti di interfaccia al server gestionale ha un costo pari a 6.600 €. Se si vuole integrare con ulteriori funzioni, come visualizzazioni in pianta e report periodico sull'andamento delle misure, il prezzo sale.

6.7. Esempi di mercato

Nel mercato è possibile trovare interventi di monitoraggio già effettuati. Gli esempi che si riportano di seguito brevemente sono significativi per comprendere i vantaggi possibili nel caso si adottasse una soluzione di monitoraggio.

Il primo esempio è relativo ad una banca, che ha voluto monitorare tutti i carichi elettrici per decretare i consumi delle proprie filiali; le suddivisioni sono state effettuate secondo il tipo di utilizzatore, il periodo di funzionamento, le tipologie di impianto di climatizzazione in base alla zona geografica, le superfici coinvolte. Il monitoraggio ha portato a diversi risultati:

- Potenze significative assorbite nel periodo notturno e festivo;
- Potenze e consumi in generale decrescenti all'aumentare della dimensione della filiale;
- Presenza di alcuni picchi di potenza in alcuni siti;
- Spegnimento degli impianti di climatizzazione al di fuori dell'orario di lavoro.

Grazie a questi risultati, descritti nell'articolo di "Gerbo, Celozzi, Zanon", è possibile scovare i punti deboli del sistema, e da qui partire con soluzioni migliorative incentivando così l'efficienza energetica e futuri risparmi economici.

Alcuni aspetti da migliorare possono essere:

- Illuminazione: gestire correttamente accensione/spegnimento luci, prevedere una sostituzione con nuove tecnologie (se necessario);
- Climatizzazione: gestire correttamente la temperatura degli ambienti e le ore di funzionamento degli impianti;
- Scegliere in modo adeguato macchine specifiche del settore (apparecchi informatici, macchine da ufficio) in base al consumo energetico e modalità di gestione.

Un monitoraggio svolto in più filiali ha quindi portato a parametrizzare i consumi e ad individuare aree su cui intervenire (impiantistiche, informatiche, gestionali) per ottimizzare il sistema.

Grazie all'analisi accurata di "Energy Efficiency Report" è stato possibile verificare altri esempi di investimenti fatti su Sistemi di Monitoraggio presenti sul mercato. Questo è utile per capire come sia un sistema alquanto versatile e sfruttabile in tantissime situazioni, civili o industriali esse siano. Inoltre sono esempi importanti perché fanno capire la convenienza di questo tipo di intervento, visto che sono sistemi già messi in atto e testati, di cui si ha già un riscontro positivo, grazie ai risultati che essi hanno prodotto. Sono esempi dei benefici reali che queste misure hanno apportato ai sistemi presi in considerazione.

Esempio 1: caso di un ospedale, a fronte di un investimento pari a 8.800 € (installazione di 60 meter per verificare i consumi in tempo reale e recupero di 14 meter già installati nella struttura) più 5.500 € dovuti all'implementazione del software di gestione centrale, si ha complessivamente un risparmio di energia elettrica annua pari a 3.750 € e di energia termica pari a 2.400 €, per un ritorno economico dell'investimento sostenuto inferiore ai 3 anni (tempo di Pay Back).

Esempio 2: caso di un processo produttivo di produzione di clinker di cemento, a fronte di un investimento pari a 108.500 € (applicazione di un sistema SCADA a 3 motori elettrici, potenza elettrica 0,75 MW l'uno, situati nell'impianto di macinazione del calcare, con regolazione automatica dei motori se il sistema dovesse rilevare anomalie), si ha complessivamente un risparmio di energia elettrica annua pari a 187.000 €, per un ritorno economico dell'investimento sostenuto inferiore ad un anno (tempo di Pay Back).

Esempio 3: caso di un processo produttivo di assemblaggio autoveicoli, a fronte di un investimento pari a 257.000 € (applicazione di un sistema EMS all'intero impianto di assemblaggio degli autoveicoli, esclusi i servizi ausiliari, caratterizzato prevalentemente da motori elettrici di potenza media 0,15 MW, inverter e sistemi di aria compressa), si ha complessivamente un risparmio di energia elettrica annua pari a 600.000 € e di energia termica pari a 98.000 €, per un ritorno economico dell'investimento sostenuto inferiore ad un anno (tempo di Pay Back).

Da questi tre esempi si vede come sia vantaggioso un intervento di monitoraggio, e quali siano le potenzialità ad esso correlate.

6.8. Applicazioni possibili

Alcune applicazioni possibili dei sistemi di monitoraggio:

- Efficienza energetica: riduzione consumi ottimizzando la produzione, individuando sprechi e cause, sensibilizzando l'utilizzatore;
- Automazione energetica: automatizzare i processi per gestire meglio l'energia;
- Centri di costo: dare un valore economico all'energia, quantificarla;
- Gestione: gestire le misurazioni e controllare a distanza i sistemi con conseguente riduzione di costi e tempi di intervento;
- Controllo anomalie: verificare anomalie intervenendo velocemente, favorire la prevenzione;
- Qualità dell'energia: controllare la qualità dell'energia, identificare cause di malfunzionamenti;
- Fonti rinnovabili: controllare il funzionamento e la redditività di questi sistemi;
- Misure ambientali e di processo: gestire parametri in grado di influenzare l'utilizzo di energia.

7. CONCLUSIONI

In conclusione, l'approccio all'implementazione del sistema di monitoraggio che può essere consigliato è quello di prevedere nei prossimi due anni uno sviluppo graduale dell'albero dei contatori, cominciando con il prevedere un sistema più capillare e accurato per le aree che presentano le migliori opportunità di risparmio energetico.

Le criticità di tale sistema sono organizzative e gestionali, ma dal punto di vista economico è una buona soluzione con un tempo di ritorno monetario di pochi anni. Anche dal punto di vista energetico è un'ottima soluzione perché permette lo sviluppo sostenibile incentivando le imprese a prestare attenzione all'efficienza energetica.

L'impresa, dal suo punto di vista, si prefissa un obiettivo principale: ridurre i costi energetici ottimizzando la produzione. In ottica aziendale, fare efficienza energetica significa conseguire risparmi economici. Nel caso quindi di efficienza energetica, la visione economica dell'impresa si sposa perfettamente con il risparmio di energia; risultano così direttamente legati i temi energetici ed economici. Il sistema di monitoraggio è lo strumento adatto, un passo fondamentale, per conseguire entrambi i risultati di risparmio.

BIBLIOGRAFIA

- *Norma UNI CEI EN ISO 50001:2011, "Sistemi di gestione dell'energia, Requisiti e linee guida per l'uso", Dicembre 2011*
- *Norma BS EN 16231:2012, "Energy efficiency benchmarking methodology", Settembre 2012*
- *Norma EN 16247-1:2012, "Energy Audits", Luglio 2012*
- *"Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 Ottobre 2012 sull'Efficienza Energetica", Ottobre 2012*
- *"Attuazione della direttiva 2012/27/UE", Decreto legislativo 4 Luglio 2014, n.102*
- *"Elementi su come elaborare la documentazione necessaria al rispetto degli obblighi previsti nell'articolo 8 del decreto legislativo 102/2014 in tema di diagnosi energetica", Enea*
- *"Circolare MiSE", 18 dicembre 2014*
- *"Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n.102 del 2014", Enea, Maggio 2015*
- *FAQ "Diagnosi energetica nelle Imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n.102 del 2014", MiSE – Enea, 14 Ottobre 2015*
- *Documenti richiesti alle Imprese utilizzati ai fini di Diagnosi (layout, fatture, analisi ambientali, ecc.)*
- *Report dei tre casi studio, Dicembre 2015*
- *Preventivo Sistema di Monitoraggio per X, 2015*
- *Legge 10/91 della palazzina uffici del Sito X, 2000*
- *"Energy Efficiency Report", Energy & Strategy Group, 2014*
- *"Stime e ottimizzazioni energetiche riferite al monitoraggio dei consumi elettrici per parametrizzazioni", Articolo Gerbo Celozzi Zanon, 2008*
- *Brochure di alcune aziende di sistemi di monitoraggio (esempio Schneider Electric)*
- *Brochure macchine di vario tipo (esempio Atlas Copco per aria compressa, Climaveneta per pompe di calore, ecc.)*
- *"Energy Action", Schneider Electric, 2009*
- *Standard IEC/EN 60034-30-1, IEC Commissione Elettrotecnica Internazionale, 2014*
- *"Guida per l'applicazione della Direttiva 2000/55/EC sui requisiti di efficienza energetica per alimentatori per illuminazione fluorescente", CELMA, Maggio 2005*

SITI CONSULTATI

- <http://www.enea.it>
- <http://www.sviluppoeconomico.gov.it/index.php/it/>
- *Prezzi Medi Nazionali Mensili del 2014 Gasolio Auto*
(<http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/prezzimedi.asp?prodcod=2&anno=2014>)
- *Data Sheets Aria Compressa* (<http://www.cagi.org/performance-verification/data-sheets.aspx#!prettyPhoto>)
- *Classificazione CELMA e Direttiva 2000/55/CE*
(http://www.disano.it/GetPage.pub_do?id=402881e50b4790d5010b47a8e5080053#sthas h.gPH7gVAB.7RqmeF7E.dpbs)
- *Cataloghi macchine* (<http://www.directindustry.it/>)
- *Brefs (BAT Reference documents) - Documenti di riferimento specifici per le varie categorie di attività* (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>)
- *Pubblicazioni ANIMA - Federazione delle associazioni nazionali dell'industria meccanica varie ed affini* (<http://www.anima.it/>)
- *Guide Settoriali ENEA* (<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/guide-settoriali.html>)
- *Pubblicazioni FIRE* (<http://www.fire-italia.org/>)
- *Energy Efficiency Report* (<http://www.energystrategy.it/>)