



# REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

*ai sensi del D.lgs 102/2014*

ID: 017084C02 | Cliente: Presso Fonderie S.r.l. | Loc. Pian dell'Olmino 49, Colle Val d'Elsa (SI)

SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLA SOCIETA' .....</b>	<b>4</b>
<b>3. TERMINI E DEFINIZIONI .....</b>	<b>4</b>
<b>4. TIPOLOGIA DEL SITO OGGETTO DI AUDIT.....</b>	<b>5</b>
4.1. <i>Confini del sito oggetto di diagnosi energetica .....</i>	5
4.2. <i>Descrizione del sito e individuazione delle attività produttive oggetto dell'analisi.....</i>	5
<b>5. CONTESTO.....</b>	<b>6</b>
5.1. <i>Incontro preliminare .....</i>	6
5.2. <i>Informazioni su chi ha condotto la diagnosi .....</i>	6
5.3. <i>Informazioni generali.....</i>	7
5.4. <i>Periodo di riferimento della diagnosi energetica .....</i>	7
5.5. <i>Unità di misura e fattori di aggiustamento adottati .....</i>	7
5.6. <i>Metodo di raccolta dati.....</i>	7
5.6.1. <i>Vettore elettrico .....</i>	7
5.6.2. <i>Andamento dei consumi elettrici.....</i>	8
5.7. <i>Vettore termico.....</i>	12
5.7.1. <i>Andamento dei consumi di gas naturale .....</i>	13
<b>6. PRODUZIONE E MATERIE PRIME .....</b>	<b>13</b>
6.1. <i>Produzione.....</i>	13
6.2. <i>Materie prime .....</i>	14
<b>7. IL PROCESSO DI LAVORAZIONE.....</b>	<b>15</b>
7.1. <i>Schema di processo.....</i>	15
7.2. <i>Le fasi del processo di lavorazione.....</i>	16
<b>8. IL SISTEMA DI RACCOLTA DATI .....</b>	<b>18</b>
<b>9. IL MODELLO ENERGETICO .....</b>	<b>19</b>
9.1. <i>Il modello elettrico: suddivisione carichi elettrici .....</i>	19
9.2. <i>Il modello termico: suddivisione carichi termici.....</i>	24
<b>10. INDICATORI DI PRESTAZIONE E CONFRONTO CON GLI STANDARD DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>26</b>
10.1. <i>Indici di prestazione globale.....</i>	26
10.1.1. <i>Indici di prestazione di riferimento .....</i>	26
10.1.2. <i>Indici di prestazione dell'Azienda .....</i>	26
10.2. <i>Efficienza della produzione di aria compressa.....</i>	26
10.2.1. <i>Indici di prestazione di riferimento .....</i>	26
10.2.2. <i>Indici di prestazione dell'Azienda .....</i>	26
10.3. <i>Efficienza del consumo di illuminazione.....</i>	27
10.3.1. <i>Indici di prestazione di riferimento .....</i>	27
10.3.2. <i>Indici di prestazione dell'Azienda .....</i>	27
<b>11. INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI: PROPOSTE DI EFFICIENTAMENTO.....</b>	<b>27</b>
11.1. <i>Sostituzione motori elettrici sistemi di aspirazione.....</i>	27

11.2. Relamping.....	28
11.3. Filtro di rete.....	30
12. TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI INTERVENTI INDIVIDUATI.....	31
13. CRITICITÀ RISCONTRATE DURANTE LA DIAGNOSI.....	31
14. CONCLUSIONI.....	32
15. ALLEGATI .....	32

## 1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta il report di diagnosi energetica dello stabilimento della società Presso Fonderie S.r.l. Loc. Pian dell'Olmino 49 - 53034 Colle Val D'Elsa (SI).

Nel Dicembre del 2015, Presso Fonderie S.r.l. (di seguito: "Azienda"), in qualità di azienda energivora ai sensi del D.lgs. 102/14, ha presentato una Diagnosi Energetica (di seguito: DE) con riferimento ai consumi dell'anno 2014.

Nell'attuale ciclo di diagnosi – obbligo del 5 Dicembre 2019 per chi ha ottemperato nel Dicembre 2015 o negli anni successivi – sarà necessario misurare i vettori energetici oggetto di analisi. Definito l'insieme delle aree funzionali e determinato il peso energetico di ciascuna di esse a mezzo di valutazioni progettuali e strumentali, si dovrà pertanto definire l'implementazione del piano di monitoraggio in modo da poter determinare un quantitativo significativo dei consumi energetici per l'anno 2018.

Ciò consentirà, divenendo così un approccio tipico per l'azienda, di tenere sotto costante controllo i dati significativi del contesto produttivo, acquisire informazioni utili al processo gestionale e dare il corretto peso energetico allo specifico prodotto da questa realizzato o al servizio dalla stessa erogato.

La percentuale di misurazione sarà funzione della tipologia di azienda analizzata – a seconda che appartenga al settore industriale o al terziario – e dall'area aziendale cui afferiscono i consumi analizzati – attività principali, servizi ausiliari o servizi generali.

Le misure potranno essere effettuate adottando le seguenti metodologie:

- campagne di misura: la durata della campagna dovrà essere scelta in modo rappresentativo – in termini di significatività, riproducibilità e validità temporale – rispetto alla tipologia di lavoro svolto dall'impianto (es: impianti stagionali). La durata minima della campagna dovrà essere giustificata dal redattore della diagnosi. Occorrerà, inoltre, rilevare i dati di produzione relativi al periodo afferente alla campagna di misura;
- installazione di strumenti di misura permanenti: in questo caso è opportuno adottare come riferimento l'anno solare precedente rispetto all'anno d'obbligo di redazione della DE.

Per l'esecuzione di tali attività (Piano e Report di monitoraggio e Diagnosi Energetica) la società Presso Fonderie S.r.l. ha dato mandato a GESCO S.p.A. GESCO S.p.A. costituisce una Energy Service Company (ESCO) regolarmente accreditata presso il Gestore dei Servizi Energetici S.p.A. (di seguito: GSE) e certificata conforme alle norme UNI CEI 11352:2014 (cert. n. 18821 Certiquality), UNI EN ISO 9001:2015 (cert. n. 24641 Certiquality), ISO 14001:2015 (cert. n. 27011 Certiquality) e OHSAS 18001:2007 (cert. n. 24642 Certiquality) che si occupa della fornitura di servizi energetici, del finanziamento – totale o parziale – degli interventi di efficienza energetica, comprese le relative verifiche periodiche di funzionalità, l'assistenza e la manutenzione, le revisioni ed il collaudo degli impianti.

La Gesco S.p.A. è stata costituita nel 2006, affermandosi subito nello sviluppo ed implementazione di progetti atti all'ottenimento di Titoli di Efficienza Energetica (TEE). Negli anni successivi ha ampliato la propria offerta, e quindi anche la propria struttura, fornendo un supporto altamente qualificato alle imprese, principalmente dei settori industriale e terziario, per l'individuazione degli interventi di efficientamento energetico da effettuare, la progettazione, la realizzazione, la gestione e manutenzione degli stessi: l'Energy Performance Contract (EPC) è, pertanto, lo strumento che, attualmente, sintetizza meglio l'operatività di GESCO nel perseguire un significativo miglioramento dell'efficienza energetica.

GESCO S.p.A. si avvale al suo interno di un team di esperti per la esecuzione di Diagnosi Energetiche coordinato da un EGE certificato ai sensi della UNI 11339.

Il Piano ed il Report di monitoraggio sono stati eseguiti secondo quanto previsto dalle "Linee Guida e Manuale Operativo per la Clusterizzazione, il rapporto di diagnosi ed il piano di monitoraggio - ENEA maggio 2019", la DE secondo l'art. 8 del D.lgs 4 luglio 2014, n. 102 e ed in conformità alle norme UNI CEI EN 16247-1:2012 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali", UNI CEI EN 16247-3:2014 "Diagnosi energetiche - Parte 3: Processi".

## 2. DESCRIZIONE DELLA SOCIETA'

Presso Fonderie S.r.l. effettua la produzione di getti in alluminio. E' specializzata nella produzione di componenti per i seguenti settori: veicoli industriali, mezzi di trasporto-motoristica, macchine agricole e movimento terra, macchine edili, macchine per l'industria della carta, cartone e derivati, del marmo, per conceria, macchine per legno, macchine per tessile, macchine utensili, pompe, valvole, trasmissioni. L'Azienda è soggetta all'obbligo di Diagnosi Energetica in quanto Impresa Energivora dall'anno 2013.

## 3. TERMINI E DEFINIZIONI

**Diagnosi Energetica:** procedura sistemica volta a:

- a) fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio (o gruppo di edifici) di un'attività e/o impianto industriale o di servizi, pubblici o privati;
- b) individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;

**Fattore di aggiustamento:** grandezza quantificabile che influenza il consumo energetico utilizzata per normalizzare e quantificare i consumi in modo omogeneo;

**Indicatore di prestazione energetica:** rapporto scelto dall'organizzazione per monitorare la prestazione energetica;

**Referente della Diagnosi (REDE):** esperto responsabile della realizzazione della diagnosi.

#### 4. TIPOLOGIA DEL SITO OGGETTO DI AUDIT

##### 4.1. Confini del sito oggetto di diagnosi energetica

L'azienda è localizzata in Pian dell'Olmino, nel Comune di Colle di Val d'Elsa nella Provincia di Siena. Essa è situata lungo la ss.541 che collega Colle di Val d'Elsa alla Colonna di Montarrenti. Lo stabilimento confina su tre lati con aree verdi, prevalentemente boschive, su un lato confina invece con altri stabilimenti industriali e con una civile abitazione.

La maggior parte del sito è occupata dal capannone dove si trovano i reparti produttivi, gli uffici tecnici, i locali del personale e la mensa; gli uffici amministrativi sono invece situati in una palazzina isolata situata nell'area est del sito. I locali tecnici (cabina elettrica, impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera e locale compressori) sono posizionati sul lato sud del capannone.

Oggetto della diagnosi energetica sono le seguenti strutture: il capannone industriale e gli uffici tecnici, gli uffici amministrativi ed i locali per il personale. Le coordinate geografiche del sito in esame sono 43°22'37.50" N, 11°07'52.81" E. Il Comune di Colle Val d'Elsa è situato a 180 metri sul livello del mare, in zona climatica D (1.76 gradi giorno), come riportato in Figura 1.



Figura 1

##### 4.2. Descrizione del sito e individuazione delle attività produttive oggetto dell'analisi

Lo Stabilimento, oggetto di diagnosi energetica, è composta dalla zona produttiva, ove si effettua la fusione e la lavorazione e dagli uffici amministrativi; tale area si sviluppa su una pianta irregolare per una superficie totale di 9.360 m<sup>2</sup>, ripartita come in Tabella 1.

Area	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Fonderia	745
Sabbiatura	732
Tranciatura	780

Magazzino kanban	420
Officina meccanica	722
Mensa spogliatoi	320
Uffici amministrativi	200
Area esterna	5.441
<b>TOTALE</b>	<b>9.360</b>

Tabella 1

L'Azienda ha ottenuto le certificazioni secondo le norme internazionali UNI EN ISO 14001 e UNI EN ISO 9001 nel 2004, ha aderito al Regolamento Comunitario CE 761/2001 EMAS nel 2005 e nel 2008 ha ottenuto la certificazione BS OHSAS 18001.

## 5. CONTESTO

### 5.1. Incontro preliminare

In data 01/02/2019 è stato effettuato un incontro per visitare l'impianto e per acquisire informazioni sulle caratteristiche del sito in modo da agevolare la seguente fase di analisi dati. Come stabilito dai Chiarimenti ministeriali del maggio 2015 in materia di diagnosi energetiche nelle imprese ai sensi dell'art. 8 del D.lgs 102/2014, in occasione della seconda diagnosi è obbligatorio, ai fini della raccolta dati, possedere od installare un sistema di misure dedicato, oppure effettuare una campagna di misure.

### 5.2. Informazioni su chi ha condotto la diagnosi

La Tabella 2 riporta i dati del team che ha effettuato la diagnosi energetica.

Responsabile della diagnosi energetica (REDE)	
Qualifica professionale	Ing.
Nome	Raffaele
Cognome	Scialdoni
Azienda / Organizzazione	Gesco S.p.A
Ruolo	EGE certificato UNI EN 11339 SECEM - matr. 1-2010-SI/009
Email	rszialdoni@hotmail.com
Cellulare	347.3564670
Componenti Team di audit	
Qualifica professionale	Perito elettronico
Nome	Vittorio
Cognome	Vignini
Azienda / Organizzazione	Gesco S.p.A
Ruolo	Energy Specialist
Email	Vittorio.vignini@sav-energy.it
Cellulare	3282157197
Qualifica professionale	Ing.
Nome	Andrea
Cognome	Grossi
Azienda / Organizzazione	Gesco S.p.A.
Ruolo	Energy Efficiency Analyst
Email	<a href="mailto:andrea.grossi@gesco.energy">andrea.grossi@gesco.energy</a>
Telefono	0577.922828
Cellulare	338.1468258

Tabella 2

### 5.3. Informazioni generali

Il sito sottoposto a diagnosi energetica è ubicato in Loc. Pian dell'Olmino 49 - 53034 Colle Val D'Elsa (SI), come riportato nella Tabella 3. L'Azienda è una fonderia per la produzione di getti di alluminio per conto terzi, destinati principalmente al settore dell'industria meccanica.

Il processo realizzato nel sito produttivo, è quello tipico delle industrie che svolgono attività di fonderia.

Azienda	
Ragione Sociale	Presso Fonderie S.r.l.
Partita IVA	00358490528
Sede legale	Loc. Pian dell'Olmino 49 - 53034 Colle Val D'Elsa (SI)
Numero dipendenti (anno 2018)	39
Fatturato (anno 2018)	8.573.822 €
Bilancio (anno 2018)	8.591.964 €
Codice ATECO	24.53.00
Attività produttiva prevalente	Fusione di metalli leggeri
Impresa iscritta nell'elenco annuale Energivori?	Si
Indirizzo sito oggetto DE	Loc. Pian dell'Olmino 49 - 53034 Colle Val D'Elsa (SI)
Legale rappresentante dell'azienda	
Nome	Ferdinando
Cognome	Viviani
Email	f.viviani@pressofonderie.it
Telefono	0577 929127
Referente aziendale per la diagnosi energetica	
Qualifica professionale	Impiegato tecnico
Nome	Dario
Cognome	Raciti
Ruolo	Responsabile Sistema di Gestione Ambientale
Indirizzo e-mail	d.raciti@pressofonderie.it
Telefono/Cellulare	0577.929127

Tabella 3

### 5.4. Periodo di riferimento della diagnosi energetica

Come periodo di riferimento, per la diagnosi energetica, è stato considerato l'anno 2018.

### 5.5. Unità di misura e fattori di aggiustamento adottati

Le principali unità di misura adottate nel corso della diagnosi per i differenti vettori energetici sono:

- energia elettrica [kWh];
- energia [tep] (tonnellata equivalente di petrolio).

Per le analisi in termini di energia primaria consumata sono stati considerati i fattori di conversione:

- fattore di conversione tep/kWh elettrici: 0,000187 [tep/kWh];
- fattore di conversione tep/Sm<sup>3</sup>: 8.360 \*10<sup>-7</sup> [tep/Sm<sup>3</sup> gas naturale].

### 5.6. Metodo di raccolta dati

I dati necessari per avviare la diagnosi energetica sono stati richiesti all'Azienda tramite e-mail, richieste telefoniche e con la compilazione di apposita check list in formato Excel in relazione a quanto di seguito indicato:

- dati generali: sono stati richiesti i dati anagrafici e generali dell'azienda;
- dati sui consumi di energia elettrica e gas, relativi ai consumi fatturati nel 2018 e da quanto ottenuto tramite monitoraggio in continuo o da campagna di misure, come previsto dal piano e dal report di monitoraggio allegati;
- documentazione tecnica: è stata richiesta documentazione tecnica relativa agli impianti presenti.

#### 5.6.1. Vettore elettrico

L'energia elettrica è fornita dalla Edison S.p.A. in media tensione (1.500 V), ed i dati relativi ai consumi di energia elettrica del sito derivano dalla misurazione tramite contatore (POD), come riportato in Tabella 4.

Punto di fornitura elettrica (POD) n.1	
Codice POD	IT 001E00023196
Tensione	MT
Tipo contratto	Altri usi
Costo unitario elettrica	0,11 €/kWh

Tabella 4

Nella Tabella 5 si riportano le quantità di energia elettrica, dei vari vettori energetici, acquistate per le attività di lavoro dello stabilimento per l'anno 2018 espresse secondo l'unità di misura del vettore energetico di riferimento e in termini di tep, ed il confronto con i consumi riportati nella precedente diagnosi energetica.

Vettore energetico	Consumo annuo	tep/anno	Variazione 2014-2018
Energia elettrica	3.043.800 kWh	569.2	+ 10%

Tabella 5

Poiché la fornitura di energia elettrica avviene in media tensione (MT) è presente una cabina di trasformazione MT/BT. La potenza disponibile da contratto è 625 kW. L'energia elettrica acquistata dall'Azienda nell'anno 2018 è risultata essere pari a 3.043.800 kWh (569,2 tep) con un costo totale di circa 334.820 €. L'importo è esente da IVA.

#### 5.6.2. Andamento dei consumi elettrici

L'energia elettrica consumata all'interno dello stabilimento, oltre ad essere prelevata dal POD, viene anche autoprodotta da un parco fotovoltaico da 275 kWp. Nel Grafico 1 viene riportata la somma dell'energia elettrica consumata, cioè la somma di quanto prelevato dal POD e dal parco fotovoltaico, per un totale annuo di 3.328.566 kWh. Da notare il minor consumo di energia elettrica, nei mesi di agosto e dicembre, causato dalla chiusura aziendale.

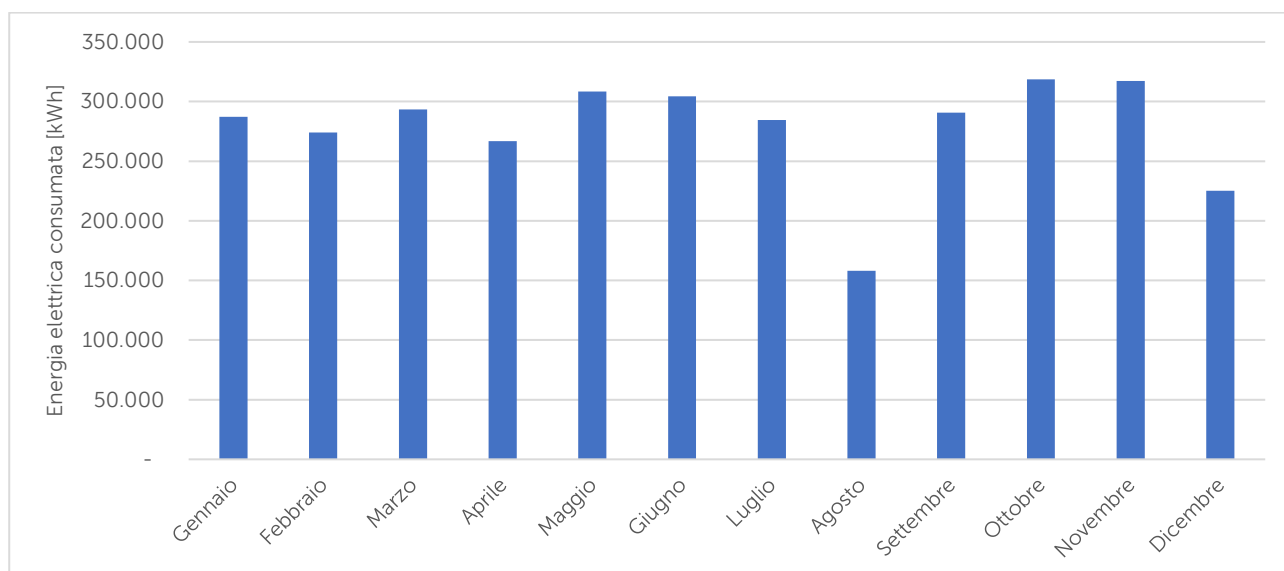


Grafico 1

Il Grafico 2 illustra il quantitativo di energia elettrica prelevata dalla rete.



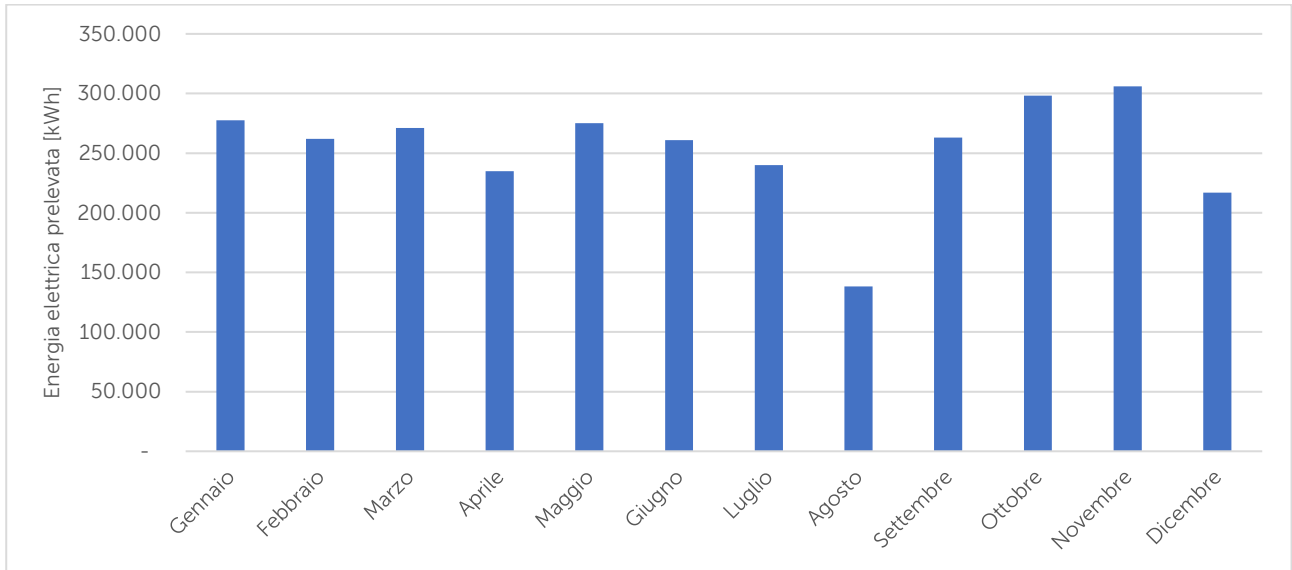


Grafico 2

La produzione di energia elettrica da fotovoltaico, per l'anno 2018, è stata 305.721 kWh, di cui 284.766 autoconsumata e 20.955 kWh immessa in rete. Nel Grafico 3 è rappresentato l'andamento dell'energia elettrica prodotta dal parco fotovoltaico e quanto l'energia elettrica autoconsumata. Si osserva che nel mese di agosto, in cui l'irraggiamento è molto elevato e l'Azienda è chiusa per ferie, circa il 25% dell'energia elettrica autoprodotta viene immessa in rete.

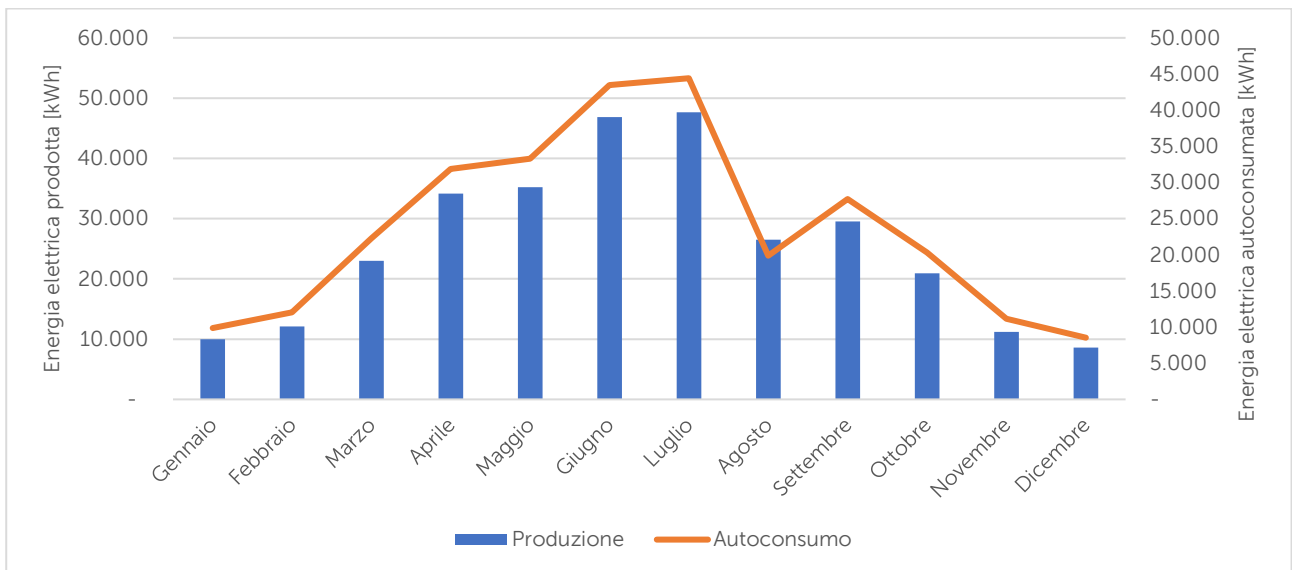


Grafico 3

Per quanto riguarda la stagionalità dei carichi elettrici prelevati dalla rete, ad eccezione di agosto e dicembre, non sussistono mesi in cui i consumi elettrici sono particolarmente discostati dalla media mensile (circa 290.000 kWh). Nel Grafico 4 è riportato il consumo di energia elettrica nelle 24 ore, nella "settimana tipo" (settembre). Il grafico evidenzia la chiusura dell'unità produttiva nel sabato pomeriggio e nella domenica.

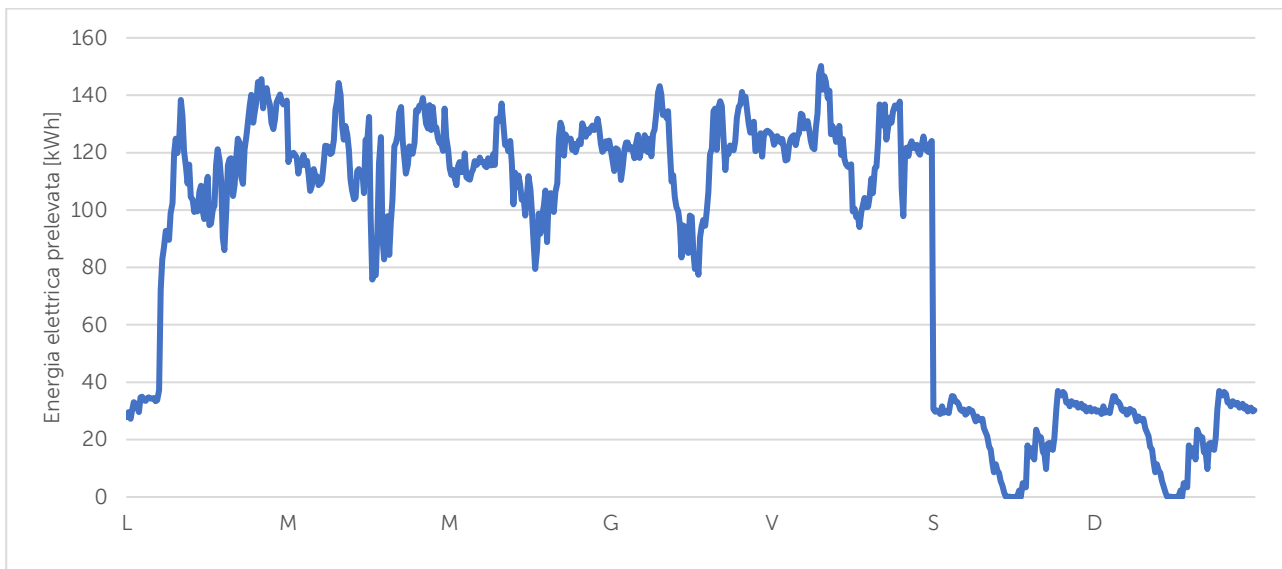


Grafico 4

Nei successivi grafici sono riportati i consumi di energia elettrica in una settimana invernale (gennaio, Grafico 5) ed una estiva (luglio, Grafico 6).

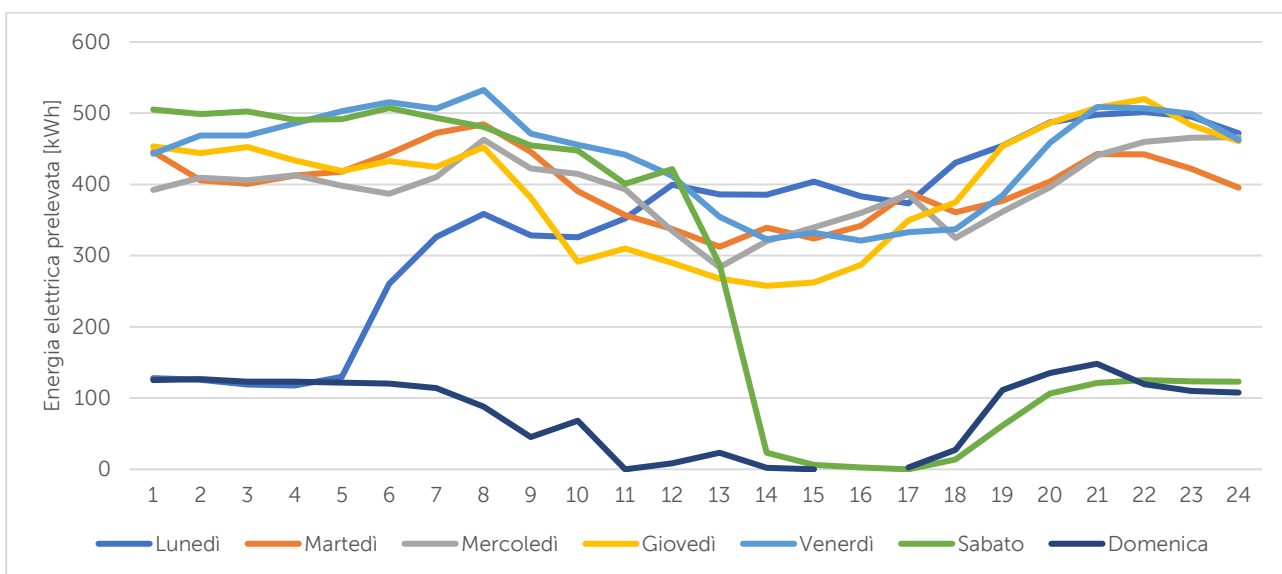


Grafico 5

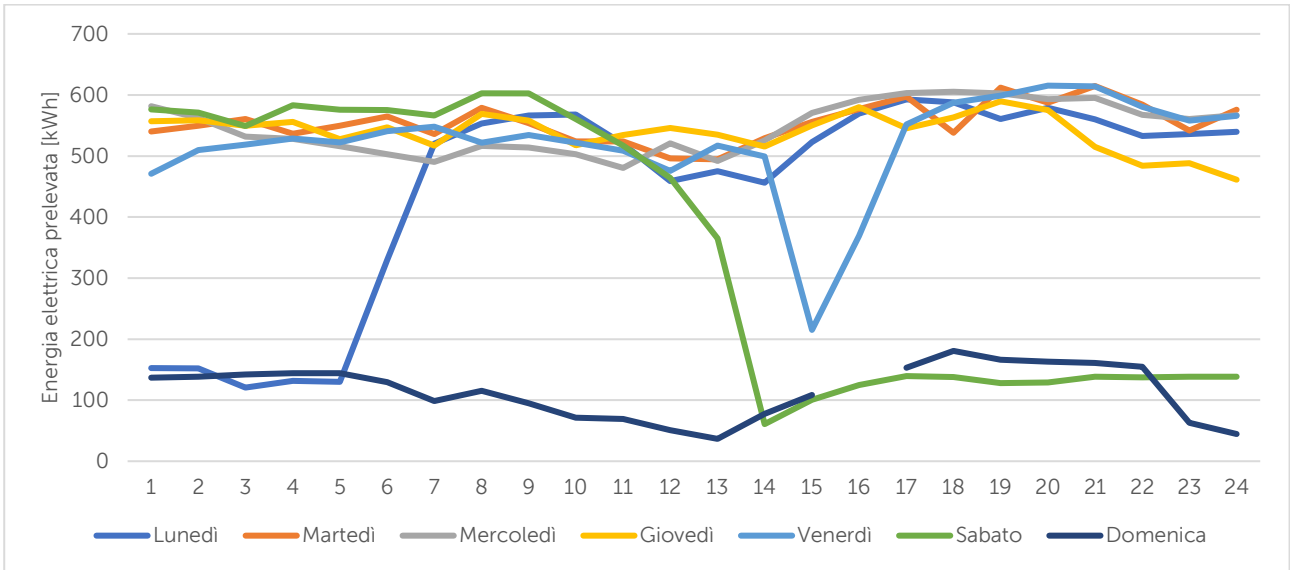


Grafico 6

Nel Grafico 7 è riportato il giorno tipo (mercoledì), a giugno e dicembre.

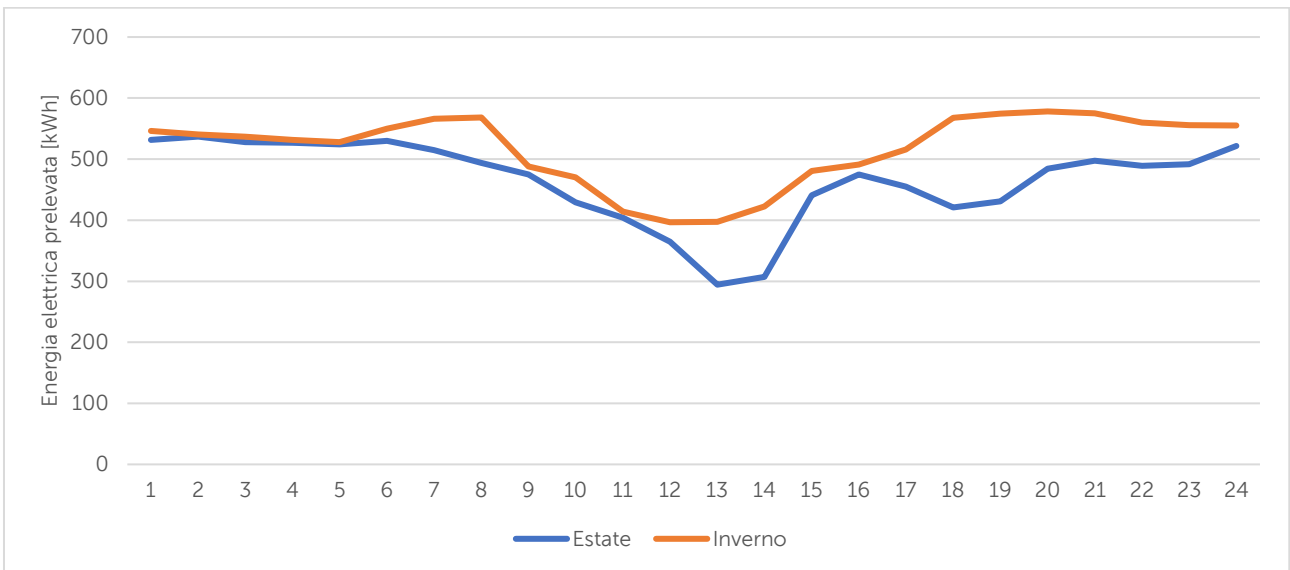


Grafico 7

I grafici illustrano come nel processo produttivo non sia presente un fattore di stagionalità, ma confermano la mancanza di produzione durante il sabato pomeriggio e la domenica.

Il seguente Grafico 8 mostra i consumi di energia elettrica durante un weekend campione; nello specifico dalle ore 19 di venerdì 19 alle ore 6 del lunedì 22 Ottobre.

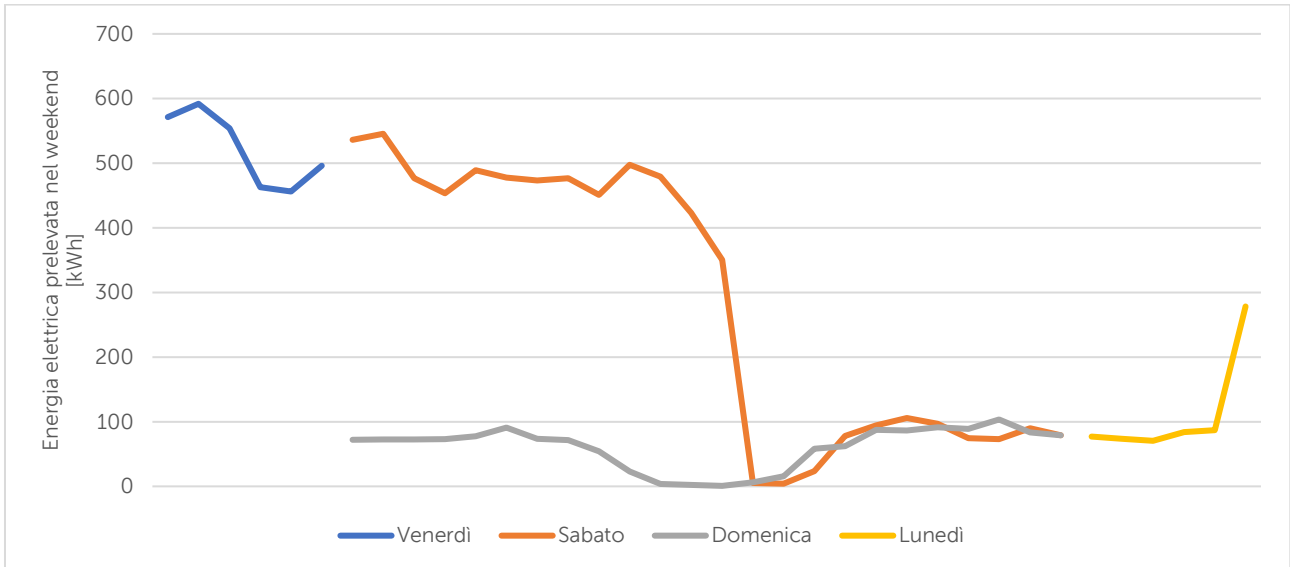


Grafico 8

Le valutazioni sui consumi delle varie fasi dei processi aziendali, ove non disponibili le misure, sono state stimate sulla base dell'inventario energetico delle utenze d'impianto, su cui sono state eseguite le analisi dei consumi per le varie aree funzionali (servizi principali, servizi ausiliari e servizi generali), fasi (all'interno delle singole aree) e sottofasi (all'interno delle singole fasi).

La Tabella 6 riassume i quantitativi di energia elettrica prelevata, autoprodotta e immessa in rete.

Vettore energetico	[kWh]	tep/anno
Energia elettrica acquistata	3.043.800	569,2
Energia elettrica autoprodotta	305.721	57
Energia elettrica immessa in rete	20.955	4
<b>TOTALE energia elettrica consumata</b>	<b>3.328.566</b>	<b>622,3</b>

Tabella 6

### 5.7. Vettore termico

Il gas naturale è fornito dalla Estra S.p.A. ed i dati relativi ai consumi dell'intera unità produttiva derivano dalla misurazione tramite unico contatore (PDR), come riportato in Tabella 7.

Punto di fornitura gas naturale (PDR) n.1	
Codice PDR	0418000018133
Tipo contratto	Altri usi
Costo unitario gas	0,413. €/Smc

Tabella 7

Di seguito in Tabella 8 riportiamo le quantità di gas naturale, dei vari vettori energetici, acquistate per le attività di lavoro dello stabilimento per l'anno 2018 espresse secondo l'unità di misura del vettore energetico di riferimento e in termini di tep, ed il confronto con i consumi riportati nella precedente diagnosi energetica.

Vettore energetico	Consumo annuo	tep/anno	Variazione 2014-2018
Gas naturale	971.633 Smc	812,3	+ 55%

Tabella 8

Il quantitativo di gas naturale acquistato dall'Azienda nell'anno 2018 è risultato essere pari a 971.633 Smc (812,3 tep.) per un totale di spesa di circa 401.280 €. L'importo è esente da IVA.

#### 5.7.1. Andamento dei consumi di gas naturale

Il gas naturale viene distribuito, all'interno dello stabilimento, attraverso un PDR e nella Tabella 9 sono riportati i valori di Gas prelevato, mentre il Grafico 9 ne visualizza l'andamento.

Mesi	PDR n.1 [Smc]
Gennaio	91.892
Febbraio	82.987
Marzo	89.904
Aprile	78.114
Maggio	90.998
Giugno	86.113
Luglio	79.315
Agosto	40.565
Settembre	78.060
Ottobre	89.807
Novembre	86.910
Dicembre	76.968
<b>Totale</b>	<b>971.633</b>

Tabella 9

Il Grafico 9 mostra come i consumi del gas naturale siano uniformi, con un netto decremento nel mese di agosto.

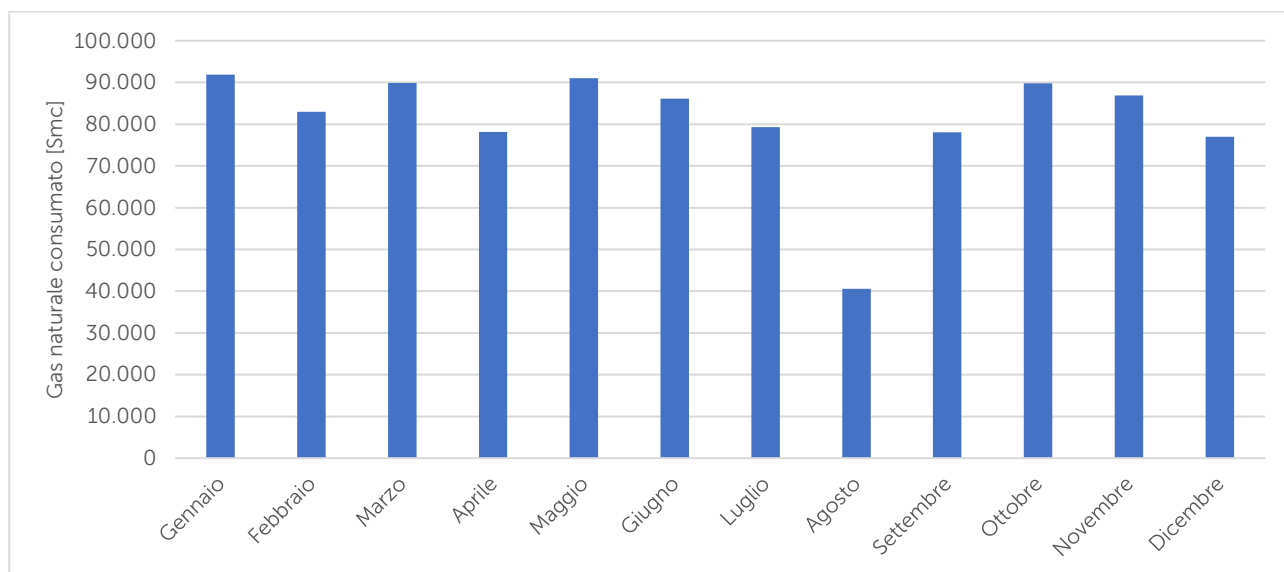


Grafico 9

## 6. PRODUZIONE E MATERIE PRIME

### 6.1. Produzione

Nel 2018, il quantitativo di alluminio fuso è stato pari a 3.656,9 tonnellate; nella Tabella 10 sono riportati i valori di metallo fuso mensilmente, mentre il Grafico 10 ne visualizza l'andamento. Il mese in cui è avvenuta una maggior quantità di fusione è stato ottobre, mentre agosto è stato quello in cui si è registrato il minor quantitativo di metallo fuso. Gli andamenti mensili dei consumi energetici sono in linea con il quantitativo di metallo fuso.

Anno 2018	Quantitativo di alluminio fuso [t]
Gennaio	305,6
Febbraio	287,5
Marzo	327,9
Aprile	262,2
Maggio	341,6
Giugno	347,3
Luglio	309,4
Agosto	140,3
Settembre	322,0
Ottobre	389,9
Novembre	376,1
Dicembre	247,3
<b>Totale</b>	<b>3.656,9</b>

Tabella 10

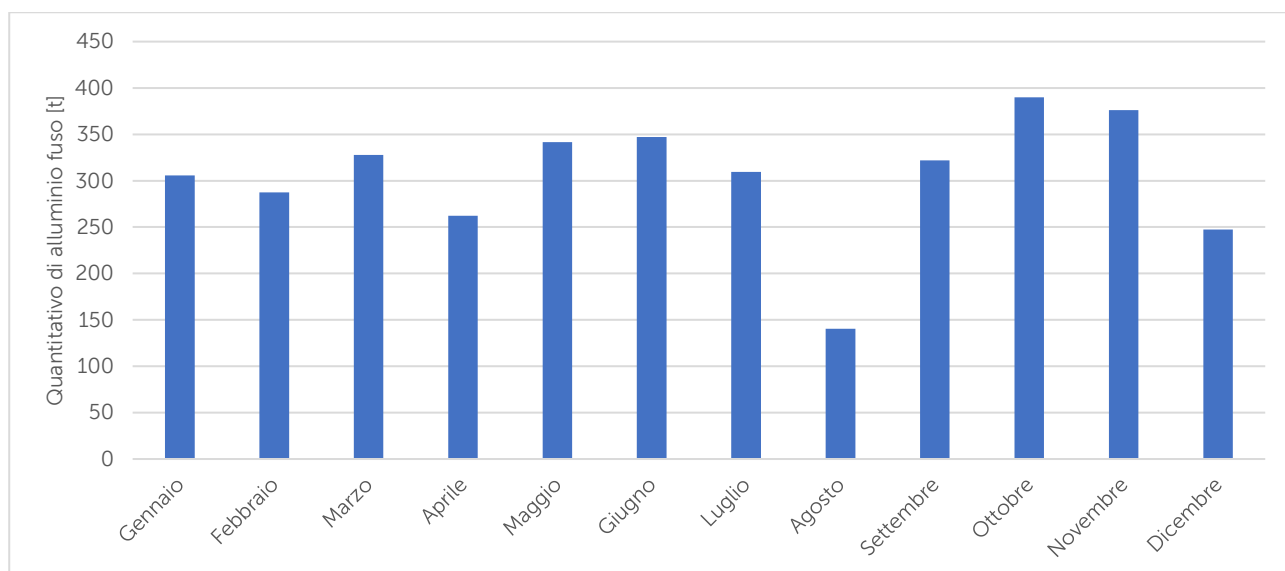


Grafico 10

## 6.2. Materie prime

Nella Tabella 10 sono riportate le materie prime usate dall'Azienda nel corso del 2018.

Materia prima	Quantità
Alluminio	3,317 t
Graniglia	3 t
Distaccante	44,7 t
Lubrificante	43,2 t
Depurante	2 t
Antischiuma	4 t
Refrigerante	0,2 t
Azoto	408 m <sup>3</sup>
Rame	1 t

Acqua	6.878 m <sup>3</sup>
di cui acqua da rete	6,643 m <sup>3</sup>
di cui acqua di pozzo	235 m <sup>3</sup>

Tabella 10

## 7. IL PROCESSO DI LAVORAZIONE

### 7.1. Schema di processo

L'intero processo è riassunto nella Flow Chart di Figura 2. I flussi riportati con linea tratteggiata rappresentano portate di prodotto lavorato minime, secondarie al processo stesso. Quindi, ai fini della presente Diagnosi tali flussi vengono trascurate, in quanto non incidono su di una corretta valutazione di carattere energetico.

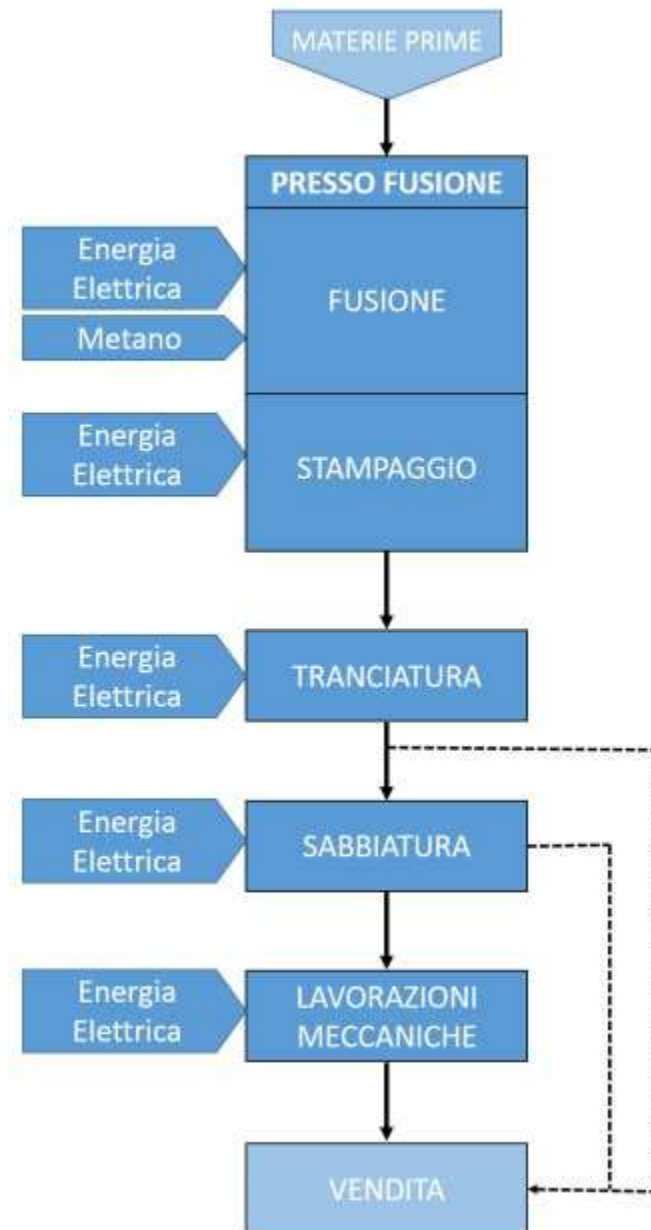


Figura 2

## 7.2. Le fasi del processo di lavorazione

Il processo produttivo inizia con la ricezione dell'ordine da parte del cliente. Successivamente vengono implementate tutte le fasi che portano alla realizzazione del prodotto finito (getti in alluminio). Qui di seguito vengono descritti il flusso produttivo e le macro aree funzionali del processo produttivo.

### Arrivo e stoccaggio delle materie prime

L'alluminio in pani arriva in bancali e stoccato all'interno del capannone in attesa dell'utilizzo, le altre materie prime arrivano in fusti o bancali e vengono stoccati all'interno del capannone.

### Pressofusione

Il reparto di pressofusione è costituito da nove isole di lavoro completamente automatizzate gestite da un sistema informatico dedicato che registra, in tempo reale, i dati relativi ad ogni singolo ciclo. Ogni isola è composta da una pressa a camera fredda con potenza da 300 a 1.000 tonnellate, un forno a bacino di fusione riscaldato con bruciatore a gas metano, un caricatore automatico per il metallo fuso, un lubrificatore verticale ed un robot antropomorfo per la manipolazione della fusione. Quattro delle otto isole di lavoro possiedono anche una pressa oleodinamica dotata di scarico automatico per effettuare anche la ripulitura delle parti accessorie dai particolari appena stampati.

Il reparto di pressofusione è l'unico ramo aziendale che lavora a ciclo continuo 24 ore su 24, durante le quali si alternano tre turni composti ognuno da un capo turno e quattro operatori.

In Figura 3 è rappresentata l'Isola di produzione: 1. Presse in fase di lavorazione, 2. Forno in fase di lavorazione, 3. Caricamento automatico metallo fuso, 4. Robot antropomorfo per il prelievo dl pezzo, 5. Fase di lubrificazione dello stampo

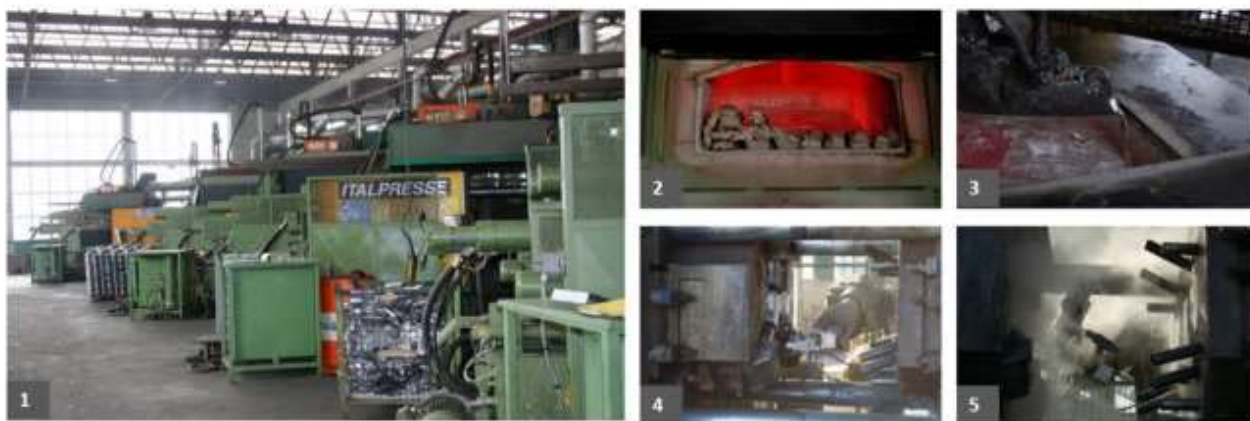


Figura 3

### Tranciatura

Nel reparto tranciatura le fusioni vengono ripulite da parti accessorie necessarie per la pressofusione. Il reparto è dotato di n.7 presse oleodinamiche con potenza da 5 a 40 tonnellate dotate di scarichi automatici.

Confinante al reparto tranciatura si trova un'area in cui sono presenti 2 mole utilizzate per rendere lisce le superfici e per modellare le forme, ove richiesto dalle specifiche dei prodotti da realizzare per i clienti e dove vengono realizzate tutte le operazioni di ripresa manuale necessarie sui pezzi. In questo reparto prestano il loro servizio 6 operai che vengono coordinati nella loro attività da un Responsabile di reparto. In Figura 4: Il reparto di tranciatura: fusioni prima e dopo la tranciatura.





Figura 4

### Sabbiatura

Il reparto sabbiatura è composto da 4 macchine distinte per dimensione e funzionamento.

Tutte le macchine sono state appositamente progettate per la granigliatura automatica di pezzi pressofusi. In Figura 5: Area sabbiatrice tamburo; pezzi appena sabbiati.



Figura 5

Tutte le macchine sono composte essenzialmente da tre componenti:

- una camera di sabbiatura corazzata costruita con materiale speciale ad altissima resistenza all'abrasione nella quale viene sparato il potente getto di cilindretti metallici;
- un trasportatore, che può essere sia aereo che a nastro chiuso in base alle esigenze della lavorazione, grazie al quale i pezzi da lavorare hanno accesso alla macchina;
- un impianto di aspirazione e filtrazione delle polveri in grado di creare un flusso d'aria idoneo al funzionamento della macchina al quale è collegato, e di separare e raccogliere le polveri trascinate dall'aria stessa.

Il procedimento di sabbiatura funziona grazie all'utilizzo di cilindretti in acciaio di svariate dimensioni a seconda del risultato da ottenere sui pezzi. Saranno dunque utilizzate cilindretti dal diametro di pochi micron per sabbiature più "leggere", mentre per interventi più profondi saranno impiegate cilindretti di diametro superiore.

Gli inquinanti staccati durante la fase di sabbiatura sono convogliati assieme alla graniglia nel separatore che provvede ad inviare gli inquinanti nell'impianto di filtrazione e recuperare i cilindretti da riavviare in un nuovo ciclo.

All'interno di questo reparto lavorano 4 operatori.

### Meccanica

Nel reparto meccanica si opera la rifinitura delle fusioni mediate macchinari a controllo numerico torni e trapani. Il personale che opera all'interno di questo ramo dell'azienda è suddiviso in un tornitore e un addetto alla manutenzione degli stampi. In Figura 6: Area manutenzione stampi, Tornio CNC



Figura 6

## 8. IL SISTEMA DI RACCOLTA DATI

L'Azienda monitora i principali carichi elettrici, tramite dieci contatori U.T.F.; in Tabella 11 sono riportati i contatori U.T.F., i rispettivi utilizzatori e l'energia elettrica prelevata. Nel 2018 tali contatori hanno conteggiato un totale di 2.812.851 kWh.

U.T.F.	Utilizzatore	Consumo annuo [kWh]
U.T.F. 1	Presse 402 401 550 752 753	1.007.046
U.T.F. 2	Pressa 1150	230.882
U.T.F. 3	Evaporatore	242.729
U.T.F. 4	Pressa IP 551 900	411.386
U.T.F. 5	Aria compressa	755.876
U.T.F. 6	Sabbiatrici	40.099
U.T.F. 7		15.674
U.T.F. 8		16.487
U.T.F. 9	Macchine reparto tranciatura	61.357
U.T.F. 10	Pressa IP 300	31.317

Tabella 11

Per chi ha ottemperato l'obbligo di presentare la diagnosi energetica nel Dicembre 2015 o negli anni successivi, è prevista la misura dei vettori energetici oggetto di analisi. In base a tale prescrizione è stato predisposto un Piano di Monitoraggio per la definizione dei consumi energetici da monitorare e redatto un Report di Monitoraggio in modo da poter determinare un quantitativo significativo dei consumi energetici per l'anno 2018. Quanto sopra descritto è riportato nell'Allegato 1.

Gli indicatori di consumo KPI (*Key Performance Indicator*) riferiti al prodotto fuso sono riportati nelle seguenti Tabelle 12, 13, 14 e 15.

Misuratori di energia elettrica	Utenze	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/t]	Incidenza su area funzionale
U.T.F. 1 - Attività principali	Presse 401, 402, 550, 752 e 753	Anno 2018	1.007.046	3.657	275,3	55%
U.T.F.4 - Attività principali	Presse 551 e 900	Anno 2018	411.386	3.657	112,4	23%

U.T.F. 5 - Servizi ausiliari	Compressori GA90VSD e GA110 VSD	Anno 2018	755.876	3.657	206,6	56%
------------------------------	---------------------------------	-----------	---------	-------	-------	-----

Tabella 12

Misuratore di gas naturale	Utenze	Periodo di misura	Consumo [Smc]	Prodotto fuso [t]	KPI [Smc/t]	Incidenza su area funzionale
PDR 1 - Attività principali	Forni fusori	Anno 2018	926.596	3.657	253,3	100%

Tabella 13

Misuratore	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Produzione aria a 7,5 bar [m³]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/m³]	KPI [m³/t]
Stazione aria compressa	11 – 22 Giugno 2018	33.165	185.019	130,7	0,18	1.415

Tabella 14

Misuratori	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Produzione aria a 7,5 bar [m³]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/m³]
Compressori	11 – 22 Giugno 2018	24.927	185.019	130,7	0,13

Tabella 15

Per la misura dei consumi elettrici delle presse (oltre ad una specifica campagna di rilevazione come riportato in Allegato 1), sono risultati disponibili i valori di consumo per l'intero anno 2018, rilevati dal contatore U.T.F. 1 e U.T.F. 4 (secondo indicazioni della Agenzia delle Dogane). Stessa cosa per i compressori, monitorati dal U.T.F. I valori sopra rilevati (quando disponibili per l'intero anno) ed i KPI ricavati dalle campagne di misura effettuate, sono riportati nel "modello energetico", riducendo il grado di incertezza dello stesso.

## 9. IL MODELLO ENERGETICO

La fase di analisi dei flussi energetici dell'impianto viene svolta in riferimento ad una schematizzazione per livelli di seguito definiti come da Linee Guida Enea:

- Livello "A" (LA). Il livello di analisi è caratterizzato dalla identificazione dell'insieme dei vettori energetici che "entrano" nell'impianto in maniera diretta, ovvero sono oggetto di fornitura esterna e non di trasformazione interna all'azienda stessa e dalla definizione della destinazione d'uso generale dell'azienda (D.g.);
- Livello "B" (LB). Costituisce il punto di estrema sintesi della struttura energetica relativa a ciascun vettore (energia elettrica, gas metano, ecc.), in cui ne viene fornita una quantificazione globale;
- Livello "C" (LC). Nel livello è presente una prima schematizzazione della struttura energetica d'impianto, ed è caratterizzato dalla suddivisione del vettore energetico in esame nelle macro aree, di seguito dettagliate:
  - a) *Attività Principali*. In questa area devono confluire le attività strettamente correlate alla destinazione d'uso generale dell'impianto;
  - b) *Servizi ausiliari e accessori*. In questa area devono confluire le attività caratterizzate dalla trasformazione del vettore energetico in ingresso in altrettanti vettori energetici diversi e che sono utilizzati nell'ambito delle aree funzionali delle attività principali.
  - c) *Servizi Generali*. In tale descrizione vanno inserite tutte le attività che sono in qualche modo legate alle attività principali i cui fabbisogni però non sono ad essi strettamente correlati.
- Livello "D" (LD). E' l'analisi per ciascun vettore energetico in cui è maggiore il livello di dettaglio e viene definita una ripartizione dei consumi nelle sotto fasi del processo d'impianto e viene definito il peso sui consumi delle utenze principali presenti nella filiera di trattamento.

### 9.1 Il modello elettrico: suddivisione carichi elettrici

I carichi elettrici, sono suddivisi in base all'area funzionale:

- attività principali: forni di attesa, presse, sabbiatrici, tranciatrici;
- servizi ausiliari: centrale aria compressa, aspirazione aria, nastri trasportatori; torre evaporativa.
- servizi generali: illuminazione, climatizzazione, perdite di rete.

Di seguito nelle Tabelle 16-18 è riportato l'elenco delle utenze elettriche principali, suddivise per le Aree Funzionali.

Il modello elettrico, in assenza di misurazioni, è basato sui seguenti parametri:

- potenza della macchina;
- ore di utilizzo annuo;
- fattore di carico.

Da questi parametri (ricavati da verifiche in campo e dalle indicazioni sull'utilizzo dei singoli macchinari forniti dal responsabile della produzione e dagli addetti ai lavori) si ottiene il consumo annuo secondo il seguente algoritmo:

$$\text{kWh annui} = \text{Pot. Inst. (kW)} \times \text{Ore util. Annuo (ore)} \times \text{Fc (fattore di carico)}$$

Attività principali:

REPARTO FONDERIA	n.	kW	kW tot.	ore/gg.	gg./aa	fc	kWh
Pressa IP 300 SC + Caricatore CAM/2	1	30	30				
Pressa IP 400 SC + Caricatore CAM/2M	1	34	34				
Pressa IP 401 SC + Caricatore CAM/2M	1	34	34				
Pressa IP 550 SC + Caricatore CAM/2M	1	40	40				
Pressa IP 551 SC + Caricatore CAM/2M	1	40	40				
Pressa IP 753 SC + Caricatore CAM4	1	44	44				
Pressa IP 752 SC + Caricatore CAM4	1	44	44				
Pressa IP 900 SC + Caricatore	1	60	60				
Pressa IP 1150 SC + Caricatore CAM	1	67	67				
Lubrificatore IP 300 LX/L20	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 400 LX/L20	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 401 LX/L20	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 550 LX/L30	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 551 LX/L30	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 753 MONOASSE SP16/C	1	1,6	1,6				
Lubrificatore IP 752 MONOASSE SP16/C	1	1,6	1,6				
Lubrificatore (IP 900)	1	2	2				
Lubrificatore IP 1150 MONOASSE SP16/C	1	1,6	1,6				
ROBOT S12-RJ2 (PRESSA IP 300)	1	2,4	2,4				
ROBOT M16IRJ3 (PRESSA IP 400)	2	2,4	4,8				
ROBOT S12-RJ12 (PRESSA IP 550)	1	2,4	2,4				
ROBOT M16i-RJ2 (PRESSA IP 550)	1	2,4	2,4				
ROBOT M710 IC (PRESSA IP 752)	1	7,5	7,5				
ROBOT M710 IC (PRESSA IP 752)	1	7,5	7,5				
ROBOT R30iA/R-j3iC (PRESSA IP 900)	1	19	19				
ROBOTR2000 IC (PRESSA IP 1150)	1	7,5	7,5				
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 300)	1	1,1	1,1				
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 400)	1	1,5	1,5				
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 401)	1	1,1	1,1				
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 550)	1	1,5	1,5				
FORNO CAF 10-4 (IP551)	1	3	3				
FORNO ATTESA 2000 (IP752)	1	1,85	1,85				
FORNO A CAMERE AFFINCATE FTA 1000 (IP752)	1	5	5				
FORNO CAF 10/4 (IP 900)	1	3	3				
FORNO CE 3000 1150)	1	3	3				

Misurato:  
 U.T.F. 1,  
 U.T.F. 2,  
 U.T.F. 4,  
 U.T.F. 6,  
 U.T.F. 7,  
 U.T.F. 8,  
 U.T.F. 9,  
 U.T.F. 10

CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (400)	1	8	8					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (900)	1	8	8					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (550)	1	8	8					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (752)	2	8	16					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (1150)	2	8	16					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (753)	2	8	16					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (551)	2	8	16					
CENTR. TERMOREG. WTP28/180/GA/SM/27/X (1150)	1	4	4					
Trancia TBQ-40 (IP 1150) con inverter	1	19	19					
Trancia TBQ-40 (IP 900) con inverter	1	19	19					
Trancia TBQ-30 (IP 550) con inverter	1	15	15					
Trancia TBQ-40 (IP 752) con inverter	2	19	38					
Trancia TB-20 (IP 400) con inverter	1	9,2	9,2					
<b>REPARTO TRANCIATURA (sbavatura)</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg./aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>	
Trancia TB-5	1	5	5					
Trancia TB-20	1	7,5	7,5					
Trancia TB-30	3	11	33					
Trancia TBQ-10	1	6	6					
Trancia TBQ-50	1	18,5	18,5					
						Misurato: U.T.F. 1, U.T.F. 2, U.T.F. 4, U.T.F. 6, U.T.F. 7, U.T.F. 8, U.T.F. 9, U.T.F. 10		
<b>REPARTO SABBIATURA</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg./aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>	
Sabbiatrice Cwb 850-4/FAC	1	56	56					
Sabbiatrice SANDER 10/20	1	41,5	41,5					
Sabbiatrice SG.2RN	1	14,5	14,5					
Sabbiatrice ROTOBlast 27-05	1	14,5	14,5					
Filtro a cartucce	1	5,5	5,5					
Filtro a maniche	1	2	2					
Filtro a cartucce	1	2,4	2,4					
Filtro a cartucce	1	5,5	5,5					
						Misurato: U.T.F. 1, U.T.F. 2, U.T.F. 4, U.T.F. 6, U.T.F. 7, U.T.F. 8, U.T.F. 9, U.T.F. 10		
<b>Totale misurato</b>				<b>1.814.247 kWh</b>				
<b>CARROPONTI (fonderia)</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg./aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>	
Carroponte EKKE-KG 5000 sc.mm. 16150	1	3,8	3,8	3	220	50%	1.254	
Carroponte EKKE-KG 5000 sc.mm. 14190	1	3,8	3,8	3	220	50%	1.254	
<b>REPARTO MECCANICA</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg./aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>	
SMUSSATRICE SPADI SM 801	1	1,9	1,9	1	30	60%	34	
TRONCATRICE OMB MODELLO ABZ	1	0,75	0,75	1	50	75%	28	
TRAPANO RADIALE TIPO R 1200 L	1	2,5	2,5	1	10	80%	20	
TRAPANO A COLONNA ROSA SERIAL 9985	1	0,6	0,6	1	50	65%	20	
PULITRICE A MURO nebes	1	0,38	0,38	1	80	95%	29	
SMERIGLIATRICE A MURO nebes	1	0,75	0,75	1	100	95%	71	
TORNIO A CONTROLLO NUMERICO	3	16	48	1	60	75%	2.160	
TORNIO A CONTROLLO MANUALE	1	16	16	1	100	75%	1.200	
SEGA CIRCOLARE	1	1	1	1	30	30%	9	
FRESA	1	3	3	1	40	75%	90	
ASPIRATORE LOCALE SALDATURA	1	1,5	1,5	2	110	75%	248	

SINCOSAL TIG	1	2	2	2	110	75%	330
IDROPULITRICE ACQUA	1	2,4	2,4	1	100	100%	240
IDROPULITRICE VAPORE SATURO	1	18	18	2	40	100%	1.440
TRONCATRICE PORATILE DEWALT	1	2	2	1	20	75%	30
Sega a nastro AGAZZANI	1	3,9	3,9	1	75	75%	219
<b>REPARTO FINITURA MANUALE</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg./aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>
Mola a nastro CICLOPE	1	4	4	2	100	75%	600
Mola in piano LARPOL	1	4	4	2	100	75%	600
Trapano a colonna ACM	1	0,96	0,96	1	100	75%	72
Trapano NEW DRILL 0130	1	1,03	1,03	1	100	75%	77
Trapano ACM 0118	1	1,18	1,18	1	100	75%	89
Trapano a colonna DRILL ACM 22	1	0,75	0,75	1	80	80%	48
Macchina a raggi X BOSELLO	1	10,4	10,4	2	80	85%	1.414
Trapano elettrico STAYER W520	1	1	1	2	30	75%	45
Mola Dewalt DW479WS	1	1	1	2	30	75%	45
<b>Totale non misurato</b>	<b>11.666 kWh</b>						

Tabella 16

**Totale attività principali: 1.825.913 kWh**  
 Totale misurato: 1.814.247 kWh  
 Percentuale misurata: 99,9%

Servizi ausiliari:

<b>EVAPORATORE (acque di processo)</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>fc</b>	<b>kWh</b>
Evaporatore TC 1000 FF3	1	10,8	10,8	Misurato: U.T.F. 3			
Evaporatore TC 15000 FF3	1	31	31				
<b>SALA COMPRESSORI</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Compressore GA 110 VSD INVERTER	1	110	110	Misurato: U.T.F.5			
Compressore GA 90 VSD INVERTER	1	90	90				
Essiccatore FD 410 A	1	3	3				
<b>Totale misurato</b>	<b>1.007.905 kWh</b>						
<b>TORRE DI RAFFREDDAMENTO</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Torre di raffreddamento evaporativo olio	1	7	7	24	220	70%	25.872
Batteria raffreddamento olio BWR 700	1	25,5	25,5	24	220	70%	94.248
<b>IMPIANTI ASPIRAZIONE POLVERI E FUMI</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Filtro a maniche CBF 160 (Rep. Fusione) INVERTER	1	45	45	24	220	70%	166.320
Filtro a tasche e celle metalliche TS_OIL8 (Rep. Stampaggio)	1	15	15	24	220	70%	55.440
Filtro a cartucce (Rep. Molatura)	1	11	11	2	220	70%	3.388
<b>Totale non misurato</b>	<b>345.268 kWh</b>						

Tabella 17

**Totale servizi ausiliari: 1.343.873 kWh**  
 Totale misurato: 1.007.905 kWh  
 Percentuale misurata: 75%

Servizi generali:

GESCO S.p.A.

Strada di Strove n. 17 – Loc. Cerreto  
 53035 Monteriggioni (SI) – Italy

info@gesco.energy  
 www.gesco.energy

Tel. +39 0577 922828  
 Fax +39 0577 043366

UFFICI E MENSA	n.	kW	kW tot.	ore/gg.	gg/aa	Fc	kWh
Pc+video	16	0,4	6,4	8	220	75%	8.448
Macchine per ufficio	3	0,025	0,075	2	150	50%	11
Condizionatore	5	1,5	7,5	4	180	60%	3.240
Server	2	0,4	0,8	24	365	55%	3.854
Macchina misura 3D Polisky	1	2	2	0,5	100	85%	85
Condizionatore	1	1,5	1,5	4	180	60%	648
Frigo grande	1	0,425	0,425	24	220	50%	1.122
Frigo piccolo	1	0,64	0,64	24	220	50%	1.690
Fancoil	5	0,058	0,29	4	120	60%	84
Lavastoviglie	1	3,6	3,6	1	220	70%	554
Condizionatore	1	1,5	1,5	4	100	60%	360
Congelatore	1	0,6	0,6	24	220	50%	1.584
Asciugacapelli	2	1	2	1	220	100%	440
Bilancia	3	0,02	0,06	8	220	100%	106
Macchina caffè	1	1,5	1,5	24	220	20%	1.584
Macchina bibite	1	1,5	1,5	24	220	20%	1.584
Distributore acqua	2	0,04	0,08	24	220	20%	84
Autoclave bagni	2	1,1	2,2	8	220	25%	968
Addolcitore acque	1	0,02	0,02	24	365	30%	53
<b>CARICA BATTERIE MULETTO</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Carica batterie muletto LUGLI	3	8,9	26,7	3,5	220	80%	16.447
Carica batterie muletto ATOM	1	8,9	8,9	3,5	220	80%	5.482
Carica batterie muletto	1	10,6	10,6	3,5	220	80%	6.530
Carica batterie muletto	2	8,9	17,8	3,5	220	80%	10.965
Carica batterie macchina lavapavimenti	1	7,5	7,5	2	52	65%	507
Carica batterie macchina spazzatrice	1	7,5	7,5	2	52	65%	507
<b>ILLUMINAZIONE UFFICI</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Plafoniera al neon (tipo 4x18W)	7	0,072	0,504	8	180	100%	726
Plafoniera al neon (tipo 2x58W)	28	0,116	3,248	8	180	100%	4.677
Plafoniera al neon (tipo 1x18W)	2	0,018	0,036	0,5	30	100%	1
<b>ILLUMINAZIONE FONDERIA NUOVA</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Lampade (tipo 1x250W)	15	0,25	3,75	14	220	100%	11.550
<b>ILLUMINAZIONE FONDERIA VECCHIA</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Lampade (tipo 1x250W)	8	0,25	2	14	220	100%	6.160
<b>ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>	<b>n.</b>	<b>kW</b>	<b>kW tot.</b>	<b>ore/gg.</b>	<b>gg/aa</b>	<b>Fc</b>	<b>kWh</b>
Lampione (tipo 1x250W)	1	0,25	0,25	11	365	100%	1.004
Lampade (tipo 1x20W)	12	0,02	0,24	11	365	100%	964
Lampione uffici	1	0,25	0,25	11	365	100%	1.004
Lampade (tipo 1x250W)	2	0,25	0,5	11	365	100%	2.008
Lampade (tipo 1x400W)	3	0,4	1,2	11	365	100%	4.818
Faretto (tipo 1x150W)	1	0,15	0,15	2	180	100%	54
Perdite di trasformazione MT/BT							48.600
<b>Totale</b>							<b>148.501 kWh</b>

Tabella 18

**Totale servizi generali: 148.501 kWh (< 5% totale).**  
 Nessun monitoraggio

Il Grafico 11 illustra la percentuale dei carichi, per area funzionale.

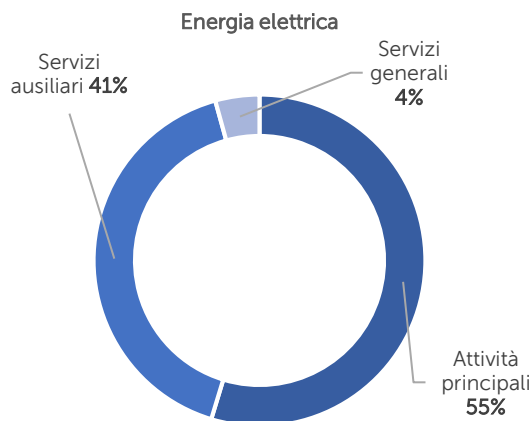


Grafico 11

Confrontando i consumi elettrici reali, rilevati dalle bollette elettriche, con quelli stimati e misurati, riportati nelle Tabelle 16-18, risulta lo scostamento riportato in Tabella 19, ritenuto accettabile ai fini della presente analisi.

Consumi misurati da bolletta	3.328.566 kWh	Scostamento 0,3%
Consumi misurati e stimati	3.18.287 kWh	

Tabella 19

### 9.2 Il modello termico: suddivisione carichi termici

I carichi termici sono suddivisi in base all'area funzionale:

- attività principali: forni di attesa;
- servizi generali: sistemi di riscaldamento locali e produzione ACS.

Di seguito è riportato l'elenco delle utenze termiche principali, suddivise per le Aree Funzionali.

Il modello elettrico, in assenza di misurazioni, è basato sui seguenti parametri:

- potenza termica della macchina;
- ore di utilizzo annuo;
- fattore di carico.

Da questi parametri (ricavati da verifiche in campo e dalle indicazioni sull'utilizzo dei singoli macchinari forniti dal responsabile della produzione e dagli addetti ai lavori) si ottiene il consumo annuo, riportato nelle Tabelle 20-21, secondo il seguente algoritmo:

$$\text{Smc annui} = \text{Pot. termica Inst. (kWt)} \times \text{Ore util. Annuo (ore)} \times \text{Fc (fattore di carico)} \times \text{fattore di conversione Smc/kWh}$$

Attività principali:

Sistemi termici Industriali	n.	kWt	kcal	giorni	ore/giorno	fc	Smc/anno
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 300)	1	230	198.000	Monitorato: PDR			75.600
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 400)	1	230	198.000	Monitorato: PDR			75.600
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 401)	1	230	198.000	Monitorato: PDR			75.600
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 550)	1	230	198.000	Monitorato: PDR			75.600



FORNO fusorio attesa 1500 (IP 551)	1	380	326.800	Monitorato: PDR	124.778
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 750)	1	230	250.000	Monitorato: PDR	95.455
FORNO fusorio attesa 2000 (IP 752)	1	230	198.000	Monitorato: PDR	75.600
FORNO fusorio attesa 1500 (IP 900)	1	380	326.800	Monitorato: PDR	124.778
FORNO fusorio attesa 3000 (IP 1150)	1	620	533.200	Monitorato: PDR	203.585

**Totale attività principali: 926.596 Smc**  
 Percentuale misurata: 100%

Tabella 20

Servizi generali:

Sistemi termici attività generali	n.	kWt	kcal	giorni	ore/giorno	Fc	Smc/anno
Uffici	1	24	20.640	90	10	80%	1.778
Magazzino Stampi	1	28	24.080	90	5	80%	1.037
Ufficio Tecnico	1	28	24.080	90	5	80%	1.037
Ufficio Tecnico	1	28	24.080	90	5	80%	1.037
Vaporizzatore	1	28	24.080	90	8	80%	1.659
Vaporizzatore	1	28	24.080	90	8	80%	1.659
Corridoio Mola	1	28	24.080	90	5	80%	1.037
Retri Mola	1	28	24.080	90	5	80%	1.037
Magazzino Kanban	1	23	19.780	90	5	80%	852
Spogliatoio	1	28	24.080	150	13	80%	4.493
Docce	1	28	24.080	90	6	80%	1.244
Meccanica	1	24	20.640	10	8	80%	158
Meccanica	1	25	21.500	90	8	80%	1.481

Tabella 21

**Totale attività generali: 18.509 Smc**  
 Nessun monitoraggio

Il Grafico 12 illustra la percentuale dei carichi per area funzionale.

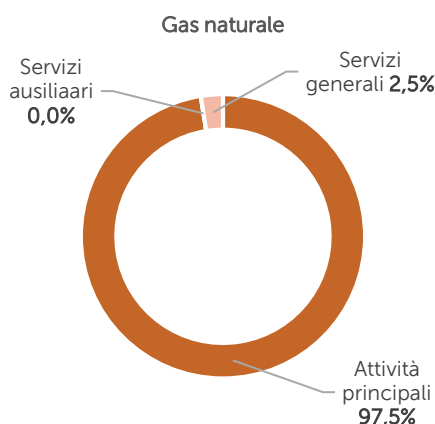


Grafico 12

Confrontando i consumi termici reali, rilevati dalle bollette elettriche, con quelli misurati e riportati nelle Tabelle 20 e 21, risulta lo scostamento riportato in Tabella 22, ritenuto accettabile ai fini della presente analisi.

Consumi misurati da bolletta	971.633 Smc	Scostamento: 2,5 %
Consumi misurati	945.106 Smc	

Tabella 22

## 10. INDICATORI DI PRESTAZIONE E CONFRONTO CON GLI STANDARD DI RIFERIMENTO

Vengono di seguito definiti gli indicatori di prestazione generali d'impianto che forniscono il valore del consumo specifico d'impianto in riferimento alla quantità di prodotto fuso dell'anno 2018. Per valutare le prestazioni d'impianto e l'efficienza dei processi di fonderia sono stati ricavati i consumi specifici delle utenze più energivore e questi confrontati con i valori di riferimento dei Bref di settore.

### 10.1 Indici di prestazione globale

#### 10.1.1 Indici di prestazione di riferimento

La seguente Tabella 23 mostra gli indici di prestazione globale, relativi alle fonderie di alluminio. I dati sono forniti da ENEA ed hanno lo scopo di definire il quadro delle prestazioni energetiche relative a tale settore.

Settore	Indicatore	Valore	Campo di variazione della produzione [t]		Campo di variazione dell'indicatore	
			Min	Max	Min	Max
Fonderie alluminio	KPIg	$0,536 \pm 0,202 \left[ \frac{tep}{t_{netta}} \right]$	500	23.400	0,344	0,738
	KPIel	$1.603,58 \pm 772,39 \left[ \frac{tep}{t_{netta}} \right]$	500	23.400	831,19	2.375,97
	KPIter	$285,2 \pm 91,1 \left[ \frac{tep}{t_{netta}} \right]$	500	23.400	194,1	376,3

Tabella 23

#### 10.1.2 Indici di prestazione dell'Azienda

L'Azienda, per l'anno 2018, rapportando i quantitativi di metallo fuso (t) con i tep consumati dai vettori energetici ha evidenziato i valori riportati nella seguente Tabella 24:

Energia elettrica (acquistata+ autoprodotta) – [tep]	622,2
Gas naturale – [tep]	812,3
Alluminio fuso – [t]	3.656,9
Totale tep 2018	1.435
KPIg [tep/t]	0,39
KPIel [kWh/t]	910
KPIter [Smc/t]	265

Tabella 24

Il valore ottenuto nella diagnosi energetica in oggetto è pari a 0,39 tep/t; tale valore, se confrontato con l'indicatore generale della tabella ENEA (Tabella 23), risulta compreso tra i valori minimi e massimi del KPIg; analogamente i valori del KPIel e del KPIter dell'Azienda sono compresi all'interno del range di riferimento indicato in Tabella 23.

### 10.2 Efficienza della produzione di aria compressa

#### 10.2.1 Indici di prestazione di riferimento

L'indicatore di prestazione dell'aria compressa correla il consumo di energia elettrica alla quantità di aria compressa prodotta. I valori di riferimento sono compresi tra 85 e 130 Wh/Nm<sup>3</sup> (fonte: *Bref Energy Efficiency - 2009*).

#### 10.2.2 Indici di prestazione dell'Azienda

Nell'esecuzione delle campagne di misura finalizzate alla determinazione di KPI per i calcoli relativi al Modello energetico (componente elettrica), sono state eseguite delle prove di efficienza dei sistemi di produzione dell'aria

compressa. Rimandando per i dettagli dei monitoraggi eseguiti all'Allegato 1, si riportano di seguito i KPI determinati durante tali campagne di misura:

Per la stazione di compressione nel suo insieme, includendo i due compressori ed il sistema di essiccamento dell'aria si ha il KPI visibile in Tabella 25.

KPI	0,18	kWh/m <sup>3</sup>
KPI	1.415	m <sup>3</sup> /t
KPI	253,7	kWh/t

Tabella 25

Mentre per i compressori si ha il KPI visibile in Tabella 26.

KPI	0,130	kWh/m <sup>3</sup> - aria@ 7,5 bar
-----	-------	------------------------------------

Tabella 26

Da quanto sopra riportato si può ritenere sufficiente il livello di efficienza del sistema di produzione dell'aria compressa dell'Azienda.

### 10.3 Efficienza del consumo di illuminazione

#### 10.3.1 Indici di prestazione di riferimento

In questo caso il valore di riferimento inteso come W/mq, non è riscontrabile in letteratura; esistono però interventi di ristrutturazione di sistemi di illuminazione per capannoni industriali (altezza 8 mt e valore di illuminazione al suolo pari a 300 lux – come valore medio), con l'applicazione di LED ad alta efficienza (lumen/W > 130) con valori di W/mq inferiori a 3 W/mq.

#### 10.3.2 Indici di prestazione dell'Azienda

Considerando una superficie totale per le attività di produzione pari a circa 3.900 mq, ed in considerazione del fatto che la potenza installata totale per il sistema di illuminazione è pari a circa 10 kW, si ha un valore di circa a 2,5 W/mq.

## 11. INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI: PROPOSTE DI EFFICIENTAMENTO

All'interno di tale sezione, sulla base di quanto osservato ed analizzato nei paragrafi precedenti, vengono proposti, in maniera schematica e preliminare, alcuni interventi di miglioramento delle performance energetiche dei principali centri di consumo individuati. L'accuratezza delle analisi che seguiranno dipende fortemente dalla disponibilità di alcuni dati specifici che caratterizzano il funzionamento degli impianti in questione.

### 11.1. Sostituzione motori elettrici sistemi di aspirazione

Una ulteriore voce di risparmio può derivare dalla sostituzione dei motori elettrici attualmente in utilizzo nelle linee di produzione e sui servizi ausiliari con motori con rendimento maggiore.

La Norma IEC 60034-30:2008 definisce le classi di rendimento per i motori trifase a bassa tensione nella gamma di potenza da 0,75 kW a 375 kW. Il Codice "IE" sta per "Efficienza Internazionale" e si combina con un numero:

- IE1 = Rendimento Standard;
- IE2 = Rendimento Elevato;
- IE3 = Rendimento Premium.

Dal primo gennaio 2017 i motori con una potenza nominale tra 0,75 - 375 kW devono essere di una classe di rendimento minima IE3, o minima IE2 se equipaggiati da azionamento con controllo elettronico della velocità.

Il controllo elettronico della velocità viene effettuato utilizzando un convertitore di frequenza che regola la velocità del motore, e quindi la potenza prodotta, sulla base dell'energia necessaria. E' stato svolto il calcolo del risparmio derivante dalla sostituzione dei motori elettrici al servizio dei nastro trasportatori e dell'impianto di aspirazione, con classe di efficienza internazionale IE1 "Standard" in motori classe IE3 "Premium".

I risultati della simulazione di sostituzione delle utenze candidate sono rappresentati nelle tabelle seguenti in termini di consumi elettrici risparmiati (Tabella 27) e sostenibilità economica dell'investimento (Tabella 28).

Tipo utenza/funzioni	Potenza nominale [kW]	Motore elettrico	Intervento	Costo Motore IE3 [€]	Rendimento [μ] IE(i)	Rendimento [μ] IE3	ore/anno	Energy Saving [kWh]
		Classe di efficienza						

Aspirazione ausiliari	45	IE1	IE3	3.500	0,917	0,942	5.280	4.160*
Aspirazione ausiliari	15	IE1	IE3	1.400	0,9	0,921	5.280	1.160*
<b>Totale</b>	-	-	-	<b>4.900</b>	-	-	-	<b>5.320</b>

\* Calcolato su un fattore di utilizzo del 70%

Tabella 27

Con un valore dell'energia elettrica pari a 0,125 €/kWh, un tasso di interesse del 1% ed una vita utile del componente di 10 anni, si ha il piano di ammortamento riportato di seguito in Tabella 28.

Costo investimento [€]	4.900 €
Risparmio energetico annuo [kWh]	5.320
Risparmio energetico annuo [tep]	1
Valore economico annuo del risparmio energetico [€]	660 €
Numero annuo TEE ottenibili	-
Vita utile investimento [anni]	10
Payback lineare [anni]	8 anni e 11 mesi
VAN [€]	350
TIR [%]	2
VAN/I	0,06
Riduzione CO <sub>2</sub> [t/anno]	1,7

Tabella 28

In Figura 7 si riportano le caratteristiche tecniche dei motori Simot, S.p.A., oggetto di sostituzione.

**Dati Elettrici (50Hz) classe di Efficienza IE3 - 4 poli**

Tipo	Potenza (Kw)	giri/min. (rpm/min.)	Corrente In(A) 400V	Eff. (%)	Fattore di potenza (cosφ)	Coppia Cn (Nm)	Is/In	Cs/Cn	Cmin/Cn	Cmax/Cn
T3C 160L-4 *	15	1445	25.55	92.1	0.92	99.13	7.8	2.4	2.1	2.9
T3C 180M-4	18.5	1445	33.15	92.6	0.87	122.26	7.8	2.4	2.1	3
T3C 180L-4	22	1460	38.37	93	0.89	143.89	7.5	2.3	2	3
T3C 200L-4	30	1460	52.57	93.6	0.88	196.22	7.9	2.4	2	2.7
T3C 225S-4	37	1470	71.09	93.9	0.80	240.36	6.7	2.4	2	2.7
T3C 225M-4 *	45	1480	86.19	94.2	0.80	290.35	7	2.3	2	2.8

Figura 7

**11.2. Relamping**

Sono presenti negli uffici, nelle zone lavorazione ed esternamente corpi illuminanti di vecchia generazione (fluorescenti e vapori); per un consumo annuo calcolato, sulle utenze più significative, di 47.882 kWh. La sostituzione dei corpi illuminanti di vecchia generazione, con modelli attuali, a led, più performanti, porterà ad un consumo stimato di 22.963 kWh cioè il 53% in meno di consumi di energia elettrica., come si evince dalle seguenti Tabelle 29-30.

Illuminazione interna ante operam					Illuminazione interna post operam			
Tipologia	n°	kW punto luce	ore/anno	kWh/anno	Tipologia	n°	kW punto luce	kWh/anno
Vapori	23	0,25	3080	17710	Led	23	0,12	8500,8
Fluorescenza	28	0,116	1440	4677	Led	28	0,05	2016
Illuminazione esterna ante operam					Illuminazione esterna post operam			
Vapori	3	0,25	4015	3011	Led	3	0,1	1205
Vapori	3	0,4	4015	22484	Led	14	0,2	11242

47,882 kWh/anno	22,963 kWh/anno
-----------------	-----------------

Tabella 29

Con un valore dell'energia elettrica pari a 0,125 €/kWh, un tasso di interesse del 1% ed una vita utile dei componenti di 10 anni, si ha il piano di ammortamento riportato di seguito in Tabella 30.

Costo investimento [€]	9.000
Risparmio energetico annuo [kWh]	24.919
Risparmio energetico annuo [tep]	4,4
Valore economico annuo del risparmio energetico [€]	3.115
Numero annuo TEE ottenibili (durata: 5 anni)*	4
Vita utile investimento [anni]	10
Payback lineare [anni]	2 anni e 11 mesi
VAN [€]	20.500
TIR [%]	33
VAN/I	2,3
Riduzione CO <sub>2</sub> [t/anno]	8

\* Il piano di ammortamento è calcolato al netto degli incentivi dovuti ai TEE

Tabella 30

In Figura 8 (proiettore 200 W LED) e 9 (plafoniera) le tipologie di corpi illuminanti suggeriti (o equivalenti), da installare in sostituzione degli attuali e relative caratteristiche tecniche.



Tipo	LED HighBay
Struttura	circolare
Colore	nero
Materiale	Alluminio
Tecnologia	LED
<b>Lighting</b>	
Potenza assorbita durante il funzionamento	100 W
Flusso luminoso	12000 lm
Temperatura di colore	4000 K
Dimmerabile	no
Angolo di irraggiamento	90 °
Resa cromatica	80 Ra
Colore della luce	bianco neutro
Flusso luminoso nominale	12000 lm



<b>Marchio</b>	Silamp
<b>Potenza</b>	100w
<b>Tensione di funzionamento</b>	220-240v AC
<b>Frequenza</b>	50 - 60 HZ
<b>Tecnologia</b>	LED SMD
<b>Lumen</b>	10 000 lm
<b>Resa</b>	1000w (rispetto a un'alogeno)
<b>Temperatura luce</b>	4200k o 6400k (scegliere dal menù)
<b>Fascio di luce</b>	120°
<b>Indice di Resa Cromatica</b>	CRI 85
<b>UGR</b>	<19
<b>Indice di protezione</b>	IP65
<b>Tipo di installazione</b>	Con staffa forata inclusa
<b>Materiali</b>	PVC, Plexiglass, Alluminio
<b>Colore (finitura)</b>	Nero
<b>Diffusore</b>	Trasparente
<b>Durata media</b>	> 30.000 h
<b>Temperatura di funzionamento</b>	-20°C~ + 45°C.

Figura 8



Specifiche prodotto

Marchio	Beghelli
Peso articolo	2 Kg
Peso	2 Kg
Forma	tubolare
Voltaggio	220 volt
Batterie/Pile incluse?	No
Batterie/Pile necessarie?	No
Classe di consumo energetico (UE)	A
Potenza	50 watt
Temperatura colore	4000 Kelvin

Figura 9

11.3. Filtro di rete

Il sistema E-Power è un filtro passivo induttivo con caratteristiche di tipo ibrido, date dalla sua capacità di immettere nel flusso di energia una serie di vettori elettromagnetici in opposizione di fase, utilizzando una parte dell'energia in ingresso e provocando una caduta di tensione proporzionale al livello di filtraggio selezionato. L'induttanza quindi non è costante, ma cambia dinamicamente il suo valore adattandosi all'assorbimento di potenza presente nell'impianto e massimizzando così la sua efficacia. Grazie alla sola presenza di componenti reattivi e di interruttori/contattori, le perdite introdotte dall'installazione del sistema possono considerarsi nulle, a differenza di quanto avviene nei filtri attivi con resistori e dispositivi di potenza a commutazione. Il risparmio annuo garantito è del 4% di energia elettrica, come da Tabella 31.

Il sistema consigliato è un sistema tipo Energia, modello E-Power 1250, come visibile in Figura 10.



Figura 10

Con un valore dell'energia elettrica pari a 0,125 €/kWh, un tasso di interesse del 1% ed una vita utile del componente di 10 anni, si ha il piano di ammortamento riportato di seguito in Tabella 31.

Costo investimento [€]	65.000
Risparmio energetico annuo [kWh]	133.000
Risparmio energetico annuo [tep]	24,8
Valore economico annuo del risparmio energetico [€]	65
Numero annuo TEE ottenibili (durata: 7 anni)*	6.000
Vita utile investimento [anni]	10
Payback lineare [anni]	4 anni
VAN [€]	88.900
TIR [%]	21
VAN/I	1,37
Riduzione CO <sub>2</sub> [t/anno]	43

\* Il piano di ammortamento è calcolato al netto degli incentivi dovuti ai TEE

Tabella 31

## 12. TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI INTERVENTI INDIVIDUATI

In Tabella 32 sono riportati gli interventi individuati, con le relative caratteristiche principali.

INTERVENTO	Investimento [€]	Risparmio [kWh/anno]	Risparmio [tep/anno]	Risparmio CO <sub>2</sub> [t/anno]	VAN/I
Relamping	9.000	24.919	4,4	8	2,3
Filtro di rete	65.000	133.000	24,8	43	1,37
Sostituzione motori	4.900	5.320	1	1,7	0,06
<b>Totale</b>	<b>78.900</b>	<b>163.239</b>	<b>30,2</b>	<b>52,7</b>	<b>-</b>

Tabella 32

Si vede come realizzando gli interventi sopra riportati i consumi interni sarebbero ridotti di circa 163.239 kWh, con una diminuzione di 52,7 t/anno di CO<sub>2</sub> emessa.

## 13. CRITICITÀ RICONTRATE DURANTE LA DIAGNOSI

La prima criticità si riscontra nel fatto che l'Azienda, pur disponendo di un sistema di rilevazione dei consumi in modo continuo e mirato al monitoraggio delle utenze maggiormente energivore (sia per la componente elettrica che

termica), dovuto principalmente alla defiscalizzazione da parte della Agenzia delle Dogane, di cui l'Azienda gode, non raccoglie ed invia i dati ad un PC in grado di eseguire valutazioni e fornire indicazioni per la gestione, i possibili interventi e miglioramenti

Del resto c'è da notare che l'Azienda presenta già un elevato livello di efficienza energetica; infatti, se consideriamo gli indicatori riportati sul Documento ENEA "Valutazione di indici di prestazioni energetiche per i settori fonderie ceramica e produzione della carta", quelli dell'Azienda si collocano sul livello inferiore, vicino a quelli più bassi per la categoria cui appartiene l'Azienda. Infatti il KPIg è pari a 0,39 tep/t fuso, valore molto simile a quello più basso di riferimento pari a 0,334 tep/t fuso (v. Tabella 23), il valore del KPIel è pari a 910 kWh/t ed è molto simile a quello più basso di riferimento pari a 831 kWh/t (v. Tabella 23), infine, il KPIter è pari a 265 Smc/t, valore molto simile a quello più basso di riferimento pari a 194 Smc/t (v. Tabella 23).

#### 14. CONCLUSIONI

La Diagnosi Energetica condotta mostra come lo Stabilimento dell'Azienda non abbia margini significativi di riduzione dei propri consumi di energia, mostrando già consumi decisamente ridotti per unità prodotta.

L'intervento più consistente individuato è quello relativo all'installazione di un filtro di rete che porterebbe ad una riduzione del 4% dei consumi elettrici.

Qualora l'Azienda eseguisse tutti gli interventi proposti al par. 12 si avrebbe la seguente situazione, riportata in Tabella 33:

Costo totale interventi [€]	Risparmio ottenibile [kWh/anno]	Risparmio ottenibile [tep/anno]	CO <sub>2</sub> evitata [t/anno]
78.900	163.239	30,2	52,7

Tabella 33

Fermo restando le considerazioni di cui sopra, l'indicatore di efficienza energetica dell'impianto diverrebbe:

$$\text{KPI tot} = 1.404,8 \text{ tep} / 3.656,9 \text{ t alluminio fuso} = 0,384 \text{ tep/t}$$

Con una riduzione del 1,5% rispetto agli 0,39 tep/t attuali ed avvicinandosi ancora di più al KPI di riferimento trattato in precedenza.

#### 15. ALLEGATI

Allegato 1 – Piano e report di monitoraggio

Amministratore Unico GESCO S.p.A.:  
 Andrea Giannini

REDE EGE Certificato SECEM:  
 Raffaele Scialdoni




Scialdoni Raffaele  
 Settore INDUSTRIALE  
 n. 0004-SI-EGE-2016



**1. PREMESSA**

Nel Dicembre del 2015, Presso Fonderie S.r.l. (di seguito: "Azienda"), in qualità di azienda energivora ai sensi del D.lgs. 102/14, ha presentato una Diagnosi Energetica (di seguito: DE) con riferimento ai consumi dell'anno 2014.

Nel prossimo ciclo di diagnosi – obbligo del 5 Dicembre 2019 per chi ha ottemperato l'obbligo nel Dicembre 2015 o negli anni successivi – sarà necessario misurare i vettori energetici oggetto di analisi. Definito l'insieme delle aree funzionali e determinato il peso energetico di ciascuna di esse a mezzo di valutazioni progettuali e strumentali, si dovrà pertanto definire l'implementazione del piano di monitoraggio in modo da poter determinare un quantitativo significativo dei consumi energetici per l'anno 2018.

Ciò consentirà, divenendo così un approccio tipico per l'azienda, di tenere sotto costante controllo i dati significativi del contesto produttivo, acquisire informazioni utili al processo gestionale e dare il corretto peso energetico allo specifico prodotto da questa realizzato o al servizio dalla stessa erogato.

La percentuale di misurazione sarà funzione della tipologia di azienda analizzata – a seconda che appartenga al settore industriale o al terziario – e dall'area aziendale cui afferiscono i consumi analizzati – attività principali, servizi ausiliari o servizi generali.

Le misure potranno essere effettuate adottando le seguenti metodologie:

- a) *campagne di misura*: la durata della campagna dovrà essere scelta in modo rappresentativo – in termini di significatività, riproducibilità e validità temporale – rispetto alla tipologia di lavoro svolto dall'impianto (es: impianti stagionali). La durata minima della campagna dovrà essere giustificata dal redattore della diagnosi. Occorrerà, inoltre, rilevare i dati di produzione relativi al periodo afferente alla campagna di misura;
- b) *installazione di strumenti di misura permanenti*: in questo caso è opportuno adottare come riferimento l'anno solare precedente rispetto all'anno d'obbligo di redazione della DE.

Il presente documento raccoglie l'elaborazione del "Piano di Monitoraggio" – con individuazione delle misure da effettuare – ed il conseguente "Report di Monitoraggio", in cui i dati raccolti vengono analizzati ed elaborati per l'esecuzione della DE.

**2. SITUAZIONE ENERGETICA IN RIFERIMENTO ALL'ANNO SOLARE 2014**

La DE redatta in riferimento all'anno solare 2014 è stata eseguita secondo le norme tecniche UNI CEI EN 16247-1:2012 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali" e UNI CEI EN 16247-3:2014 "Diagnosi energetiche - Parte 3: Processi". Dalla DE, l'Azienda ha rilevato i dati di consumo riportati nella successiva Tabella 1.

Vettore energetico	Consumo annuo	tep/anno
Energia elettrica	2.749.043 kWh	514,07
Gas naturale	634.198 Smc	523,21
<b>TOTALE</b>		<b>1.037,28</b>

Tabella 1

L'approvvigionamento energetico da parte dell'Azienda avveniva, per quanto concerne la componente elettrica, tramite due punti di fornitura (POD), entrambi in Media Tensione (MT); mentre, relativamente al gas naturale, per mezzo di un unico punto di riconsegna (PDR).

In particolare:

- POD n. IT001E00023196: rappresentava il nodo di immissione principale dell'impianto, erogando energia all'intera zona di produzione e alla zona uffici;
- POD n. IT001E00023197: forniva energia ai locali che ospitavano la funzione di processo delle lavorazioni meccaniche;
- PDR n. 04180000018133: forniva gas naturale all'intero sito produttivo.

Nei seguenti Grafici 1 e 2 viene presentata la ripartizione dei consumi energetici dell'Azienda nei maggiori centri di consumo.

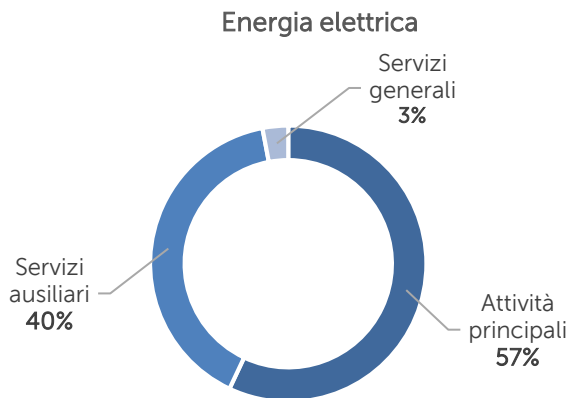


Grafico 1

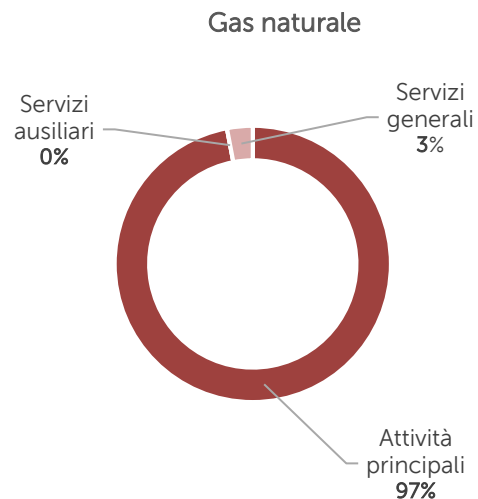


Grafico 2

### 3. AGGIORNAMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI IN RIFERIMENTO ALL'ANNO SOLARE 2017

Negli anni successivi la redazione della DE, l'Azienda ha effettuato sulla propria struttura impiantistica i seguenti interventi principali:

- installazione di un impianto fotovoltaico della potenza elettrica nominale di 275 kW;
- accorpamento dei due POD elencati precedentemente in un unico punto di fornitura di energia elettrica;
- installazione di n. 3 nuove macchine da pressofusione, per un totale di n. 9 unità (rif. Maggio 2018);
- installazione di un nuovo forno fusorio a gas naturale.

Nell'anno solare 2017, i consumi di energia elettrica e termica sono stati pari a quanto riportato nella seguente Tabella 2.

Vettore energetico	Consumo annuo	tep/anno	Variazione 2014-2017
Energia elettrica	3.196.065 kWh	597,66	+ 16,26%
<i>di cui prodotta per mezzo dell'impianto FV</i>	<i>361.326 kWh</i>	<i>67,57</i>	-
Gas naturale	836.348 Smc	689,98	+ 31,87%
<b>TOTALE</b>		<b>1.287,64</b>	<b>+ 24,13%</b>

Tabella 2

Venendo alla produzione, rispetto all'anno 2014 – dove l'Azienda ha fatto registrare un valore di 2.036 t di prodotto finito – questa, nel 2017, è stata pari a 2.608 t, riscontrando così un incremento del + 28%.

### 4. SISTEMA DI MONITORAGGIO ATTUALE

L'Azienda ha attualmente attivo un sistema di monitoraggio sui seguenti utilizzatori:

- U.T.F. n. 1 - Presse 401, 402, 550, 752, 753;
- U.T.F. n. 2 - Pressa IP 1150;
- U.T.F. n. 3 - Evaporatore;
- U.T.F. n. 4 - Presse 551, 900;
- U.T.F. n. 5 - Aria compressa;
- U.T.F. n. 6 - Sabbiatrici;
- U.T.F. n. 7 - Sabbiatrici;
- U.T.F. n. 8 - Sabbiatrici;
- U.T.F. n. 9 - Macchine reparto tranciatura.

## 5. DEFINIZIONE DELLE PERCENTUALI MINIME DI MONITORAGGIO SECONDO LE "LINEE GUIDA DI MONITORAGGIO"

Alla luce di quanto sopra riportato, l'Azienda si colloca nella categoria di consumo annuo di riferimento (tep/anno) tra i 1200 e i 2299 tep/anno, (vedi Tabella 3):

Consumo annuo di riferimento (tep/anno)		Attività principali	Servizi ausiliari	Servizi generali
> 10.000		85%	50%	20%
8.900	10.000	80%	45%	20%
7.800	8.899	75%	40%	20%
6.700	7.799	70%	35%	20%
5.600	6.699	65%	30%	20%
4.500	5.599	60%	25%	10%
3.400	4.499	55%	20%	10%
2.300	3.399	50%	15%	10%
1.200	2.299	45%	10%	5%
100	1.199	40%	5%	5%

Tabella 3

In base a questa collocazione è necessario eseguire il monitoraggio dei consumi (sia elettrici che termici) almeno sul 45% di quelli relativi alle Attività principali, almeno il 10% dei Servizi ausiliari ed il 5% dei Servizi generali.

## 6. MONITORAGGIO DEI VETTORI ENERGETICI

In base a quanto contenuto nel documento "Linee Guida di Monitoraggio", nonché alle informazioni ricevute da ENEA, le misurazioni da effettuare sui vettori energetici sono le seguenti:

### 6.1 Vettore elettrico

**Attività principali:** i consumi per la pressofusione dell'alluminio rappresentano circa l'88% del totale. Pertanto, le misurazioni andranno effettuate su tali utilizzatori. Per avere una rilevazione dei dati di consumo che copra almeno il 45% della produzione, si consiglia di considerare i valori ricavati dai contatori U.T.F. n. 1 e U.T.F. n. 4.

**Servizi ausiliari:** l'aria compressa, l'evaporatore ed il sistema di aspirazione superano, singolarmente, il 10% dei consumi dell'area funzionale. Poiché l'aria compressa rappresenta circa il 60% dei consumi afferenti a tale area, si ritiene che possa essere considerato il contatore U.T.F. n. 5 quale idoneo alla rilevazione del consumo elettrico secondo le "Linee Guida per il Monitoraggio"; misura alla quale andrà aggiunta quella del volume di aria compressa "prodotta" all'interno del periodo di rilevazione dei consumi. Al riguardo si potrà procedere sia con l'installazione di un sistema di contabilizzazione puntuale, così come concordare con il produttore del compressore l'installazione di un sensore interno che porti alla determinazione della stessa portata d'aria in funzione del numero di giri della macchina. Sarà effettuata un'analisi dei monitoraggi già eseguiti e, se in linea con quanto sopra esposto, le informazioni saranno acquisite nell'ambito del "Report di Monitoraggio".

**Servizi generali:** i consumi sono inferiori al 5% e, pertanto, non risulta necessario condurre alcuna ulteriore indagine dell'area funzionale.

### 6.2 Vettore termico

**Attività principali:** il maggiore centro di consumo di produzione è rappresentato dai forni fusori che incidono per il 90% sul quantitativo di gas naturale erogato allo Stabilimento. Conseguentemente, tale utenze saranno caratterizzate prendendo a riferimento il valore giornaliero rilevato al contatore generale installato al Punto di Riconsegna (PDR), in tale modo, sarà possibile soddisfare la percentuale minima di monitoraggio richiesta da normativa per le attività afferenti alla produzione (45%, v. Tabella 3). Sarà compito dell'Azienda produrre il report giornaliero con i consumi rilevati dal PDR in questione per il periodo di monitoraggio concordato.

**Servizi ausiliari:** non sono presenti utilizzatori riconducibili ai servizi ausiliari.

**Servizi generali:** essendo i relativi consumi inferiori al 5% non va condotta alcuna ulteriore indagine dell'area funzionale.

### 6.3 Riepilogo installazione misuratori

Si riporta nella sottostante Tabella 4 il riepilogo degli strumenti di misura che dovranno essere monitorati in riferimento alla specifica area funzionale ed alla tipologia di vettore energetico utilizzato.

Area funzionale	Energia elettrica	Gas naturale
Attività principali	U.T.F. n. 1 - presse 401, 402, 550, 752, 753 U.T.F. n. 4 – presse 551, 900	PDR n. 1
Servizi ausiliari	U.T.F. n. 5 - energia elettrica consumata ed aria compressa prodotta	NO
Servizi generali	NO	NO

Tabella 4

### 6.4 Descrizione del sistema di lettura/memorizzazione dati

I contatori di energia elettrica U.T.F. n. 1 e U.T.F. n. 4 già presenti, se dotati di uscita RS 485, potranno essere collegati ad un gateway. Nel caso in cui non fossero provvisti di tale sistema di trasmissione dati, l'Azienda potrà decidere se:

a) sostituirli con contatori che ne siano provvisti. A tal proposito si rammenta che gli strumenti utilizzabili (contatori o analizzatori di rete che siano) non debbono rispettare nessun requisito qualitativo particolare (es. direttiva MID) e che la loro taratura dovrà avvenire secondo i tempi e le modalità indicate dallo stesso produttore. In questo caso, il gateway invierà i dati – tramite concentratore Ethernet – ad un PC dedicato alla lettura e memorizzazione dei consumi;

b) operare "manualmente" la lettura giornaliera dei consumi.

In entrambi i casi, la rilevazione dei consumi elettrici dovrà avvenire sempre unitamente a quella del prodotto finito, sia trattato dalle presse che finale, riferito allo stesso periodo di rilevazione.

Per ciascun contatore sopra delineato, lo schema da seguire come report di monitoraggio almeno giornaliero è quello riportato di seguito in Tabella 5.

Data	Ora	Energia elettrica assorbita [kWh]	Prodotto lavorato dalle presse [t]	Prodotto fuso [t]	Prodotto finito [t]

Tabella 5

L'unità di compressione aria, i cui assorbimenti elettrici sono già monitorati per mezzo del contatore U.T.F. n. 5, se dotata di un sistema interno in grado di acquisire anch'esso i consumi di energia elettrica nonché la portata d'aria, registrerà tali valori all'interno della macchina. Se il suddetto sistema è anche provvisto di una porta RS 485, sarà inoltre possibile inviare i dati al gateway. Nel caso in cui l'unità non sia invece dotata di un simile sistema di trasmissione dati, l'Azienda potrà gestire le misure come precedentemente descritto in riferimento alle presse (contatori U.T.F. n. 1 e U.T.F. n. 4). In ogni caso, come già sottolineato, alla rilevazione del consumo elettrico andrà sempre aggiunta quella del volume di aria compressa "prodotta" nel periodo di rilevazione dei consumi.

Nel caso in cui si opti per una rilevazione manuale, lo schema da seguire come report di monitoraggio almeno giornaliero è quello riprodotto in Tabella 6.

Data	Ora	Energia elettrica assorbita [kWh]	Aria compressa prodotta [mc]	Prodotto fuso [t]	Prodotto finito [t]

Tabella 6

Il contatore generale del gas naturale associato al PDR n. 04180000018133, se dotato di uscita RS 485, potrà anch'esso essere collegato ad un gateway. Se così non fosse, come per l'energia elettrica, l'Azienda potrà decidere in autonomia se sostituire il contatore con uno dotato di simile protocollo di trasmissione dati, oppure prevederne una lettura giornaliera secondo lo schema riprodotto in Tabella 7.

Data	Ora	Gas naturale consumato [Smc]	Prodotto fuso [t]	Prodotto finito [t]

Tabella 7

In caso di utilizzo di un sistema di gestione centralizzato dei dati, lo schema tipo viene riportato in Figura 1.

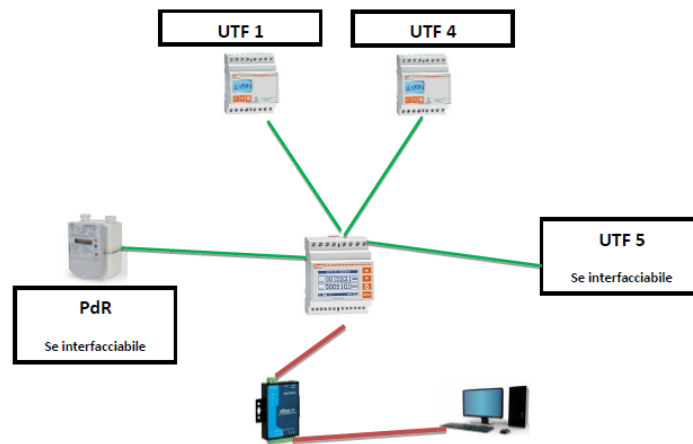


Figura 1

## 7. ANALISI E VALUTAZIONE DEI DATI RICEVUTI DALL'AZIENDA

In linea con la struttura impiantistica delle fonderie, si rende necessario adottare l'opzione A del protocollo IVMP (*International Performance Measurement and Verification Protocol*), ossia l'isolamento delle varie AMEE (Azioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica) che, in questo caso, sono rappresentate in modo esauriente dalle aree funzionali denominate "Attività principali" e "Servizi ausiliari". Tali misurazioni hanno dato esito positivo e non hanno introdotto incertezze.

Tale protocollo si basa sulla seguente documentazione e normativa:

- *M&V Guidelines: Measurement & Verification for performance Based Contracts;*
- *ASHRAE Guidelines 14: Measurement of energy and demand savings;*
- Norma tecnica italiana sulle società che forniscono servizi energetici UNI CEI 11352;
- Direttiva 2006/32/CE sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici;
- *Transparency European Code of conduct for energy Performance Contracting.*

Inoltre, sono state prese a riferimento le seguenti norme tecniche:

- UNI CEI EN 15900:2010 "Servizi di efficienza energetica - Definizioni e requisiti"
- ISO 50015:2018 "Measurement and verification of organizational energy performance. General Principle and Guidance".
- ISO 17741:2016 "General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects".

L'azienda, per monitorare i dati necessari alla valutazione energetica del proprio ciclo produttivo, ha eseguito delle campagne di monitoraggio per i periodi sottoelencati:

- consumo elettrico delle attività principali: 11 Giugno – 17 Giugno 2018;
- consumo elettrico dei servizi ausiliari e misura portata di aria compressa: 11 Giugno -22 Giugno 2018;
- consumo gas naturale delle attività principali: 02 Luglio – 15 Luglio 2018.

La stessa ha inoltre implementato un sistema di monitoraggio in continuo delle utenze che rientrano tra quelle oggetto di "defiscalizzazione" – Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) del 21 Dicembre 2017, cui ha fatto seguito la collegata deliberazione n. 921/2017/R/eel dell'Autorità per la Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). Nello specifico sono installati n. 9 contatori di energia elettrica attiva certificati U.T.F. Nel successivo paragrafo vengono riportate le specifiche della strumentazione utilizzata per le utenze selezionate.

## 8. CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA

### 8.1 Attività principali

Monitoraggio presse 401, 402, 550, 752, 753 (U.T.F. 1), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 8.

<b>Marca</b>	IME
<b>Modello</b>	CE4DMID01
<b>Matricola</b>	M2011560440
<b>Coefficiente di moltiplicazione (K)</b>	80
<b>Classe di precisione</b>	B
<b>Data di calibrazione</b>	20/08/2017

Tabella 8

Monitoraggio presse 551, 900 (U.T.F. 4), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 9.

<b>Marca</b>	IME
<b>Modello</b>	CE4DMID01
<b>Matricola</b>	M2011560408
<b>Coefficiente di moltiplicazione (K)</b>	40
<b>Classe di precisione</b>	B
<b>Data di calibrazione</b>	01/09/2016

Tabella 9

### 8.2 Servizi ausiliari

Monitoraggio del sistema di produzione aria compressa (U.T.F. 5), integrato con strumentazione Atlas Copco, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 10.

<b>Marca</b>	IME
<b>Modello</b>	CE4DMID01
<b>Matricola</b>	M2011560441
<b>Coefficiente di moltiplicazione (K)</b>	30
<b>Classe di precisione</b>	B
<b>Data di calibrazione</b>	20/08/2017

Tabella 10

Il sistema di acquisizione dati "Airscan" dell'Atlas Copco opera secondo la metodologia e con gli strumenti di seguito riportati:

1. misura in continuo della portata e della pressione;
2. misura in continuo dei parametri elettrici di tutti i compressori (Voltaggio, Corrente, Fattore di potenza, Potenza attiva);
3. precisa quantificazione dei risparmi derivanti dall'impiego di compressori a vite ad alta pressione con elevatore di pressione ZD (VSD), essiccatori a risparmio energetico, energy recovery e di ulteriori tecnologie disponibili;
4. le macchine, in versione standard, sono previste per un'alimentazione elettrica 400V/3f/50Hz (+/-10%), altri voltaggi possono essere forniti su richiesta;
5. i dati di prestazione sono misurati in accordo alle norme PNEUROP/CAGI PN2CPT2C2 per compressori package (test semplificato - ISO 1217) e sono riferiti all'intera macchina, dal filtro di aspirazione alla valvola di mandata;

6. le tolleranze sulle prestazioni sono in accordo alle norme ISO 1217 Ed. 3;
7. il livello di rumorosità è misurato secondo le norme PNEUROP/CAGI PN8NTC2.2 in campo libero a 1 m di distanza con una tolleranza di +/- 3 dB(A).

## 9. CONSUMI DI ENERGIA TERMICA

### 9.1 Attività principali

Monitoraggio giornaliero del PDR 04180000018133, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 11.

<b>PDR</b>	04180000018133
<b>Marca</b>	Fiorentini
<b>Modello</b>	Explorer
<b>Matricola</b>	80064744

Tabella 11

Per tutti i misuratori sopra indicati è stata verificata la presenza di soli macchinari facenti riferimento all'area funzionale oggetto di misurazione, assicurandosi che il contatore alimentasse solo la linea e le utenze oggetto di misura; è stato quindi stabilito il contesto degli utilizzatori a valle di ciascun contatore. Per il contatore del gas naturale è stato immediato verificare quanto richiesto dalle AMEE poiché esso è adibito alla sola misura del gas utilizzato per la fusione dell'alluminio.

## 10. MONITORAGGIO DEI CONSUMI ELETTRICI – ATTIVITÀ PRINCIPALI

### 10.1 Contatore U.T.F. 1

Monitoraggio presse 401, 402, 550, 752 e 753 nella settimana 11 – 17 Giugno 2018, i cui risultati sono riportati in Tabella 12.

Giorno	Contatore n. 1 [kWh]	Contatore n. 4 [kWh]	Alluminio fuso [t]
Lunedì 11 Giugno	6.588,8	2.775,2	7,8
Martedì 12 Giugno	4.030,4	1.709,6	15,5
Mercoledì 13 Giugno	3.236,8	1.318,0	15,0
Giovedì 14 Giugno	4.547,2	2.256,4	12,4
Venerdì 15 Giugno	4.040,8	1.864,8	13,5
Sabato 16 Giugno	-	-	8,2
Domenica 17 Giugno	-	-	-
<b>TOTALE</b>	<b>22.444</b>	<b>9.924,0</b>	<b>72,4</b>

Tabella 12

Nel Grafico 3 si riporta l'andamento dei consumi elettrici, espressi in kWh, dei contatori n. 1 e n. 4 e la quantità di alluminio fuso, espressa in kg, nella settimana 11 – 17 Giugno 2018.

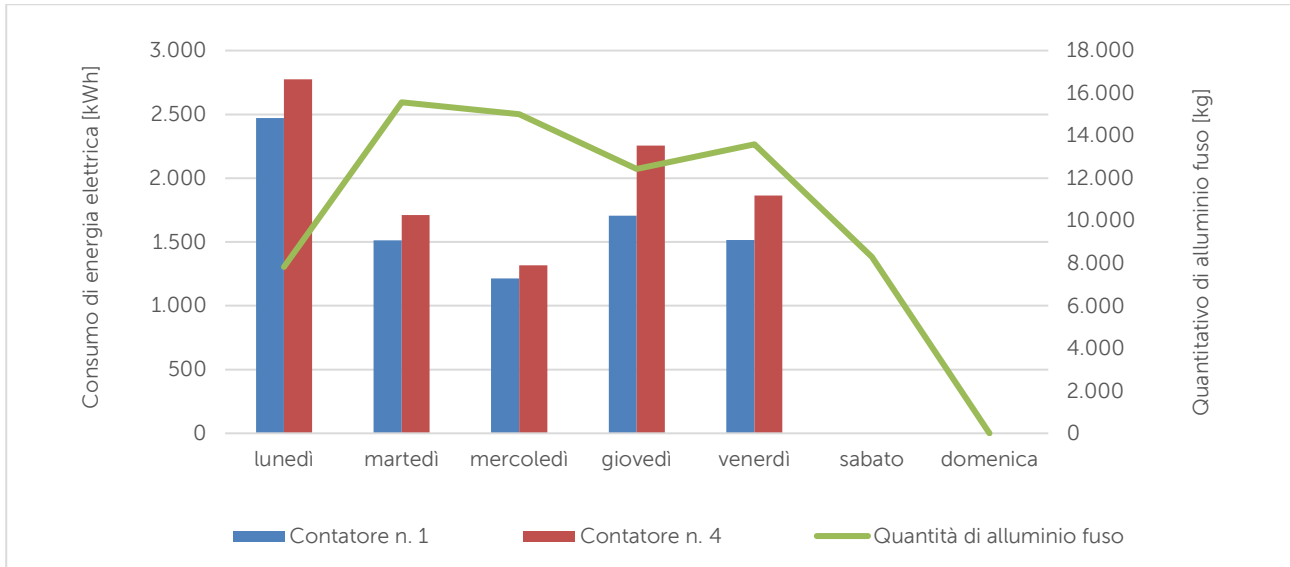


Grafico 3

Nel Grafico 4 si riportano i consumi di energia elettrica, espressi in kWh, dell'U.T.F. 1 nella settimana 11 – 17 Giugno 2018.

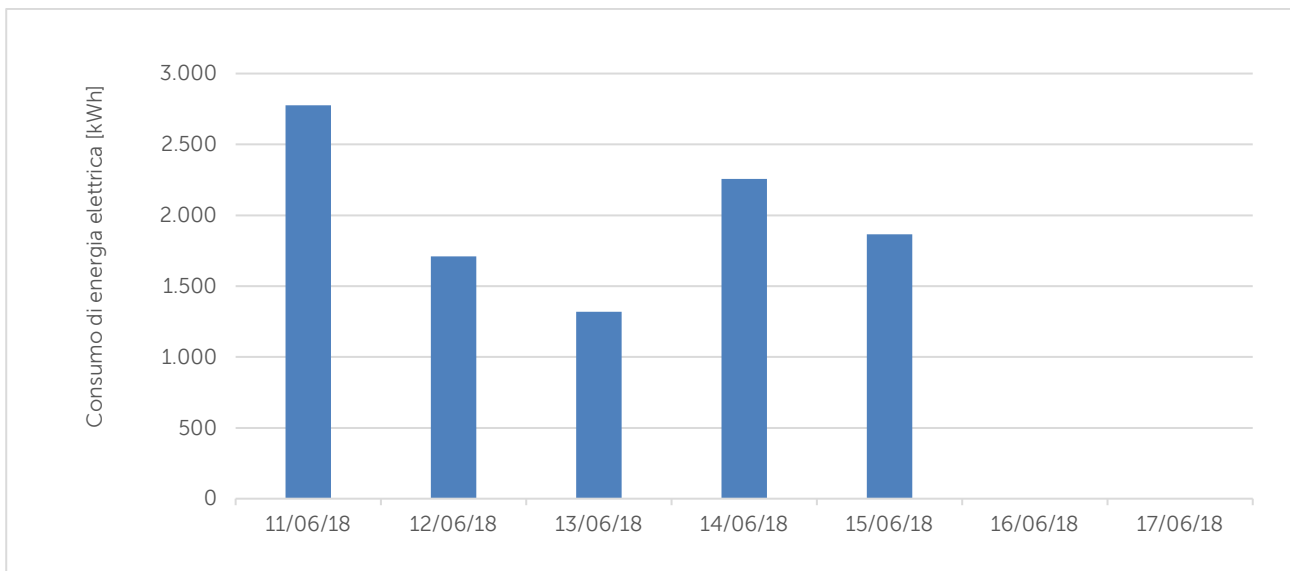


Grafico 4

Nel periodo oggetto del monitoraggio l'insieme delle apparecchiature monitorate tramite U.T.F. 1 ha consumato complessivamente 22.444 kWh e, nello stesso periodo, sono state prodotte 72,4 t di alluminio.

Nelle misurazioni giornaliere può accadere che le partenze ed i fermi macchina abbiano orari diversi rispetto a quelli in cui vengono prese le misure di interesse, questo è sufficiente ad avere un valore di  $R^2$  apparentemente non accettabile come visibile nel Grafico 5.



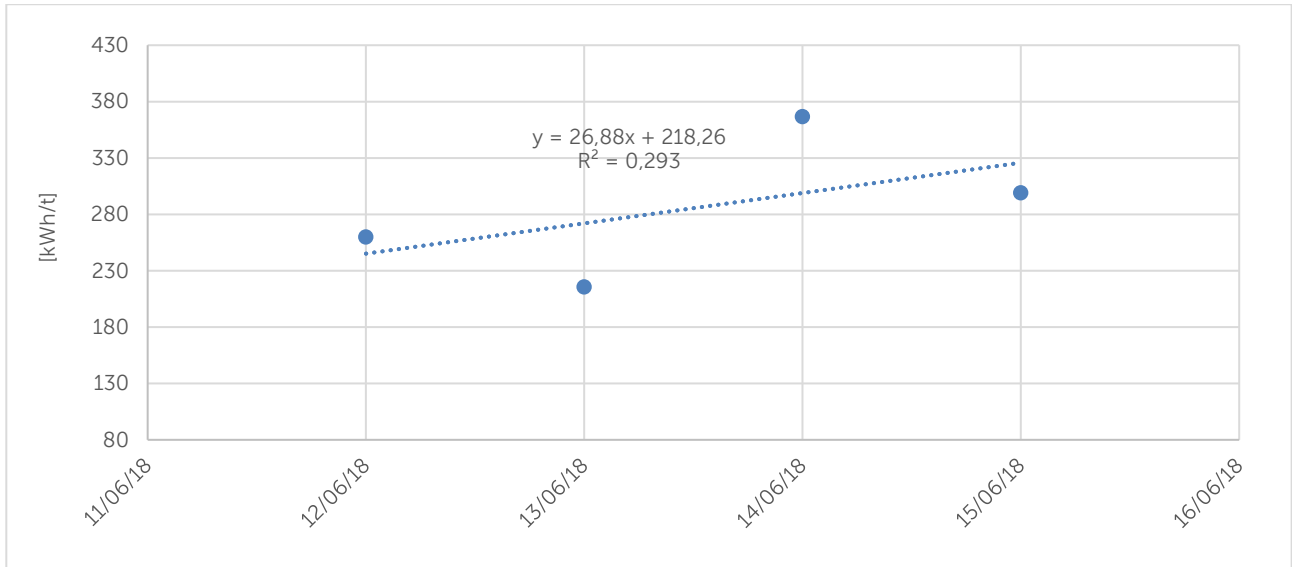


Grafico 5

10.2 Contatore U.T.F. 4

Monitoraggio presse 551 e 900 (U.T.F. 4) nella settimana 11 – 17 Giugno 2018, i cui risultati sono rappresentati nel successivo Grafico 6.

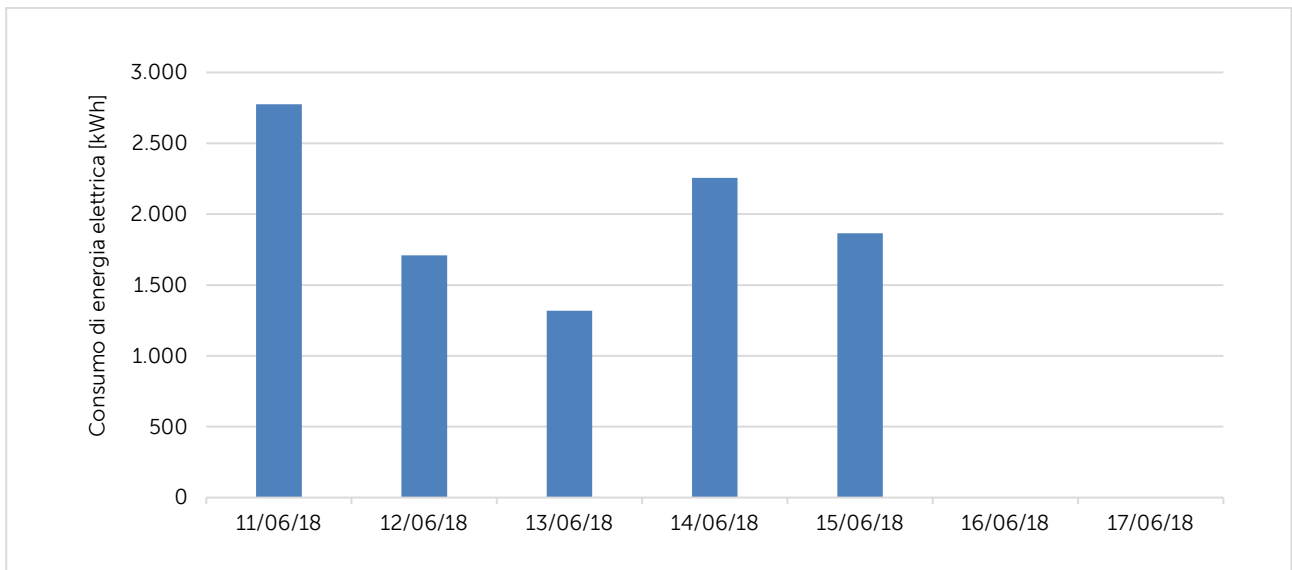


Grafico 6

Nel periodo oggetto del monitoraggio, l'insieme delle apparecchiature monitorate tramite U.T.F. 4 ha consumato complessivamente 9.924 kWh e, nello stesso periodo, sono state prodotte 72,4 t di alluminio. Nelle misurazioni giornaliere è possibile che le partenze e le fermate dei macchinari avvengano in orari diversi rispetto a quelli in cui vengono prese le misure di interesse; questo è sufficiente ad avere un valore di R<sup>2</sup> apparentemente non accettabile, come visibile nel successivo Grafico 7.

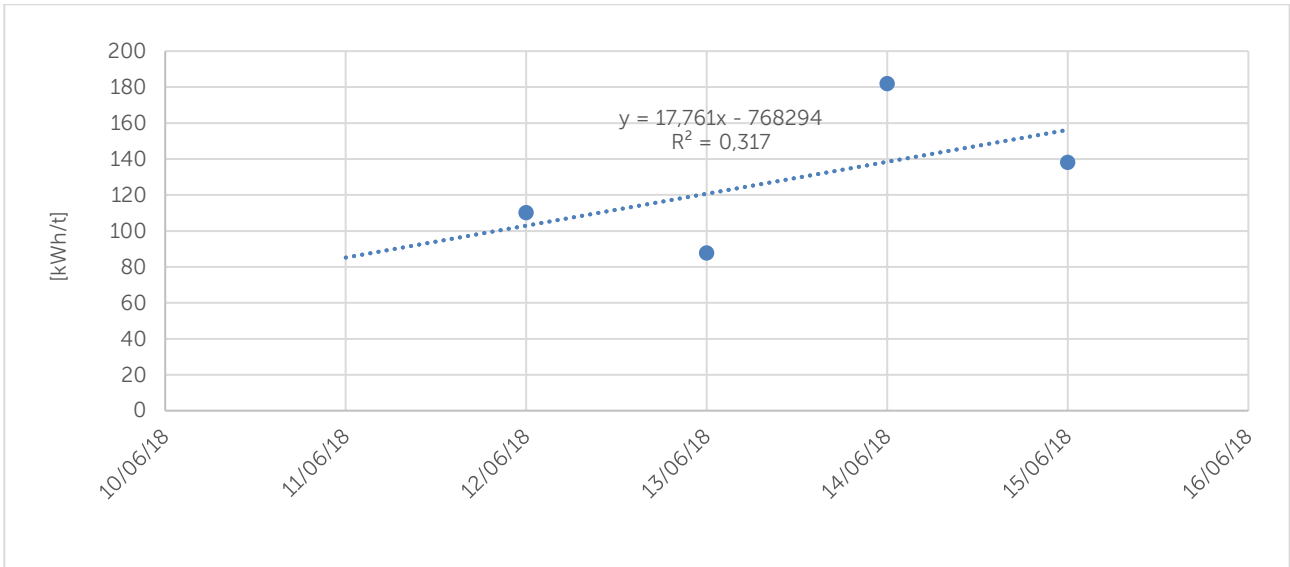


Grafico 7

10.3 Considerazione generale sull'attendibilità delle misurazioni e loro utilizzo.

I Grafici 5 e 7, mostrati ai paragrafi precedenti e rappresentanti la correlazione tra l'andamento nel tempo del rapporto kWh/t di alluminio mostrano un valore basso di  $R^2$ , tale da indurre almeno alla ripetizione della misura; ciò è dovuto alla forte discontinuità del processo produttivo, con fermate e ripartenze dei forni ed altri macchinari in momenti diversi nel corso dei turni lavorativi; ma i valori monitorati si possono considerare idonei a definire degli indicatori di consumi energetici nei confronti del prodotto fuso finale. Da questa analisi consegue che si può definire come indicatore del consumo delle presse oggetto di monitoraggio un "indicatore medio". Nel periodo in esame gli utilizzatori in oggetto hanno consumato 32.368 kWh per un totale di 72,4 tonnellate di prodotto fuso. Per ogni tonnellata di alluminio fuso, le presse hanno consumato circa 252,2 kWh. Il Grafico 8 indica l'andamento annuo degli U.T.F. 1 e U.T.F. 4 ed il prodotto fuso, in cui si ha un consumo medio di 215 kWh/t.

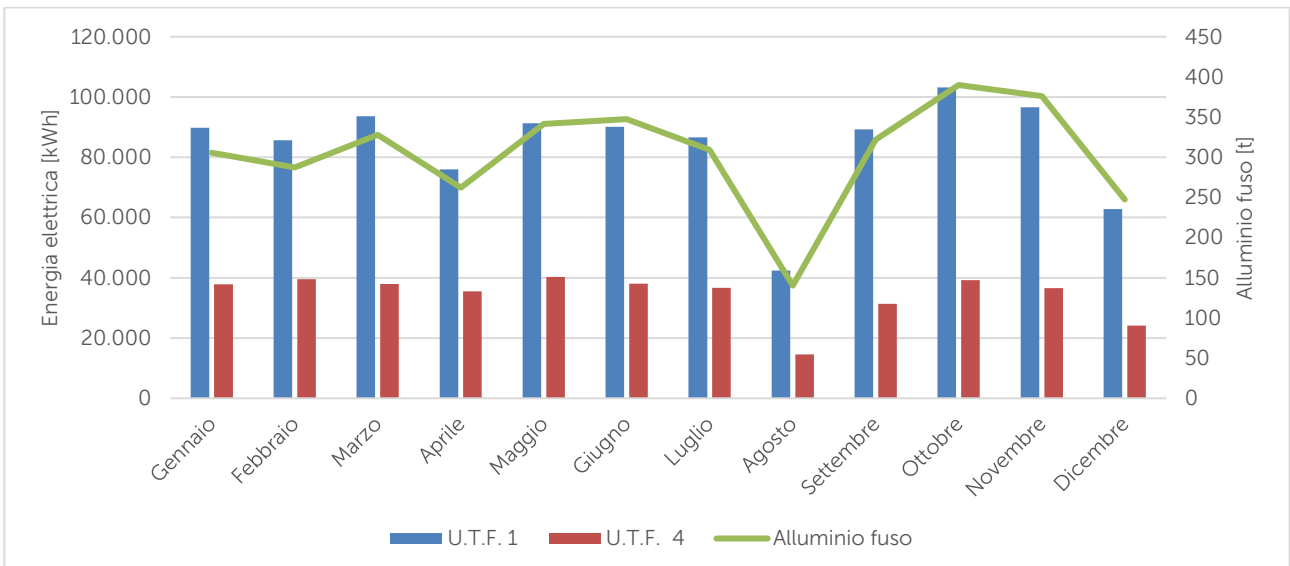


Grafico 8

**11. MONITORAGGIO DEI CONSUMI ELETTRICI – SERVIZI AUSILIARI**
*11.1 Contatore U.T.F. 5*

La sala aria compressa è costituita da due compressori Atlas Copco: 90VSD e 110VSD. Il compressore 90VSD ha un range di potenza di 38-115 kW, mentre il compressore 110VSD ha un range di potenza di 41-129 kW. Su richiesta dell'Azienda, Atlas Copco ha eseguito delle campagne di misura per determinare il consumo di energia elettrica e la relativa produzione di aria compressa. I dati prodotti dalla Atlas Copco sono stati utilizzati in forma aggregata, sommando tra loro il consumo di energia e la produzione di aria dei compressori sopra indicati, essendo lo scopo finale della campagna di misura quello di monitorare i consumi della centrale di compressione dell'aria; inoltre, come consumi elettrici, sono stati considerati quelli rilevati dal contatore U.T.F. 5, in quanto considerata la misura più rappresentativa della situazione da esaminare. Al riguardo, si precisa come i consumi di energia elettrica rilevati dalla Atlas Copco siano relativi unicamente ai due compressori, non includendo altre unità (quali ad esempio gli essiccatori) che compongono la centrale di compressione dell'aria. Il campione di misurazione ha riguardato l'aggregazione di dati delle settimane 11-15 Giugno e 18-22 Giugno per entrambi i compressori. Il periodo di riferimento settimanale per entrambe le misurazioni termina il venerdì in quanto il contatore U.T.F. non registra consumi nei giorni di sabato e domenica. Nella successiva Tabella 13 si riportano le grandezze misurate nel periodo di riferimento.

Data	Consumo elettrico [kWh]	Produzione di aria [m <sup>3</sup> /giorno]	Produzione di aria [lt/s]	Prodotto fuso [t]
Lunedì 11 Giugno	3.548,4	19.008	220	7,8
Martedì 12 Giugno	3.628,2	22.464	260	15,6
Mercoledì 13 Giugno	3.531,9	20.736	240	15,0
Giovedì 14 Giugno	3.504,6	18.144	210	12,4
Venerdì 15 Giugno	3.530,1	18.144	210	13,6
Lunedì 18 Giugno	3.084,3	17.129	195	8,3
Martedì 19 Giugno	3.028,2	17.129	195	12,8
Mercoledì 20 Giugno	2.931,9	16.690	190	15,7
Giovedì 21 Giugno	3.204,6	18.007	205	12,4
Venerdì 22 Giugno	3.172,5	17.568	200	17,1
<b>TOTALE</b>	<b>33.165</b>	<b>185.019</b>	<b>2.125</b>	<b>130,7</b>

Tabella 13

*11.2 Andamento produzione aria compressa nella settimana 11 – 15 Giugno 2018*

Nel successivo Grafico 9 è riportato l'andamento dei consumi di energia elettrica dei due compressori nella settimana 11 - 15 Giugno 2018.

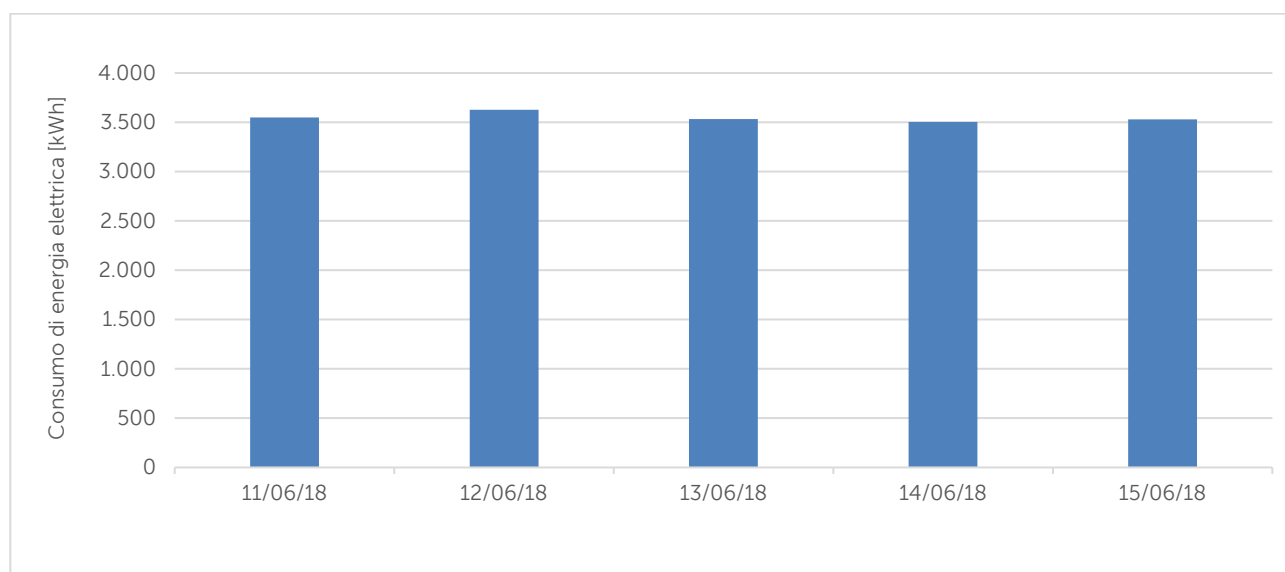


Grafico 9

Nei successivi Grafici 10, 11, 12, 13 e 14 sono riportati i valori, per la settimana di riferimento, di aria compressa prodotta, espressa in l/s e la relativa variazione di pressione, espressa in bar.



Grafico 10

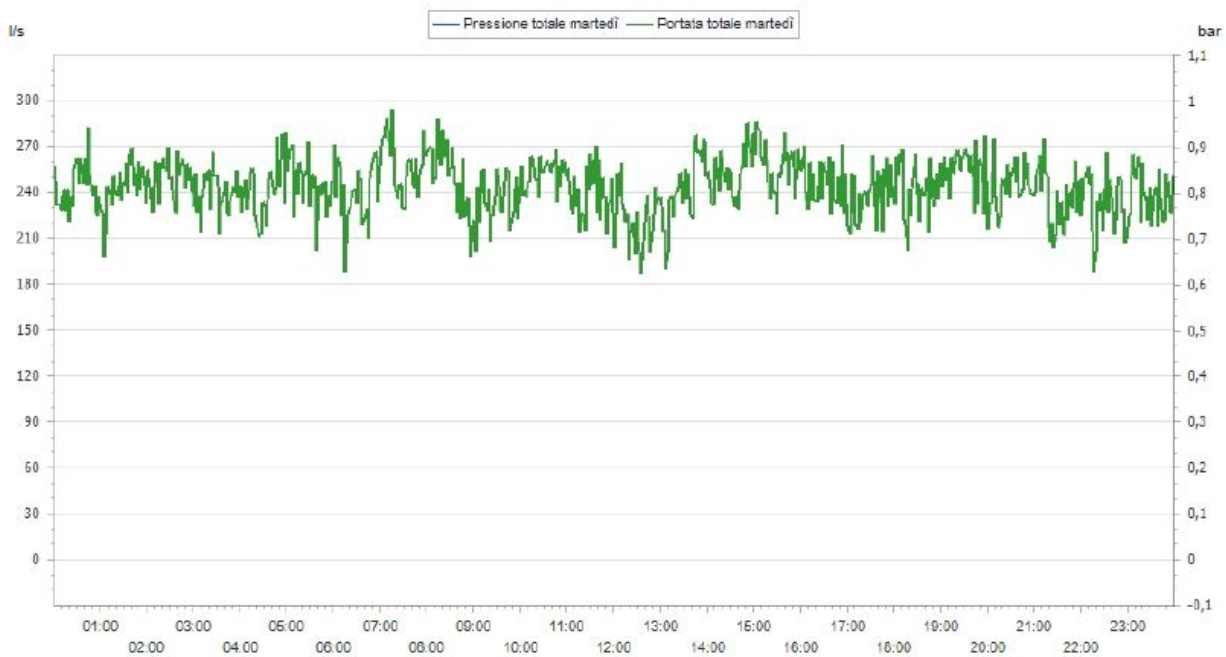


Grafico 11

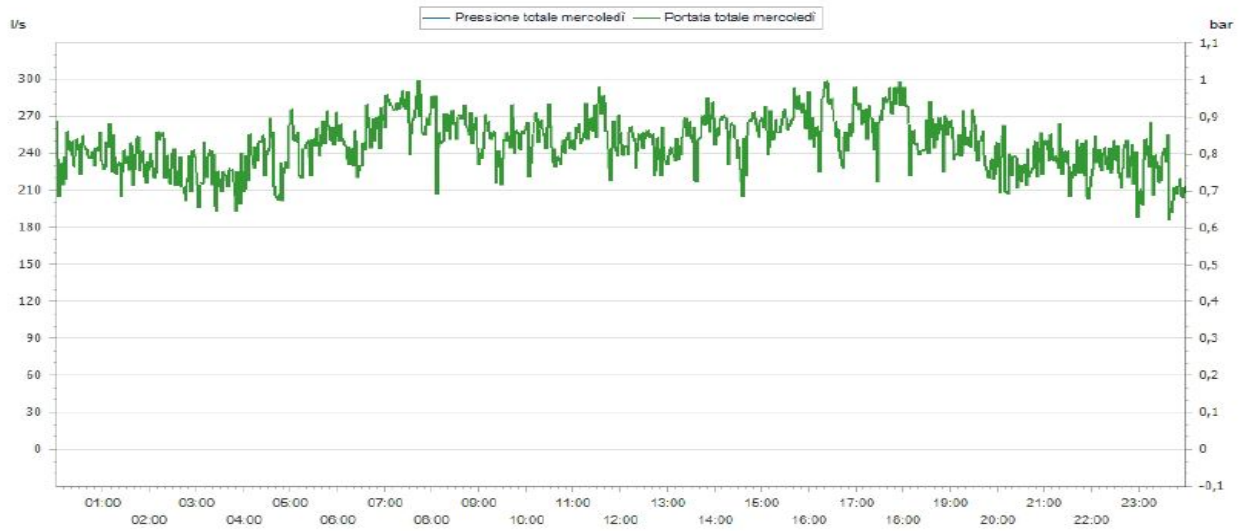


Grafico 12



Grafico 13



Grafico 14

Il successivo Grafico 15 visualizza la media giornaliera della portata di aria compressa e l'andamento orario per il giorno tipo di riferimento, mercoledì 13 Giugno 2018.

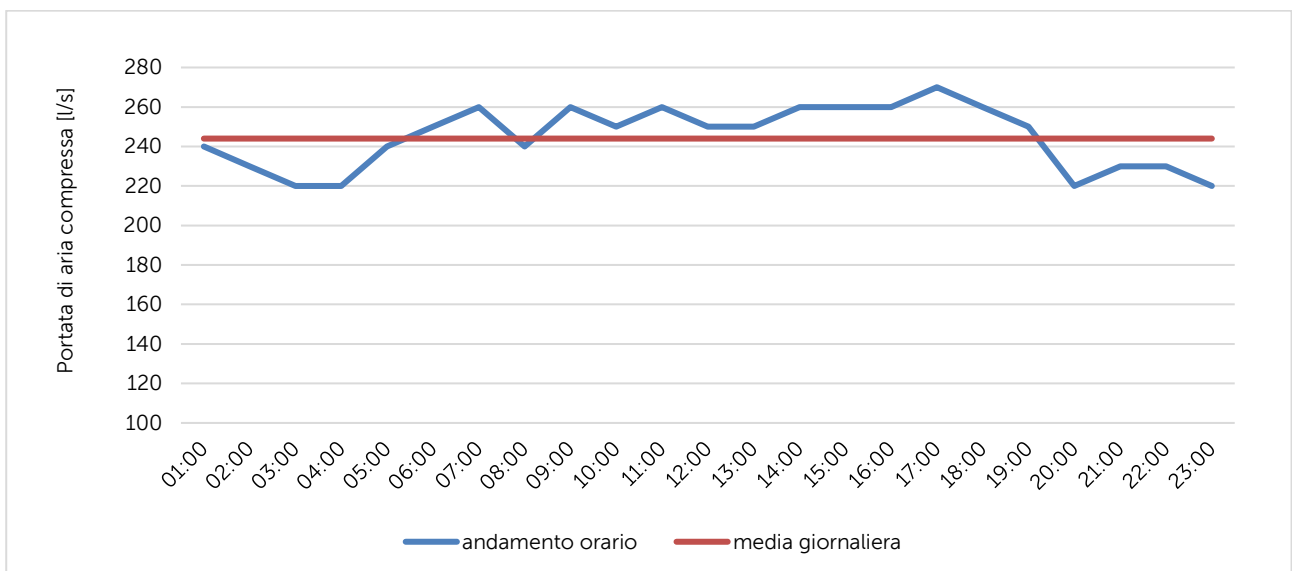


Grafico 15

Nel successivo Grafico 16 e 17 si riportano le rette di regressione per la settimana 11-15 Giugno 2018.

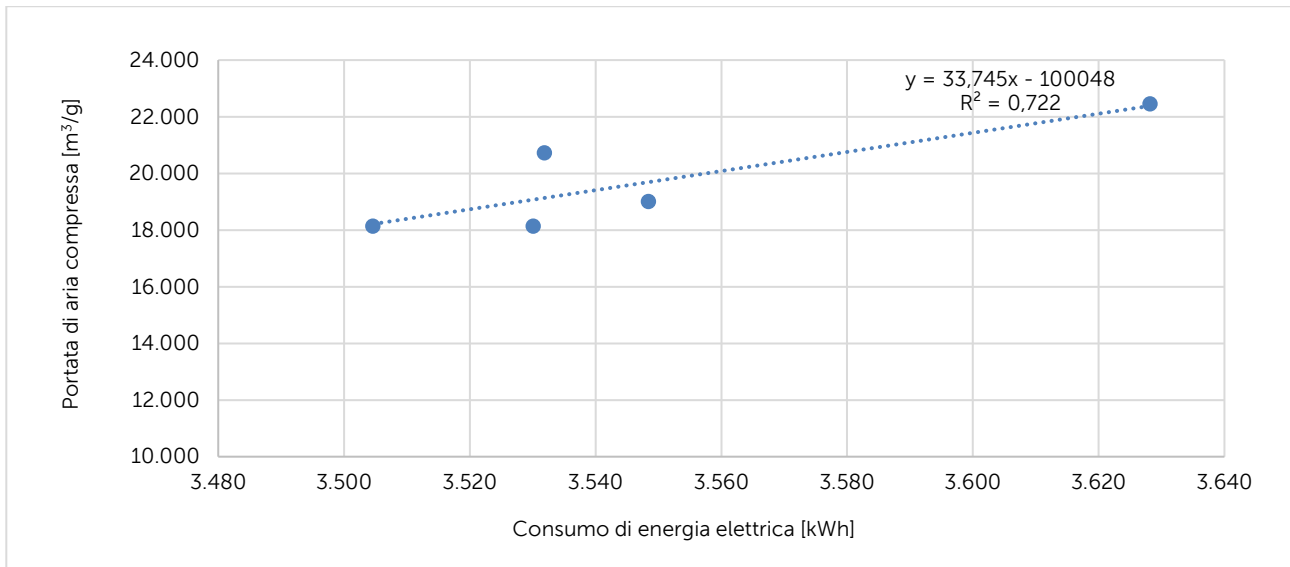


Grafico 16

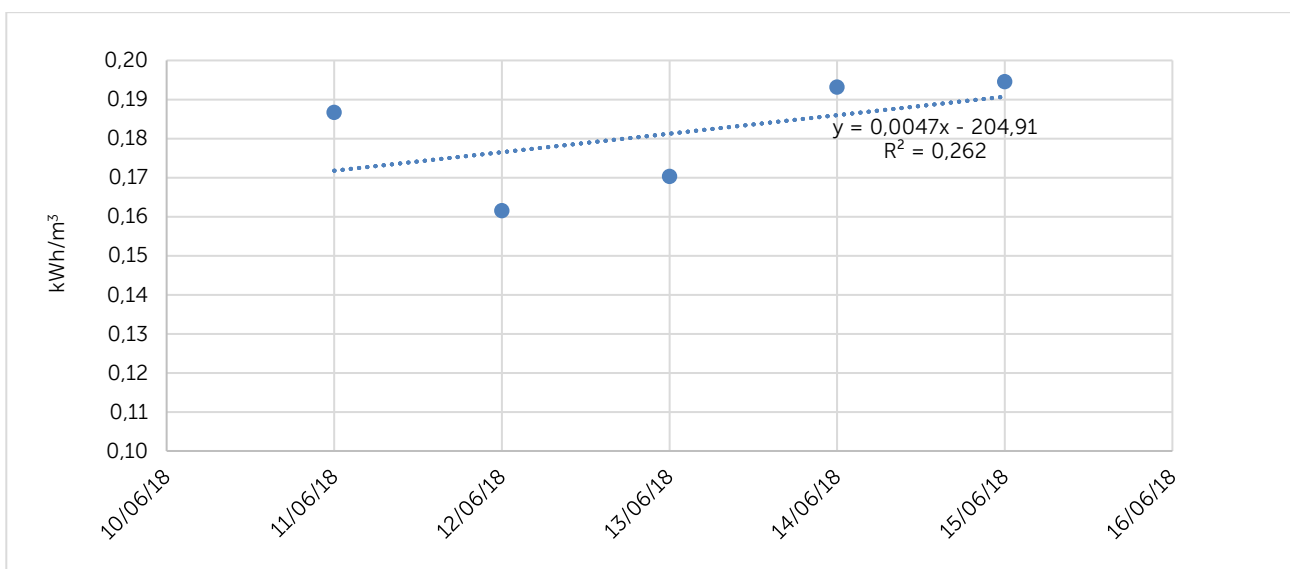


Grafico 17

### 11.3 Andamento produzione aria compressa nella settimana 18 – 22 Giugno 2018

Nel successivo Grafico 18 è riportato l'andamento dei consumi di energia elettrica dei due compressori nella settimana dal 18 al 22 Giugno 2018.

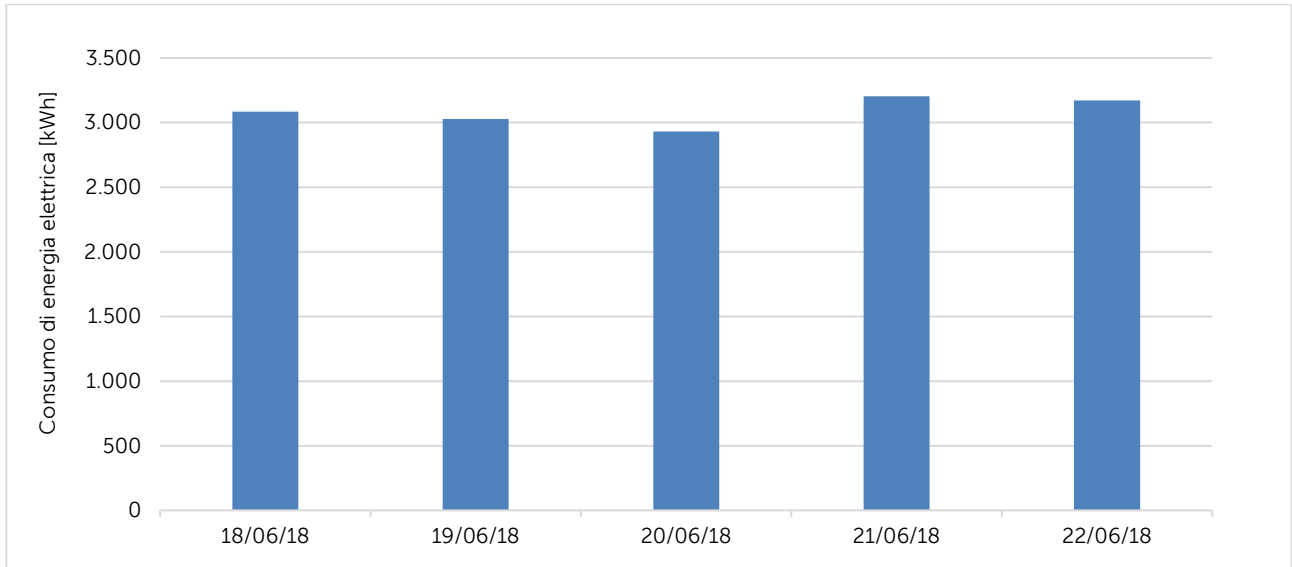


Grafico 18

Nei successivi Grafici 19, 20, 21, 22 e 23 sono riportati i valori, per la settimana di riferimento, di aria compressa prodotta, espressa in l/s, e la relativa variazione di pressione, espressa in bar.



Grafico 19





Grafico 20



Grafico 21

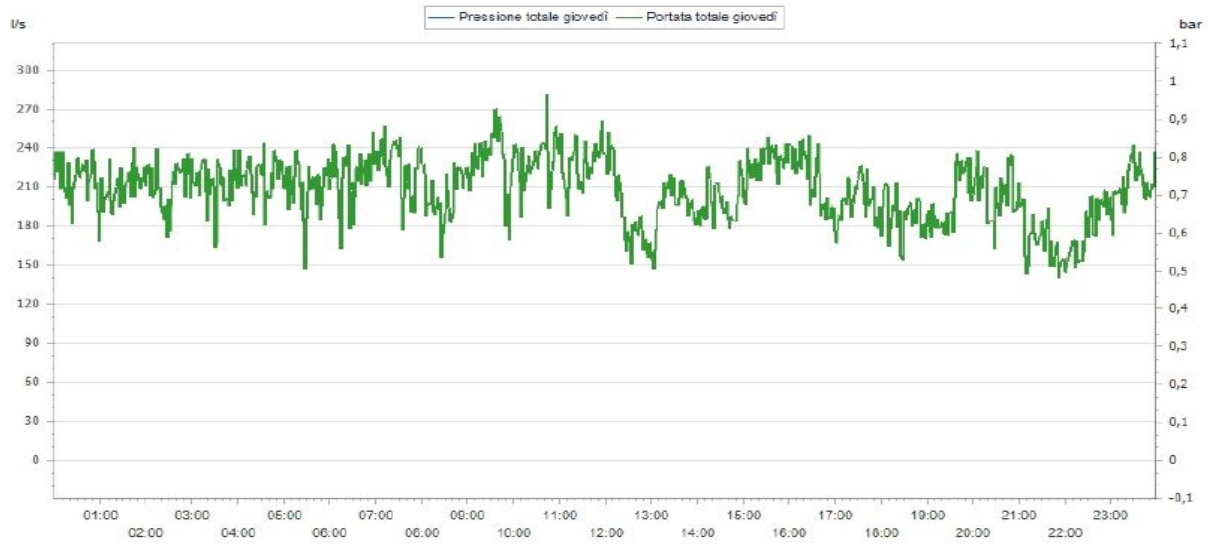


Grafico 22



Grafico 23

Il Grafico 24 visualizza la media giornaliera della portata di aria compressa e l'andamento orario per il giorno tipo di riferimento, lunedì 18 Giugno 2018.

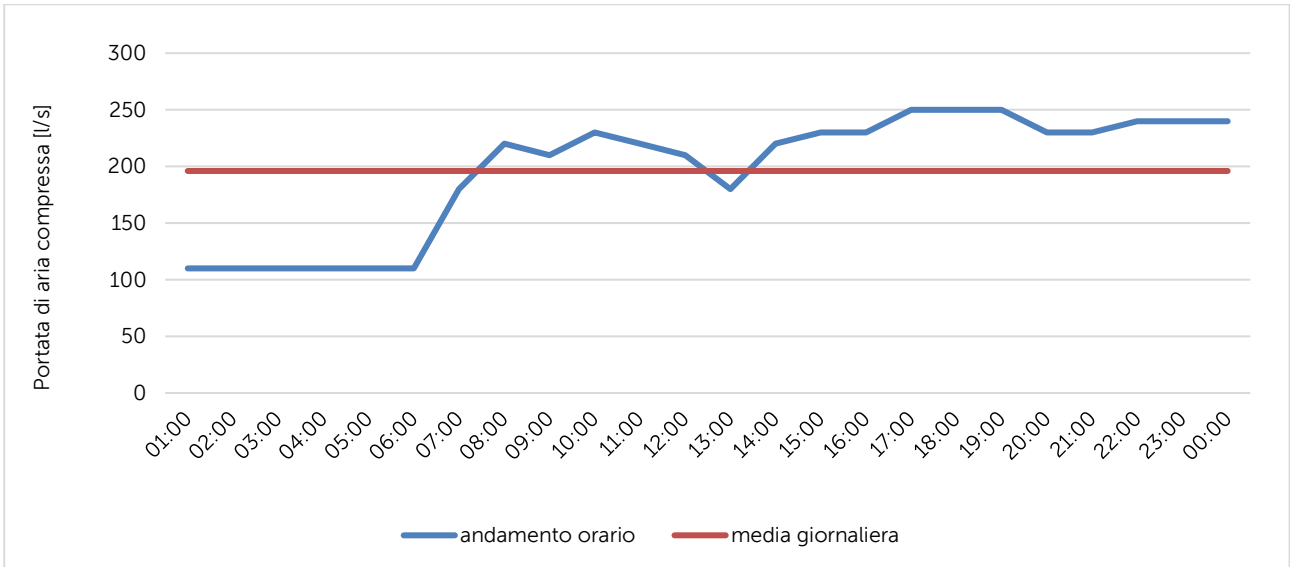


Grafico 24

Nel Grafico 25 si riportano le rette di regressione per la settimana 18-22 Giugno 2018.

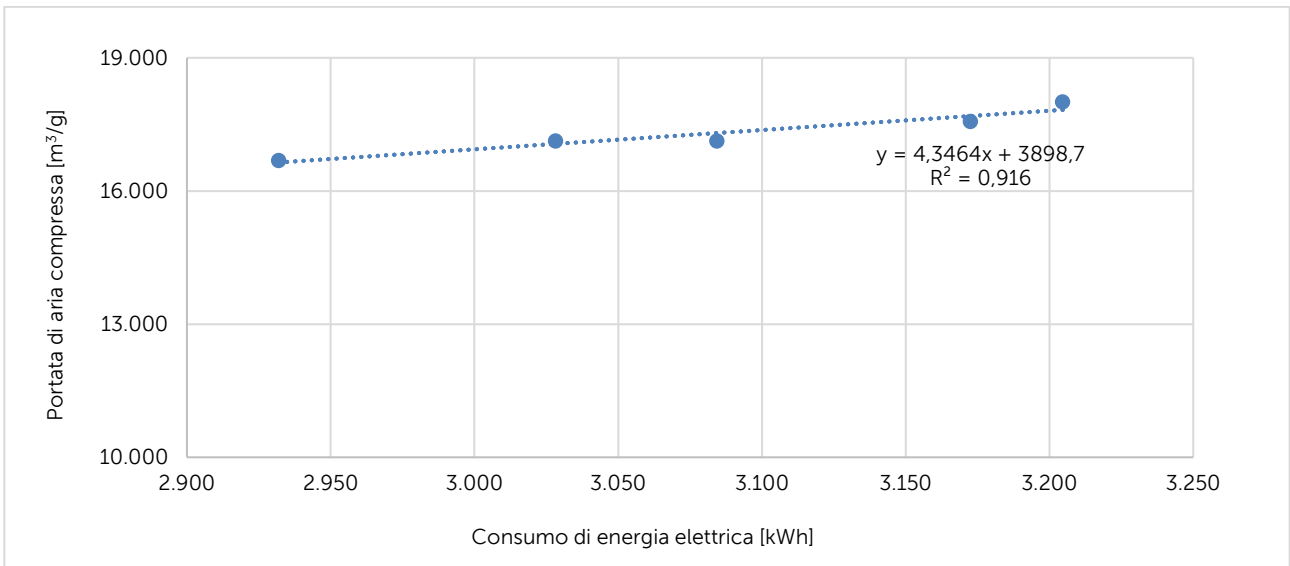


Grafico 25

11.4 Considerazione generale sull'attendibilità delle misurazioni e loro utilizzo

Anche nel caso dell'aria compressa, è presente una correlazione stretta tra consumo elettrico dei compressori e quantitativo di aria compressa prodotta, con valori decisamente accettabili come  $R^2$ . Invece, come nel caso delle misure sugli U.T.F., quando è utilizzato l'andamento nel tempo del rapporto kWh/m<sup>3</sup> aria prodotta si ha un valore basso di  $R^2$ , tale da indurre almeno alla ripetizione della misura, causato essenzialmente dalla discontinuità del processo produttivo, con orari di fermate e ripartenze dei macchinari diversi nei giorni.

Dall'analisi eseguita si possono ricavare gli indicatori KPI (*Key Performance Indicator*) di consumo energetico medio per la stazione di compressione aria relativi al periodo in esame, riportati nella successiva Tabella 14.

KPI	0,18	kWh/m <sup>3</sup>
KPI	1.415	m <sup>3</sup> /t
KPI	253,7	kWh/t

Tabella 14

Dalle analisi dei dati ricavati dalla rilevazione eseguita da Atlas Copco si sono inoltre rilevati dei consumi di energia elettrica, nel periodo in esame, diversi da quelli riscontrati per il Contatore U.T.F. 5.

Nella successiva Tabella 15 e Tabella 16 è riportata una sintesi dei principali dati ricavati dall'analisi condotta da Atlas Copco.

N.	Costruttore	Modello	Tipo	FAD min	FAD max	Potenza min.	Potenza max
C 1	Atlas Copco	GA 90 VSD	VSD no throttle	86 l/s	286 l/s	38 kW	115 kW
C 2	Atlas Copco	GA 110 VSD	VSD no throttle	93 l/s	356 l/s	41 kW	129 kW
<b>TOTALE</b>					<b>642 l/s</b>		<b>244 kW</b>

Tabella 15

Compressore	Consumo elettrico settimana 11 – 15 giugno [kWh]	Consumo elettrico settimana 18 – 22 giugno [kWh]
C1 - GA90VSD	2.207	1.686
C2 - GA110VSD	10.799	10.235
<b>TOTALE</b>	<b>13.006</b>	<b>11.921</b>
	<b>24.927</b>	

Tabella 16

#### Compressore 90VSD (range di potenza di 38÷115 kW)

Il campione di misurazione ha riguardato l'aggregazione di dati del periodo 7 - 27 Giugno. Le aggregazioni sono state fatte rispetto al volume di aria prodotto e le relative misurazioni forniscono un valore di  $R^2$  di 0,955, valore positivo ed accettabile, come visibile nel Grafico 26.

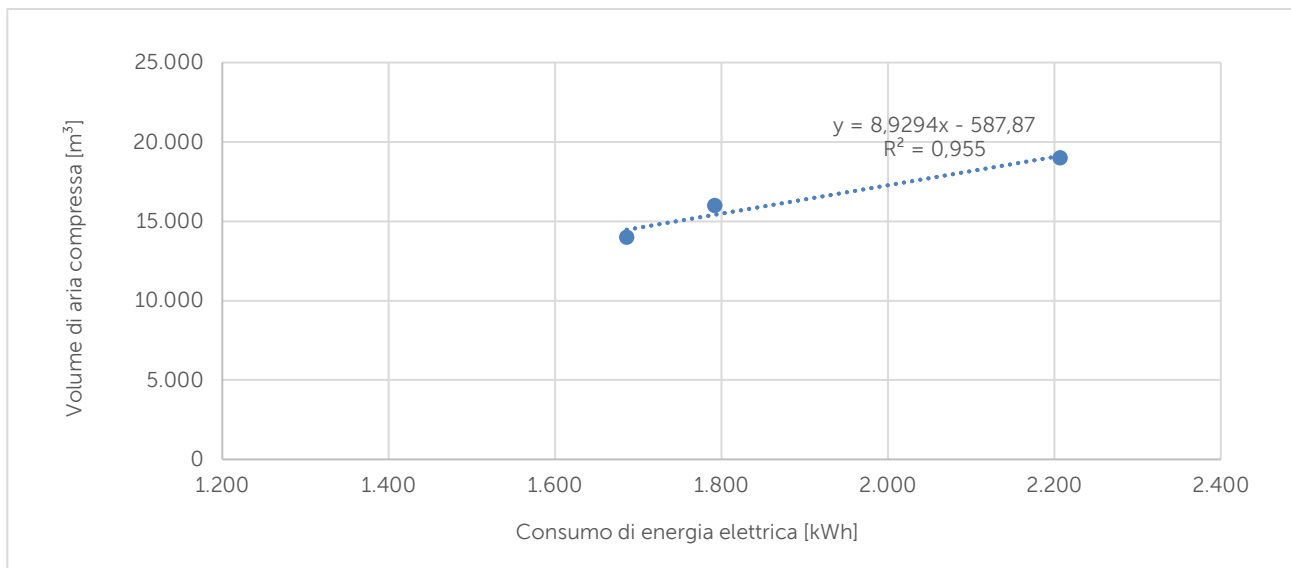


Grafico 26

#### Compressore 110VSD (range di potenza di 41÷129 kW)

Il campione di misurazione ha riguardato l'aggregazione di dati del periodo 7 - 27 Giugno. Le aggregazioni sono state fatte rispetto al volume di aria prodotto e le relative misurazioni forniscono un valore di  $R^2$  di 0,998, valore positivo ed accettabile, come visibile nel successivo Grafico 27.

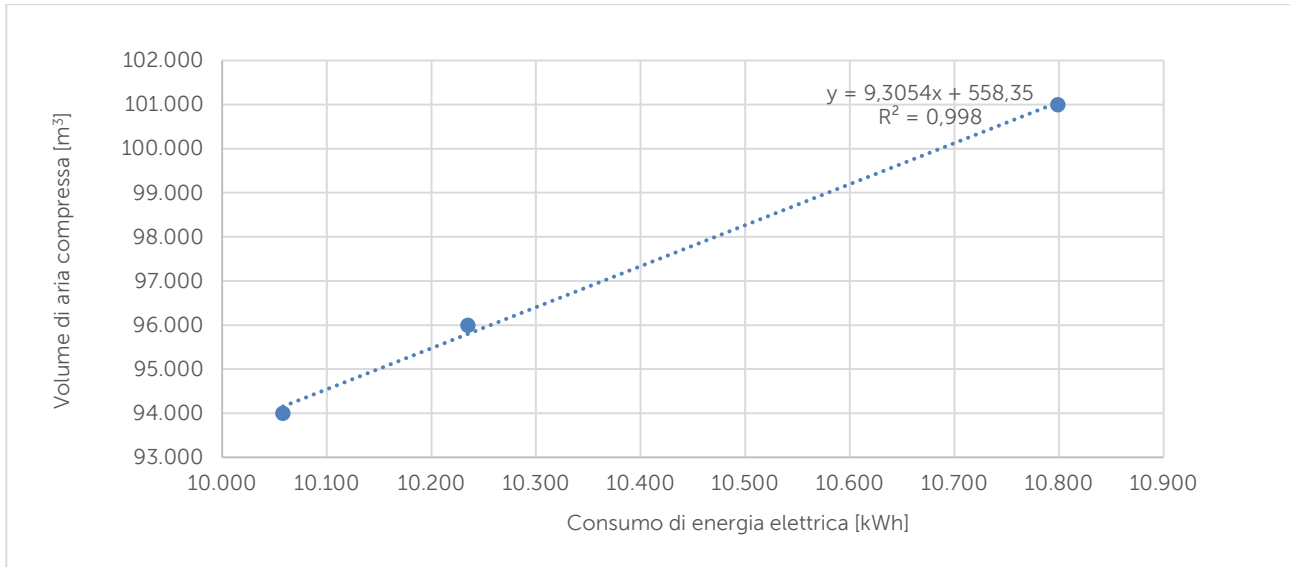


Grafico 27

Il valore di consumo riscontrato dal Contatore U.T.F. 5 nel periodo in oggetto, ossia 11-22 Giugno 2018, è risultato pari a 33.165 kWh, mentre l'analogo consumo rilevato dal sistema di monitoraggio di Atlas Copco è stato pari a 24.927 kWh. Tale differenza trova la sua motivazione nel fatto che il sistema utilizzato da Atlas Copco ha monitorato unicamente i consumi della "macchina di compressione" (dal filtro di aspirazione all'attacco di uscita dell'aria dalla macchina), mentre il contatore U.T.F. 5 ha misurato l'insieme dei consumi della "centrale di compressione" che include altre apparecchiature, tra cui n. 2 essiccatori, della potenza elettrica di 3 kW e 1 kW cadauno.

Nell'ambito della Diagnosi Energetica, per il consumo dell'unità di aria compressa si utilizzeranno gli indicatori che derivano dal consumo rilevato dal contatore U.T.F. 5 (e l'aria compressa prodotta, calcolata dal sistema Atlas Copco), mentre come indicatore di efficienza delle macchine che compongono la centrale dell'aria compressa si utilizzeranno gli indicatori derivanti dalla analisi condotta da Atlas Copco e più precisamente:

**KPI aria compressa (solo compressore): 0,13 kWh/m³ aria@ 7,5 bar.**

*Nota: I compressori operano attualmente in una fascia di pressione di 0,80 bar. Ciò significa che il compressore si troverà in condizioni di funzionamento a carico e a vuoto all'interno di questa domanda di pressione fluttuante tra 7,50 bar e 8,30 bar. Ogni volta che il compressore si trova in condizioni di funzionamento a vuoto, viene sprecata energia in quanto il motore è in funzione (a vuoto) e utilizza energia ma non viene prodotta aria compressa.*

## 12. MONITORAGGIO DEI CONSUMI TERMICI – ATTIVITÀ PRINCIPALI

### 12.1 Monitoraggio PDR

Per il consumo termico della produzione è stata eseguita una campagna di misura sul PDR 04180000018133, nel periodo dal 2 - 15 Luglio 2018, i cui risultati sono riportati nella successiva Tabella 17.

Giorno	Consumo [Smc]	Alluminio fuso [t]
Lunedì 2 Luglio 2018	3.267	9,11
Martedì 3 Luglio 2018	3.319	13,41
Mercoledì 4 Luglio 2018	3.335	14,87
Giovedì 5 Luglio 2018	3.343	15,21
Venerdì 6 Luglio 2018	3.009	11,82
Sabato 7 Luglio 2018	1.620	6,79
Domenica 8 Luglio 2018	1.269	-
Lunedì 9 Luglio 2018	3.012	10,60
Martedì 10 Luglio 2018	2.708	12,16
Mercoledì 11 Luglio 2018	2.809	12,05

Giovedì 12 Luglio 2018	2.864	12,53
Venerdì 13 Luglio 2018	2.953	14,58
Sabato 14 Luglio 2018	1.428	9,26
Domenica 15 Luglio 2018	1.269	-
<b>TOTALE</b>	<b>36.205</b>	<b>142,39</b>

Tabella 17

Nel Grafico 28 è riportato l'andamento dei consumi termici del PDR e la quantità di alluminio fuso prodotto nel periodo 2 - 15 Luglio 2018.

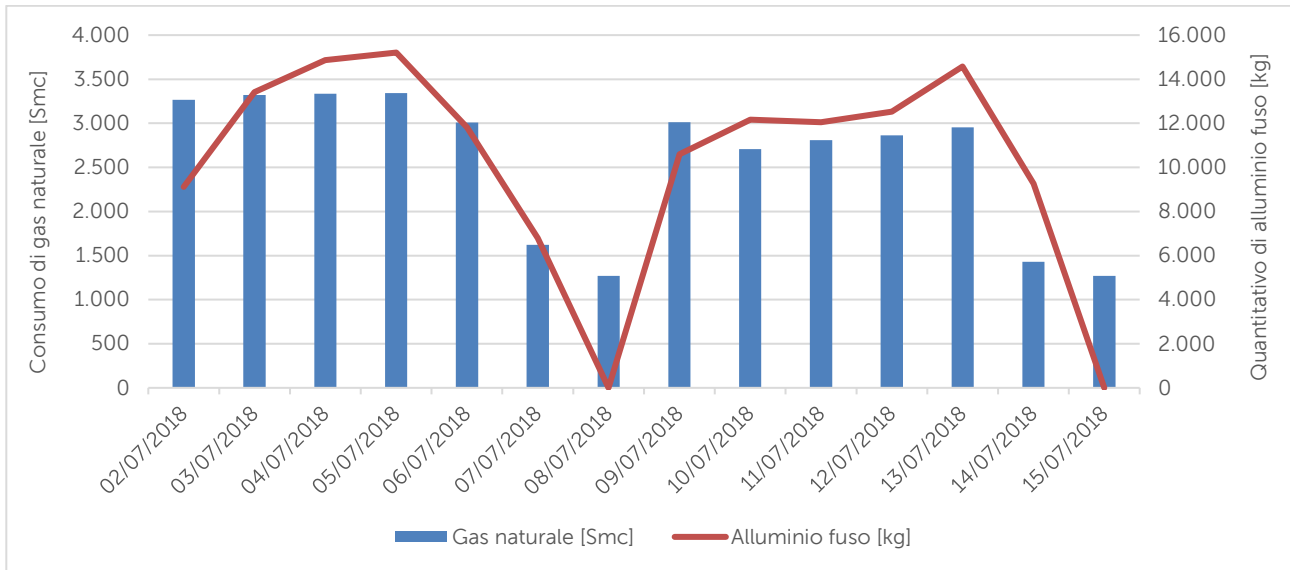


Grafico 28

Stabilito il periodo di riferimento, si è proceduto con la misurazione su base giornaliera dei consumi di gas naturale; si ricorda che il contatore del gas naturale è un contatore del tipo U.T.F. ed esso è adibito alla linea di alluminio fuso. Per il periodo 2 - 7 Luglio 2018, il valore di R<sup>2</sup> è risultato essere pari a 0,94 ed è accettabile, come visibile nel successivo Grafico 29.

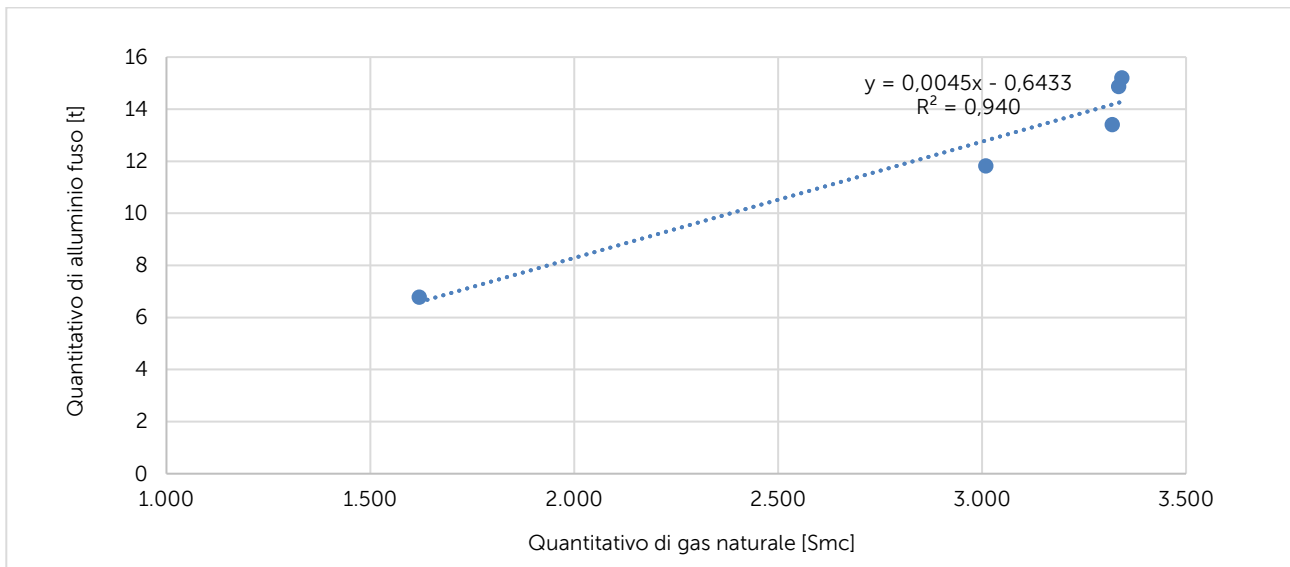


Grafico 29

Anche in questo caso, come si può notare nel successivo Grafico 30, l'andamento dei consumi di gas naturale riferiti all'unità di prodotto fuso dei diversi giorni non porta ad un valore di  $R^2$  che si possa considerare accettabile e ciò è dovuto alla discontinuità delle attività di processo delle fonderie.

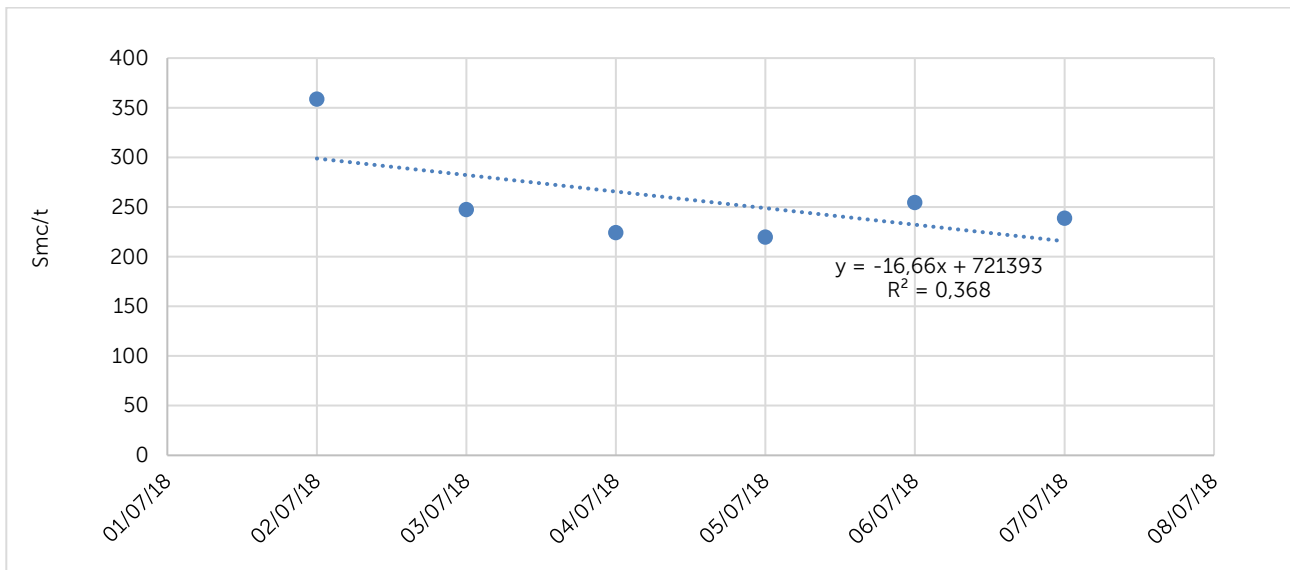


Grafico 30

Per il periodo 8 – 15 Luglio 2018, il valore di  $R^2$  è risultato essere pari a 0,803 ed è accettabile, come visibile nel successivo Grafico 31.

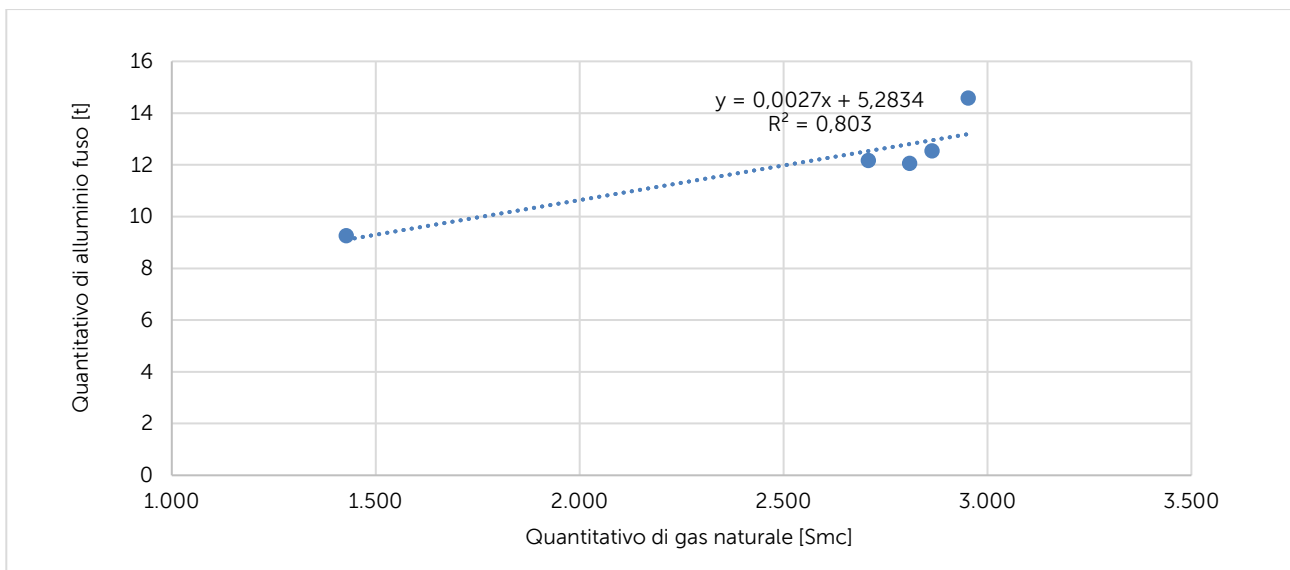


Grafico 31

Nel periodo 2 – 15 Luglio 2018 considerato, è stato rilevato un consumo di gas naturale pari a 36.205 Smc, con una produzione di alluminio fuso pari a 142,39 t; da questo deriva un consumo medio di 254,3 Smc/t di alluminio fuso.

### 13. CONCLUSIONI

Le campagne di misura condotte nel 2018 (come specificato al par.7) hanno fornito dei risultati i cui andamenti risultano coerenti con quelli della produzione di alluminio fuso. Ciononostante, sia la variabilità nel tempo della produzione di alluminio che le fermate e le attese di lavorazione (tipiche di un processo discontinuo) possono portare a definire degli indicatori spesso non applicabili all'intero anno di produzione. Come è stato possibile notare, i valori riportati nelle

settimane di giugno e luglio (in particolare nei grafici dove si riportano le rette di regressione su base giornaliera) non sono allineati con quelli che sono gli indicatori annuali di kWh/t sia di alluminio fuso che di altro materiale. A tal proposito bisogna sottolineare che lo scopo dell'analisi di regressione non è quello di calcolare gli indicatori, né tantomeno quello di confrontarli con altri indicatori presi in intervalli temporali differenti più o meno estesi, bensì quello di verificare che durante le misurazioni delle AMEE non siano stati compiuti degli errori, quali, ad esempio, incongruenze sulle utenze misurate tra un periodo di misura e l'altro o incongruenze dovute a periodi di misure non significativi.

Nelle successive Tabelle 18, 19, 20 e 21 sono riportati gli indicatori "principali", ossia riferiti al prodotto finale rappresentato dall'alluminio fuso e gli indicatori di prestazione riferiti alla produzione di aria compressa.

Misuratori di energia elettrica	Utenze	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/t]	Incidenza su area funzionale
U.T.F. 1 - Attività principali	Presse 401, 402, 550, 752, 753	Anno 2018	1.007.046	3.657	275,3	55%
U.T.F. 4 - Attività principali	Presse 551 e 900	Anno 2018	411.386	3.657	112,4	23%
U.T.F. 5 - Servizi ausiliari	Compressori GA90VSD e GA110 VSD	Anno 2018	755.876	3.657	206,6	56%

Tabella 18

Misuratore di gas naturale	Utenze	Periodo di misura	Consumo [Smc]	Prodotto fuso [t]	KPI [Smc/t]	Incidenza su area funzionale
PDR 1 - Attività principali	Forni fusori	Anno 2018	926.596	3.657	253,3	100%

Tabella 19

Misuratore	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Produzione aria a 7,5 bar [m³]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/m³]	KPI [m³/t]
Stazione aria compressa	11 - 22 Giugno 2018	33.165	185.019	130,7	0,18	1.415

Tabella 20

Misuratori	Periodo di misura	Consumo [kWh]	Produzione aria a 7,5 bar [m³]	Prodotto fuso [t]	KPI [kWh/m³]
Compressori	11 - 22 Giugno 2018	24.927	185.019	130,7	0,13

Tabella 21

Amministratore Unico GESCO S.p.A.:  
Andrea Giannini

REDE EGE Certificato SECCEM:  
Raffaele Scialdoni




**Scialdoni Raffaele**  
Settore **INDUSTRIALE**  
n. 0004-SI-EGE-2016