



tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

MANUALE

*sull'efficienza energetica
nelle aziende vinicole*

IEE/12/758/SI2.644752

Coordinatore del manuale: UPM
Universidad Politécnica de Madrid



Cofinanziato dal programma "Intelligent Energy Europe"
dell'Unione Europea

Versione aggiornata:

Maggio 2014

Autori:

Joaquín Fuentes-Pila e José Luis García
UPM, Università Politecnica di Madrid

Co-autori:

Il presente documento è stato elaborato in collaborazione con CIRCE, UÉvora, ENEA e Tecaliman, ed include informazioni fornite da Spanish Co-ops, CoopdeFrance, CONFAGRI e Legacoop Agro.

Informazioni sul documento:

Questo documento è stato sviluppato per il Progetto TESLA (Intelligent Energy Europe) e finanziato dalla Commissione Europea.

Diritti d'autore:

La riproduzione e la distribuzione del presente documento sono autorizzate ma è obbligatorio includere sempre le informazioni sui diritti d'autore. Insegnanti, tutori e qualsiasi altro utilizzatore devono sempre citare gli autori, il Progetto TESLA ed il programma "Intelligent Energy Europe".

"La responsabilità del contenuto di questo manuale è solo degli autori. Il contenuto dell'opera non riflette necessariamente l'opinione dell'Unione Europea. L'EACI e la Commissione Europea non sono in alcun modo responsabili dell'utilizzo che può essere fatto dell'informazione contenuta in questo manuale".



Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

0. INDICE

1. INTRODUZIONE

1.1. Analisi del sotto-settore della produzione vinicola	4
1.2. Caratteristiche socio-economiche in Europa e nei quattro paesi di TESLA	5
1.3. Produzione	6
1.4. Fatturato	10

2. DESCRIZIONE DEI PROCESSI

2.1. Ricevimento, diraspatura e pigiatura delle uve	10
2.2. Fermentazione alcolica	11
2.3. Pressatura e fermentazione malolattica	12
2.4. Stabilizzazione e chiarificazione del vino	13
2.5. Imbottigliamento, conservazione e spedizione (distribuzione)	14

3. ANALISI ENERGETICA DELLE AZIENDE VINICOLE

3.1. Processi industriali e consumo energetico	16
3.2. Bilancio energetico (Diagramma di Sankey)	19
3.3. Costi energetici	20
3.4. Note distintive del sotto-settore di produzione del vino	20

4. MISURE PER IL RISPARMIO ENERGETICO

4.1. Efficienza energetica nei sistemi di raffreddamento	21
4.2. Conservazione del vino efficiente in botti di legno	22
4.3. Sostituzione delle presse con decantatori centrifughi	24
4.4. Motori efficienti	24
4.5. Sistemi ad aria compressa	26
4.6. Inverter	28
4.7. Isolamento	28
4.8. Riscaldamento dell'acqua e dell'aria	30
4.9. Illuminazione	31
4.10. Batterie di condensatori per la diminuzione dell'energia reattiva	32
4.11. Strumenti di gestione	33
4.12. Trasformatori di potenza ad alta efficienza	33

5. CONCLUSIONI

6. REFERENZE E FONTI

1. INTRODUZIONE

1.1. Analisi del sotto-settore della produzione vinicola

L'UE è leader a livello mondiale nella produzione di vini, producendo circa 175 milioni di ettolitri l'anno. Globalmente, detiene il 45% delle aree dedicate alla viticoltura, il 65% della produzione di vino, il 57% del consumo di vino ed il 70% delle esportazioni di vino (dati della Commissione Europea, 2008).

Dall'introduzione dell'Organizzazione Comune dei Mercati (OCM), il mercato del vino si è sviluppato considerevolmente: un periodo di equilibrio iniziale molto breve è stato seguito da un evidente aumento della produzione contro un livello costante della domanda e, per finire, il mercato ha continuato a sperimentare un declino ma anche un importante cambiamento qualitativo della domanda a partire dagli anni 80. All'inizio il mercato del vino è partito in modo molto liberale, senza limitazioni per la coltivazione dell'uva e con strumenti di regolazione del mercato piuttosto limitati. Questa "liberalizzazione" ha scatenato presto un surplus di produzione, che ha determinato la messa a punto di meccanismi di controllo storici: quello della distillazione per le eccedenze prodotte e quello del divieto di nuovi impianti per il controllo del potenziale di produzione.

Nel 2008, con l'ambizione iniziale di ricondurre il comparto vitivinicolo all'interno delle regole generali della PAC, l'UE vara una riforma tramite il regolamento quadro (CE) 479/2008, che rappresenta un momento di netta rottura con il passato e mira ai seguenti obiettivi:

- *Rendere i produttori di vino europei ancora più competitivi, accrescendo la reputazione dei vini e riguadagnando la quota di mercato sia all'interno dell'UE che all'estero.*
- *Rendere le regole di gestione del mercato più semplici, chiare ed efficaci, ottimizzando il bilancio tra la domanda e l'offerta.*
- *Preservare la tradizionale viticoltura europea, spingendo avanti il suo ruolo sociale ed ambientale nelle aree rurali.*

1.2. Caratteristiche socio-economiche in Europa e nei quattro paesi di TESLA

La viticoltura e la produzione di vino costituiscono un'attività essenziale del settore dell'industria agro-alimentare e giocano un ruolo socio-economico fondamentale per diverse economie regionali di molti Stati Membri ed anche per l'economia complessiva dell'UE. Nel 2004, la produzione di vino rappresentava il 5,4% di tutta la produzione agricola dell'UE e per alcuni paesi europei (come Francia, Italia, Austria, Portogallo, Lussemburgo, Slovenia e Spagna) arrivava a rappresentarne circa il 10% (Comité Européen des Entreprises Vins, 2014).

Il sotto-settore vitivinicolo europeo è altamente competitivo a tutti i livelli (regionale, nazionale, europeo e mondiale), ciò nonostante è rappresentato per la stragrande maggioranza da piccoli produttori e pertanto è estremamente "atomizzato" rispetto ad altri sotto-settori dell'industria di cibi e bevande:

- *Nel 2005 nell'UE-25, 1,3 milioni di compagnie possedevano vigneti per la produzione di vino.*
- *Occupava oltre il 20% di tutti gli impiegati nel comparto agricoltura in Europa.*
- *Occupava oltre 3 milioni di lavoratori, con una forza lavoro familiare ancora molto diffusa.*

- *L'area occupata dalla viticoltura si estende oltre i 3 milioni di ettari.*
- *Nel 2005, le aziende vitivinicole possedevano un'estensione media di circa 2,6 ettari.*

La dimensione socio-economica della produzione di vini si estende oltre l'attività agricola nei vigneti, infatti, come definito dal Comité Européen des Entreprises Vins nel 2014:

- *La produzione di vino non avviene direttamente nelle vigne bensì in cantine cooperative o in aziende vinicole private – nel 2004, nell'UE-25, più di 75.000 persone erano impiegate nelle attività legate alla produzione vinicola.*
- *Numerose sono le attività economiche indirette legate alla produzione di vino, come la commercializzazione del vino; la produzione di botti di rovere, bottiglie, etichette, tappi di sughero, ecc.; lo sviluppo del turismo enogastronomico (hotel, bar e ristoranti); la distillazione del vino e la produzione di acquavite di vino e prodotti del vino.*

1.3. Produzione

In base ai dati dell'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV), nel 2011, la superficie complessiva dedicata alla viticoltura è diminuita di 94.000 ettari rispetto al 2010, coprendo globalmente 7,495 mln di ha. La superficie viticola in Europa (UE-27) sta diminuendo progressivamente, passando da 3,742 mln di ha nel 2008 a 3,50 mln di ha nel 2011, a causa di diversi fattori determinanti, come la ristrutturazione dei vigneti e l'impatto della crisi della viticoltura, che in



aggiunta risulta sempre meno differenziata sia in termini di aree specifiche che di tipi di vino. Ad ogni modo, il restringimento dell'area viticola nei paesi dell'UE viene compensato dal mantenimento delle aree superficiali coltivate nel resto del mondo (ICEX, 2012). Mentre le vigne e la superficie per le piantagioni si stanno riducendo in Argentina ed in Turchia, stanno invece aumentando in Cina ed in Australia, rimanendo per lo più costanti negli USA ed in Sud Africa.



TABELLA 1. LE VIGNE NEL MONDO.

SUPERFICIE VITICOLA PER PAESE (x 1.000 ettari)	2009	2010	2011	% RISPETTO ALLA SUPERFICIE VITICOLA GLOBALE
Italia	812	798	786	10,8%
Spagna	1.113	1.082	1.032	13,8%
Francia	837	819	807	10,8%
Portogallo	244	243	240	3,2%
Romania	206	204	204	2,7%
Altri paesi UE	479	474	461	6,2%
TOTALE UE	3.691	3.620	3.530	47,1%
U.S.A.	403	404	405	5,4%
Turchia	505	503	500	6,7%
Cina	485	490	495	6,6%
Argentina	228	228	218	2,9%
Cile	199	200	202	2,7%
Sud Africa	132	132	131	1,7%
Australia	176	170	174	2,3%
TOTALE NON-UE	3.966	3.969	3.965	52,9%
TOTALE NEL MONDO	7.657	7.589	7.495	100,0%

Fonte: Dati OIV, prodotti dall'Observatorio Español del Mercado del Vino (OeMv) e citati da España Exportación e Inversiones (ICEX), 2012.

La relazione annuale sulle statistiche di OIV riporta che, nel 2011, la produzione mondiale di vino (senza considerare il mosto ed il succo d'uva) era stata di 267,4 mln di hl, 3 mln di hl in più rispetto al 2010. Il maggiore produttore era la Francia con 50,7 mln di hl (18,7%

della produzione globale), seguito dall'Italia con 42,8 mln di hl (15,6%) e dalla Spagna con 33,4 mln di hl (12,9%). Il Portogallo si trovava in dodicesima posizione con 5,6 mln di hl. Questi dati sono riportati nella Tabella 2 qui sotto.

TABELLA 2. PRODUZIONE VINICOLA IN EUROPA NEI PAESI DEL PROGETTO TESLA.

PRODUZIONE PER PAESE (x 1.000 ettolitri)	2009	2010	2011
Italia	47.314	48.525	42.772
Spagna	36.093	35.353	33.397
Francia	46.269	44.381	50.764
Portogallo	5.868	7.133	5.610

Fonte: OIV Vine and Wine Outlook 2010-2011.

Al di fuori dell'UE, la produzione nel 2011 è stata leggermente superiore rispetto al 2010 (91 mln di hl nel 2011 e 89,6 mln di hl nel 2010). Gli Stati Uniti d'America sono il paese non-europeo leader nella produzione di vino (19,2 mln di hl nel 2011, con un calo di 2 mln di hl dal 2010). L'Argentina detiene il secondo

posto con 15,5 mln di hl anche se la produzione è diminuita rispetto all'anno precedente. La Cina è al terzo posto con una produzione di 13,2 mln di hl, seguita dall'Australia con 11,2 mln di hl e dal Cile con 10,5 mln di hl.

TABELLA 3. PRODUZIONE VINICOLA EXTRA-EUROPEA.			
PRODUZIONE PER PAESE (x 1.000 ettolitri)	2009	2010	2011
U.S.A.	21.965	20.887	19.187
Argentina	12.135	16.250	15.473
Cina	12.800	13.000	13.200
Australia	11.784	11.420	11.180
Cile	10.093	8.844	10.464
TOTALE GLOBALE	272.098	264.439	267.434

Fonte: OIV Vine and Wine Outlook 2010-2011.

1.4. Fatturato

Il sotto-settore vinicolo gioca un ruolo molto importante nell'economia europea. Di seguito viene riportato il fatturato sviluppato dalle attività commerciali delle aziende produttrici di vino nei quattro paesi TESLA.

ITALIA Il fatturato della produzione italiana ha raggiunto 8.900 mln di € nel 2013 (dati Mediobanca, Indagine sul settore vinicolo, Aprile 2013).

SPAGNA Il fatturato della produzione spagnola ha raggiunto 4.900 mln di € nel 2011 (dati del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Anuario de Estadística, 2011).

FRANCIA Il fatturato della produzione francese ha raggiunto 9.500 mln di € nel 2012 (dati INSEE).

PORTOGALLO Il fatturato della produzione portoghese ha raggiunto 1.300 mln di € nel 2010 (dati Agrog. Plano estratégico para a internacionalizacão do sector dos vinhos de Portugal, 2010).

2. DESCRIZIONE DEI PROCESSI

I processi di produzione considerati in questo manuale vanno dal ricevimento dell'uva nelle aziende vinicole (cantine) all'invio e alla distribuzione del vino, in bottiglia o sfuso. Vengono trattate sia la produzione del vino bianco che del vino rosso.

2.1. Ricevimento, diraspatura e pigiatura delle uve

Quando le uve vendemmiate vengono trasferite dal vigneto all'azienda vinicola, per prima cosa vengono pesate su una bilancia in modo da determinarne la quantità esatta. Inoltre,



Figura 1. Ricevimento dell'uva in una vasca (tramoggia) di ricezione con coclea a spirale.



Figura 2. Diraspatura.

alcuni campioni d'uva vengono prelevati per misurarne il contenuto di zucchero, valutarne la qualità ed altre proprietà.

In seguito, l'uva viene scaricata nelle tramogge di ricezione, che sono delle strutture in acciaio inossidabile con la forma di una piramide tronca invertita. In generale, sono munite di coclee che trasportano l'uva verso la tramoggia. A questo punto vengono eseguite due operazioni meccaniche: la diraspatura e la pigiatura (un processo dopo l'altro). Il primo processo, la diraspatura, consiste nell'eliminare i raspi dai grappoli. Questi raspi vengono disposti come residui ed è

importante rimuoverli dall'uva per evitare che si sviluppino tannini ed odori vegetali nel vino prodotto finale. Il secondo processo, la pigiatura, consiste nello schiacciamento degli acini per consentire la fuoriuscita del succo e della polpa. Le operazioni di pigiatura e di diraspatura sono solitamente riunite in una macchina combinata chiamata diraspapigiatrice. Questi due processi saranno eseguiti in modo diverso se il mosto è destinato alla produzione di vini bianchi. In questo caso le uve possono essere pigiate senza essere diraspate e la schiacciatura risulta anche facilitata. Questa modalità di operazione può essere applicata solo per i vini bianchi poiché i loro mosti non verranno poi fermentati insieme alle bucce (che sono responsabili del colore rosso del vino).

2.2. Fermentazione alcolica

Il prodotto pigiato (polpa e bucce per i vini rossi e solo polpa per i vini bianchi) è trasferito tramite una pompa alla vasca di fermentazione, dove viene aggiunto di lieviti e di attivanti di fermentazione. Qui ha luogo la fermentazione alcolica e gli zuccheri contenuti nel pigiato dell'uva vengono convertiti in alcol etilico.

L'ossigeno funziona da induttore della fermentazione dato che è richiesto dal lievito durante la sua fase di crescita. Ad ogni modo, alla fine del processo di fermentazione, il con-



Figura 3. Vasche di fermentazione.

tenuto di ossigeno dovrebbe essere ridotto per prevenire perdite di etanolo e lo sviluppo di odore di acido acetico piuttosto che di etanolo. La fermentazione alcolica è un processo esotermico in quanto rilascia energia sotto forma di calore. Pertanto è necessario mantenere la temperatura sotto controllo poiché un aumento di 20-30°C potrebbe uccidere il lievito ed interrompere la fermentazione. Per questo motivo, nelle vasche di fermentazione vi sono dei sistemi di raffreddamento incorporati (come le camicie di raffreddamento) per la regolazione della temperatura. La fermentazione provoca in seno al liquido uno sviluppo di gas (CO_2), le cui

bolle nel movimento verso l'alto trascinano le particelle solide della polpa che si aggregano per formare il cosiddetto "cappello di vinacce". Di conseguenza, il mosto deve essere pompato dalla parte più inferiore della vasca alla parte superiore ed è rilasciato come una doccia, promuovendo la fermentazione ed attivando l'estrazione del colore dalla polpa nei vini rossi.

2.3. Pressatura e fermentazione malolattica

Per i vini rossi, la pressatura viene eseguita dopo la fermentazione alcolica, mentre per i vini bianchi viene eseguita subito dopo la diraspatura e prima della fermentazione. Il prodotto liquido della fermentazione alcolica passa attraverso una pressa (o torchio) dove viene applicata una pressione controllata per separare la fase liquida da quella solida. In genere si eseguono due (o più) operazioni di pressatura con incremento di pressione ed ovviamente ogni pressatura influisce sulla qualità del vino. Il vino di prima pressatura (2/3 del vino di pressa) è di buona qualità mentre il vino di seconda pressatura (1/3 del vino di pressa) è di qualità inferiore, perché ottenuto a pressione elevata e libera sostanze dal gusto amaro ed erbaceo oltre al gusto astringente dei tannini di pressa.

Dalle presse il liquido è condotto alle vasche dove la fase solida (i residui delle bucce) viene in genere utilizzata per la distillazione. A questo punto le vasche contengono il mosto che deve esse-



Figura 4. Presse.

re trasformato in vino e viene indotta la fermentazione malolattica. In questo processo i batteri lattici metabolizzano l'acido malico liberando acido lattico e diossido di carbonio. La riduzione dell'acido malico migliora il gusto del vino poiché ne riduce il pH ed aumenta le concentrazioni di polifenoli e glicero. Nei vini rossi l'aumento di pH fa decolorare gli antociani, attenuando la tinta rosso vivo.

Il processo di fermentazione malolattica deve essere tenuto sotto controllo per evitare che i batteri lattici passino ad attaccare altre sostanze oltre all'acido malico, causando effetti indesiderati come lo sviluppo di acido acetico. La temperatura di crescita ottimale per questi batteri è di 20-23°C, temperature superiori a 30°C uccidono i batteri mentre a temperature inferiori a 15°C le reazioni praticamente non avvengono.

2.4. Stabilizzazione e chiarificazione del vino

Dopo la fermentazione malolattica, il vino viene pompato da una vasca all'altra al fine di separare gli elementi solidi che potrebbero trasferire al prodotto delle qualità organolettiche indesiderate. In questa fase si aggiunge SO_2 (processo denominato solfitazione) come agente antimicrobico ed antiossidante per interrompere la fermentazione e proteggere dagli effetti dell'ossigeno.

Vengono utilizzati anche degli agenti chiarificanti per allontanare tannini e particelle microscopiche che concorrono alla torbidità del vino, riducendone l'astringenza. Tra le sostanze chiarificanti ci sono la bentonite e la gelatina. Questi agenti reagiscono con le componenti del vino e formano dei sedimenti che vengono poi rimossi per filtrazione. Il taglio del vino è l'unione di più vini al fine di ottenere una qualità migliore, aumentare o diminuire i valori analitici, oppure di contenitori diversi, al fine di ottenere un'unica qualità di vino in cantina.

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



Figura 5. Sistema di raffreddamento per la stabilizzazione

2.5. Imbottigliamento, conservazione e spedizione (distribuzione)

L'imbottigliamento è praticamente l'ultima fase del processo enologico. E' un processo indipendente che a volte viene anche eseguito al di fuori della cantina. In genere il vino viene imbottigliato in bottiglie di vetro da 0,75 L ma ci sono anche altri tipi e misure di contenitori.

Se i vini bianchi dovrebbero essere bevuti giovani per gustarli quando presentano il meglio delle loro caratteristiche organolettiche, per i vini rossi il discorso è diverso ed ai vini rossi superiori un appropriato invecchiamento risulta benefico. Il processo di invecchiamento deve avvenire prima dell'imbottigliamento ed è estremamente variabile a seconda delle diverse qualità di vino. Fino a pochi anni fa questa tecnica si riferiva esclusivamente ai vini rossi, oggi anche per i bianchi importanti si sta delineando la tendenza di berli qualche anno dopo la vendemmia.

Una volta imbottigliato il vino è pronto per la consegna. Qualora la consegna non sia immediata, si crea la necessità di un'area per la conservazione. In un'azienda vinicola il trasporto interno può essere affidato ai muletti.

3. ANALISI ENERGETICA DELLE AZIENDE VINICOLE

Il consumo energetico per la produzione vinicola nell'Unione Europea è intorno a 1.750 mln di kWh l'anno, pertanto questo sotto-settore è fortemente energivoro. In Italia ed in Francia il consumo di energia è pressoché simile intorno a 500 mln di kWh, in Spagna è intorno a 400 mln di kWh ed in Portogallo a 75 mln di kWh (stime ICEX, 2012).

La principale fonte di energia utilizzata nelle cantine è l'elettricità (oltre il 90%). Le risorse fossili (gasolio ed altri carburanti tipo olio combustibile) vengono consumate per i processi termici (riscaldamento dell'acqua per la fase di imbottigliamento o per il riscaldamento) ma rappresentano meno del 10% del consumo totale di energia. Inoltre, in alcune cantine si utilizza esclusivamente energia elettrica (per i motori elettrici di impianti come le pompe o le presse, l'illuminazione, la refrigerazione del prodotto in vari processi, ecc.). E' degno di nota che il 45% dell'energia sia consumata per i processi di fermentazione, soprattutto da parte dei sistemi di rinfrescamento nelle vasche di fermentazione.

Per una cantina di vinificazione standard di riferimento che produce vino rosso non invecchiato in uno dei quattro paesi afferenti al progetto TESLA (Italia, Spagna, Francia e Portogallo), generalizzando, si possono riferire i seguenti valori:

- La produzione media ammonta a 30.000 hl di vino l'anno.
- Il consumo medio di energia elettrica per tale produzione è di 330.000 kWh l'anno.
- Il rapporto tra il consumo di energia elettrica e la produzione è mediamente pari a 11 kWh per hl di vino.
- Il rapporto tra il consumo di energia termica e la produzione è mediamente pari a 1 kWh per hl di vino.
- La potenza media installata nei dispositivi e negli impianti elettrici è di 800 kW.
- La potenza media installata nei dispositivi e negli impianti termici è di 20 kW nelle caldaie e di 50 kW nei veicoli per il trasporto interno.
- Il costo dell'energia elettrica per l'industria ammonta in media a 0,12 €/kWh.
- Il costo dell'energia termica per l'industria ammonta in media a 0,07 €/kWh.
- I costi energetici sono attribuibili per il 95% all'elettricità e per il 5% all'energia termica.
- La stagionalità del consumo elettrico va in genere da agosto-settembre a ottobre-novembre.
- La stagionalità del consumo di energia termica va in genere da ottobre a febbraio (nelle industrie che consumano combustibile per il riscaldamento).

Studi precedenti (Progetto CO2OP, Cooperativas Agro-alimentarias, 2011) hanno mostrato che il bilancio energetico complessivo in una cantina standard presenta i seguenti valori medi:

- I consumi elettrici tra i diversi processi legati alla produzione vinicola si distribuiscono come segue: 5% per il ricevimento delle materie prime, 45% per la fermentazione, 7% per la pressatura, 8% per la stabilizzazione, 18% per l'imbottigliamento e la conservazione, 10% per attività ausiliarie ed 7% per l'illuminazione.
- I consumi di combustibili si distribuiscono così:
 - 50% per l'imbottigliamento, la conservazione e la distribuzione; la benzina per i muletti e gli altri veicoli per trasporto interno; per l'acqua calda necessaria al lavaggio di bottiglie e botti; per la pastorizzazione del vino.
 - 50% per attività ausiliarie quali il riscaldamento e l'acqua calda ad uso sanitario.

Sebbene il consumo medio di elettricità in una cantina tipica sia intorno a 11 kWh/hl, è importante tenere presente che si tratta di un valore medio e pertanto può differire notevolmente da una cantina ad un'altra. Dall'analisi di alcune diagnosi energetiche si evince che il consumo di elettricità in una cantina può variare da 3 a 25 kWh/hl. La dimensione della cantina è uno dei fattori più influenti sul consumo energetico: grandi aziende vinicole (con produzioni maggiori di 50.000 hl/anno) mostrano

valori medi per i consumi elettrici intorno a 4 kWh/hl, mentre aziende più piccole (con produzioni inferiori a 25.000 hl/anno) intorno a 16 kWh/hl. Un altro fattore importante è la qualità del vino: vini di maggior qualità richiedono un maggior consumo elettrico date le maggiori richieste di raffreddamento. In aggiunta, da altri studi è emerso che cantine simili (stessa dimensione e stessa qualità del vino prodotto) hanno differenti consumi energetici e questo vuol dire che vi è un elevato potenziale di risparmio energetico in questo tipo di industrie.

3.1. Processi industriali e consumo energetico

La produzione vinicola in una cantina inizia con i processi di ricezione ed estrazione del mosto. Il consumo energetico in questa fase è soprattutto elettrico ed è dovuto all'azione dei motori elettrici, ai meccanismi per alimentare la tramoggia e ad altri dispositivi (aria compressa, rifrattometro, ecc.) utilizzati per il campionamento e la misurazione della qualità durante la ricezione. Anche la diraspatura e la pigiatura consumano energia elettrica per alimentare i motori dei diversi dispositivi coinvolti in questi processi, come la coclea, i nastri trasportatori, gli spremitori, ecc.. Segue la fermentazione alcolica che consuma elettricità, soprattutto da parte delle pompe, che fanno smuovere la polpa ed il mosto nei serbatoi, e dei dispositivi di raffreddamento utilizzati per mantenere la temperatura richiesta dal processo

fermentativo. Per i vini rossi la pressatura viene eseguita subito dopo la fermentazione ed anche questo processo richiede energia elettrica (per i motori elettrici, il pompaggio, le presse, l'aria compressa, ecc.). Nella fermentazione malolattica la temperatura viene controllata tramite il freddo o il calore prodotti dalle pompe di calore.

Le fasi finali della produzione vinicola sono la chiarificazione, la stabilizzazione, la filtrazione, l'imbottigliamento, la conservazione e la spedizione. In queste fasi il consumo elettrico è dovuto al pompaggio, l'imbottigliamento e la produzione di aria compressa. Il trasporto può essere effettuato tramite elevatori elettrici (usati tipicamente per i trasporti in entrata) o altri veicoli che consumano carburante (usati tipicamente per il trasporto in uscita).

La pastorizzazione del vino non è molto comune, ma può essere scelta come metodo alternativo alla stabilizzazione. Questo processo presenta un basso consumo elettrico, più basso rispetto alla stabilizzazione convenzionale, ma il consumo di combustibile è piuttosto elevato.

Da un punto di vista qualitativo, i processi di raffreddamento (nella fermentazione alcolica, in quella malolattica, nella stabilizzazione ed in altri processi) sono chiaramente i principali consumatori di energia nelle cantine vinicole, rappresentando intorno al 50% del consumo totale di energia.

In aggiunta all'energia utilizzata durante le operazioni di produzione, bisogna considerare anche le cosiddette "tecnologie orizzontali" corrispondenti ai seguenti processi ausiliari:

- Illuminazione generale sia all'interno che all'esterno dell'azienda.
- Riscaldamento o aria condizionata per il comfort degli impiegati, ecc..
- Elettricità per computer, stampanti, telefoni, fax ed altri dispositivi negli uffici.
- Bottega/negozio con i vari consumi a seconda dei dispositivi che vi sono installati.
- Laboratorio per il controllo di qualità del vino in cui vengono adoperati diversi strumenti di laboratorio (elettrici) come lo spettrofotometro, l'idrometro, ecc..

Le diverse tecnologie applicate nei processi offrono degli spunti per risparmiare energia in questo sotto-settore. In alcune fasi, dei dispositivi automatici connessi direttamente ad un computer consentono di mantenere in memoria numerose informazioni relative alla produzione, la cui analisi potrebbe mettere in evidenza quegli aspetti dei processi da ottimizzare. Un programma per il mantenimento può contribuire fortemente ad una migliore gestione dei consumi di energia.

TABELLA 4. VALORI PER I PROCESSI DI PRODUZIONE STANDARD (TRAMITE L'UTILIZZO DI TECNOLOGIE TIPICHE) IN UNA CANTINA CHE PRODUCE MEDIAMENTE 30.000 ETTOLITRI DI VINO L'ANNO.

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

Fonte: Cooperativas Agro-alimentarias, 2010

3.2. Bilancio energetico (Diagramma di Sankey)

Il bilancio energetico per una cantina rappresentativa con una produzione di circa 30.000 hl di vino l'anno è mostrata in Figura 6 nella forma di diagramma di Sankey.

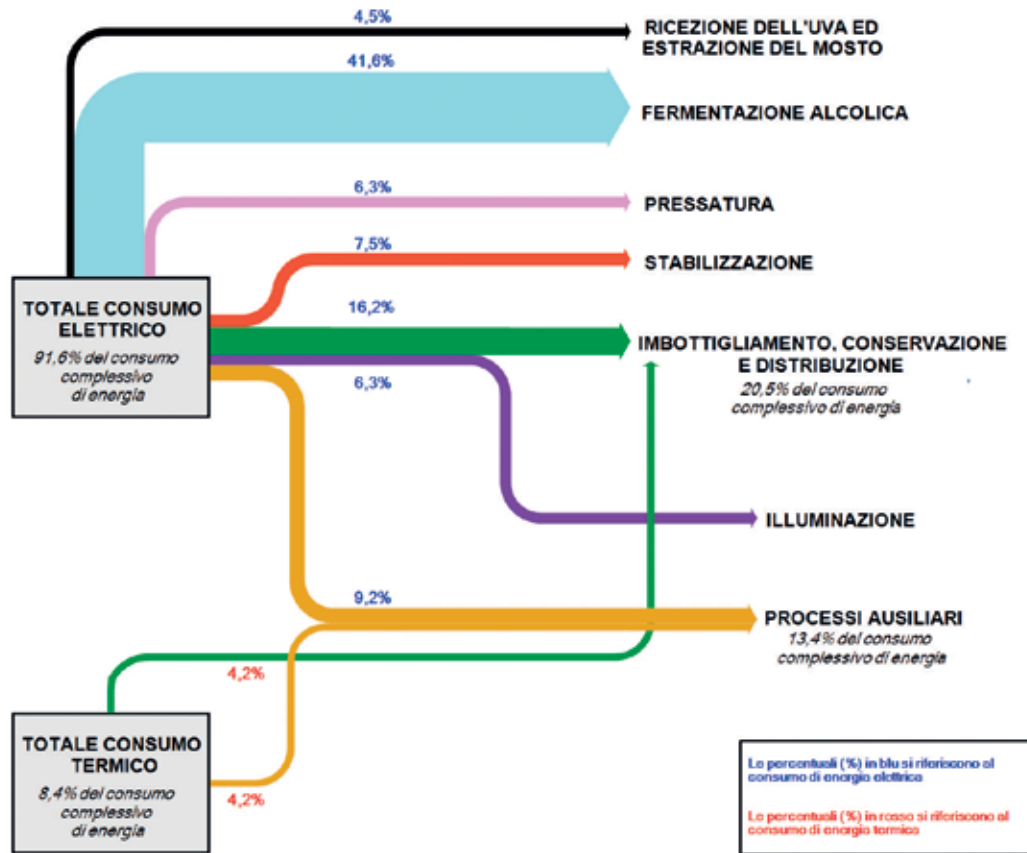


Figura 6. Flussi dei consumi energetici in una tipica cantina (30.000 hl vino/anno).

3.3. Costi energetici

In Europa il contesto energetico è molto variabile a seconda del paese che viene preso in considerazione ed infatti il costo dell'energia è diverso e dipende dalla politica energetica nazionale ed anche dal tipo di combustibile fossile sfruttato come fonte di energia termica. La Tabella 5 mostra i costi di riferimento dell'energia elettrica e dell'energia termica in tipiche cantine vinicole nei quattro paesi facenti parte del Progetto TESLA.

TABELLA 5. COSTI ENERGETICI NEI QUATTRO PAESI PARTNER DEL PROGETTO TESLA.		
PAESE PARTNER DEL PROGETTO TESLA	Costo dell'energia elettrica (€/MWh)	Costo dell'energia termica (€/MWh)
Italia	Da 140 a 150	Da 30 a 40
Spagna	Da 120 a 130	Da 55 a 65
Francia	Da 60 a 110	Da 20 a 80
Portogallo	Da 70 a 90	Da 60 a 80

3.4. Note distintive del sotto-settore di produzione del vino

Il sotto-settore vinicolo presenta alcune caratteristiche specifiche che influiscono in modo significativo sui consumi energetici per la produzione. La prima ovvia caratteristica è la stagionalità della produzione. Dato il periodo di raccolta dell'uva, i consumi energetici presentano un picco nei mesi da agosto ad ottobre, coincidendo con la campagna stagionale della produzione vinicola. Durante il resto dell'anno, il principale consumo energetico è dovuto ai processi di confezionamento ed immagazzinamento ed alle attività ausiliarie dell'azienda, come ad esempio il riscaldamento e l'aria condizionata negli uffici. Una seconda nota distintiva di questo sotto-settore di produzione è legata all'invecchiamento del vino. I vini rossi prima di essere imbottigliati possono essere invecchiati per un certo periodo di tempo, da pochi giorni ad anni (ad esempio 3 anni nelle botti di rovere e 2 anni per le bottiglie "Gran Reserva" in Spagna). L'invecchiamento può aver luogo anche in vasche d'acciaio inox o in tini di cemento. L'invecchiamento fa aumentare considerevolmente i consumi energetici dato che il vino deve essere immagazzinato in condizioni ambientali controllate, usando in genere pompe di calore per il condizionamento durante lunghi periodi di tempo.

4. MISURE PER IL RISPARMIO ENERGETICO

Le tecnologie alternative che possono migliorare l'efficienza energetica possono essere classificate in due gruppi: tecnologie specifiche per il sotto-settore vinicolo e tecnologie orizzontali che possono essere utilizzate in qualsiasi altro settore o infrastruttura.

4.1. Efficienza energetica nei sistemi di raffreddamento

In aggiunta all'acquisto di un nuovo impianto di refrigerazione moderno ed altamente efficiente, vi sono a disposizione anche altri modi per ottimizzare i sistemi di generazione del freddo.

SEPARAZIONE DELLA GENERAZIONE DEL FREDDO DALLA RICHIESTA DI REFRIGERAZIONE TRAMITE UN SISTEMA DI ACCUMULO DEL FREDDO. Questo sistema si basa sull'utilizzo di noduli sferici riempiti con un materiale a cambio di fase (solido-liquido). Questi noduli sferici sono installati all'interno di un serbatoio, la cui acqua di raffreddamento è stata congelata durante un periodo a basso consumo di elettricità. Questa energia di raffreddamento accumulata viene usata successivamente, al momento del bisogno oppure in un momento di arresto della generazione del

freddo dovuto alle operazioni di mantenimento dell'impianto. Per mezzo di tecnologie controllate, questo sistema di stoccaggio può essere integrato ed ottimizzato insieme a tutti i sistemi di raffreddamento. Potenzialmente, i risparmi dipendono innanzitutto dalle condizioni della cooperativa, ma è importante evidenziare che l'utilizzo di un sistema di questo tipo permette di ridurre la potenza fino al 70%. Anche la predilezione di tariffe dell'elettricità più convenienti può portare ad un ulteriore risparmio economico.

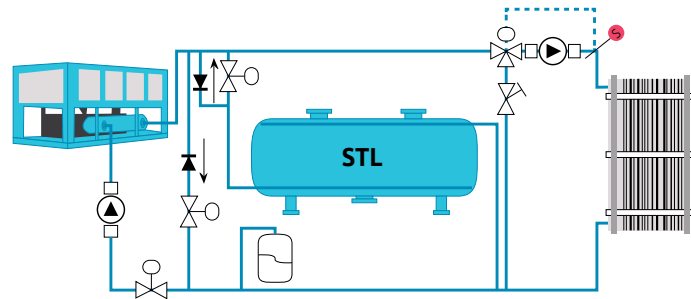


Figura 7. Schema di un sistema di conservazione a freddo installato in parallelo al sistema di refrigerazione (CIAT).

COMPONENTI DEI REFRIGERATORI EFFICIENTI. Le compagnie elettriche possiedono diverse macchine per la refrigerazione con efficienza energetica crescente a seconda della potenza richiesta, che permettono anche un contenimento dei costi di esercizio. In genere, queste macchine utilizzano R134A come fluido refrigerante e sono dotate di un compressore rotativo a vite ad alta efficienza (invece di un compressore a pistone) e di un sistema



Figura 8. Impianto di raffreddamento.

innovativo di tubazioni del condensatore e dell'evaporatore realizzati con materiali dalle elevate proprietà termiche. Nei ventilatori e nei compressori vengono installati degli "inverter" (convertitori di frequenza) che permettono di modulare il consumo della potenza dal 25 al 100% del pieno carico. Inoltre queste macchine sono dotate di "soft starter" (avviatori progressivi) che permettono un avviamento ed un arresto graduale dei motori, riducendo i transitori di accensione ed eliminando gli effetti dannosi dei transitori di corrente dovuti alle elevate coppie di avviamento.

I risparmi potenziali sono molto interessanti: si consideri che vecchie macchine frigorifere (con compressore alternativo e senza opzioni di regolazione) hanno un indice di efficienza energetica vicino ad 1,5 mentre per le macchine più efficienti il valore di questo indice è vicino a 3. (Nota: l'indice di efficienza energetica, conosciuto anche come EER - dall'acronimo per *Enegy Efficiency Ratio* - indica che con 1 kWh di elettricità si produce 1,5 (o 3) kWh di energia frigorifera).

4.2. Conservazione del vino efficiente in botti di legno

Come già detto, prima dell'imbottigliamento il vino rosso può essere invecchiato per un certo periodo di tempo in botti di legno o in altri contenitori appropriati. Questo processo richiede energia soprattutto per la bassa temperatura di immagazzinamento e per il controllo dell'umidità. A questo proposito sono stati identificati due modi per ottimizzare l'efficienza energetica, descritti in seguito.

ENERGIA GEOTERMICA PER MIGLIORARE IL RAFFRESCAMENTO. Lo scambio di energia con la terra è molto efficiente. Nel terreno, ad una certa profondità, la temperatura è costante per tutto l'anno e, rispetto alla temperatura esterna, il terreno è più caldo d'inverno e fresco in estate, come le cantine di una volta. La tecnologia geotermica (geotermia a bassa entalpia) consente alle cantine vinicole di regolare ed ottimizzare la temperatura dei dispositivi di raffrescamento e di riscaldamento, sfruttando il calore naturale dal terreno circostante in una percentuale vicina all'80%. Di conseguenza il consumo energetico si riduce al 20-25% per l'energia elettrica assorbita dalla pompa di calore. E' possibile generare simultaneamente acqua fredda e calda sia per aerare che per deumidificare l'aria, al fine di evitare un eccessivo raffredda-

mento del vino nelle condizioni climatiche della cantina.

Per informazione, l'indice di efficienza energetica EER per gli impianti di refrigerazione tradizionali è vicino ad 1,5 mentre per l'energia geotermica può arrivare a 4.

ENERGIA AEROTERMICA PER MIGLIORARE LE CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE. Esistono diversi dispositivi per il trattamento dell'aria finalizzato al controllo delle condizioni climatiche della cantina (temperatura ed umidità), che recuperano il calore di scarto proveniente dai processi di condensazione relativi al controllo dell'umidità. Questi dispositivi per il trattamento dell'aria sfruttano macchine di raffreddamento e pompe di calore. Devono essere ben sigillati, possedere una bassa trasmittanza termica ed un basso ponte termico per ridurre le perdite. Per regolare le condizioni operative sia per l'ambiente esterno che interno, vengono installati anche dei ventilatori a flusso variabile, che hanno delle prestazioni maggiori del 20% rispetto a quelli ancora comunemente in uso. Ovviamente il risparmio energetico dipende principalmente dalla situazione esistente e dalle condizioni operative.

4.3. Sostituzione delle prese con decantatori centrifughi

Nella produzione del vino, uno dei processi più critici è la pressatura delle uve per ottenerne il mosto liquido. Normalmente questo processo viene eseguito da presse pneumatiche o meccaniche, ma esiste anche una tecnologia innovativa che sfrutta la forza centrifuga per separare istantaneamente ed in modo continuo il mosto dalle uve. Nuovi strumenti che usano forze centrifughe (decantatori) possiedono una capacità di produzione di 50 ton per ora e possono essere utilizzati praticamente con tutti i tipi di uve. Inoltre, i decantatori consentono di ridurre il numero di spostamenti del vino da un serbatoio ad un altro, riducendo anche il consumo energetico dovuto alle pompe.

Questa misura è raccomandabile alle nuove aziende vinicole oppure quando si considera l'installazione di una nuova pressa.

4.4. Motori efficienti

Il consumo elettrico dei sistemi a motore è influenzato da numerosi fattori. Per ottenere il miglior risparmio potenziale, l'ideale sarebbe l'ottimizzazione dell'intero sistema dei motori. Di seguito, vengono discussi in maggior dettaglio alcuni aspetti ai fini del miglioramento dell'efficienza dei sistemi a motore.

MOTORI AD ALTA EFFICIENZA. La classificazione dell'efficienza energetica dei motori elettrici è dettata dalla normativa 60034 della Commissione IEC (2007) e le classi attualmente disponibili sono:

- *IE1: Efficienza Standard (nei motori tradizionali)*
- *IE2: Alta Efficienza*
- *IE3: Efficienza Premium*
- *IE4: Efficienza Super Premium*
- *IE5: Efficienza Ultra Premium (recentemente disponibile sul mercato)*

La direttiva europea EUPs (*Energy-using Products*) stabilisce la progettazione ecocompatibile (ecodesign) dei motori, in base ai livelli di efficienza energetica definiti dalla normativa IEC 60034-30, e ne regola il mercato: IE2 dal 16 giugno 2012; IE3 dal 1° gennaio 2015 per motori da 7,5 a 375 kW ed IE3 dal 1° gennaio 2017 per motori da 0,75 a 375 kW.

La Figura 9 mostra le differenze tra ciascun tipo di motore.

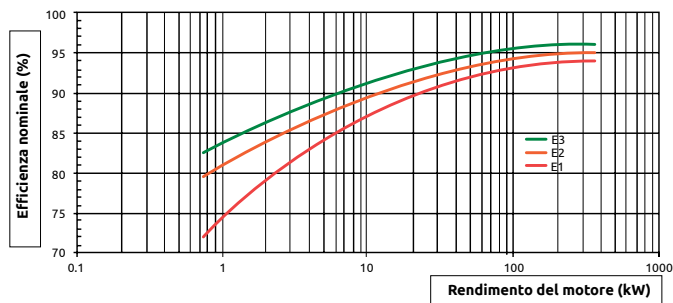


Figura 9. Comparazione delle curve di efficienza energetica per i diversi livelli IE (International Efficiency) dei motori (CIRCE, 2013).

DIMENSIONE DEL MOTORE APPROPRIATA. La massima efficienza si ottiene quando il motore lavora tra il 60 ed il 100% del pieno carico. In genere, in un grafico dell'efficienza energetica di un motore in funzione della percentuale di carico, il picco per un motore ad induzione si ha vicino al 75% del pieno

carico, poi la curva tende ad appiattirsi intorno al 50% del pieno carico. Un motore elettrico non lavora in condizioni ottimali quando è sotto il 40% del pieno carico ed infatti l'efficienza decade rapidamente. Ad ogni modo, motori di dimensioni più grandi possono operare con alte efficienze a carichi del 30% inferiori rispetto al carico nominale. L'efficienza di un motore elettrico in funzione del carico è mostrata in Figura 10.

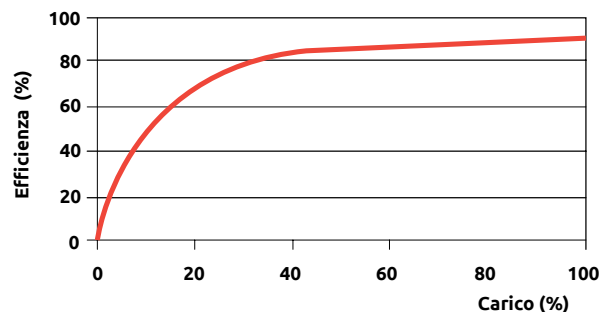


Figura 10. Efficienza di un motore elettrico in funzione del carico (BREF, 2009).

CONTROLLO DI UN MOTORE. Lo scopo è quello di limitare il più possibile il regime minimo di un motore (modalità di operazione senza carico) attraverso la predisposizione di un sensore, un orologio, un processo di controllo, ecc.. Quindi, si può contribuire all'efficienza energetica mantenendo i mo-

tori spenti quando non sono necessari, ad esempio tramite un interruttore o un contattore per collegare e disconnettere un motore da quello principale.

La regolazione della velocità di un motore tramite l'uso di convertitori di frequenza, detti anche "inverter" o VSD (*variable speed drives*), può portare ad importanti risparmi energetici legati ad un controllo più preciso delle operazioni e dei processi e ad una diminuzione dell'usura dell'impianto meccanico. Con la variazione del carico, i VSD possono ridurre il consumo di energia elettrica in particolare nelle pompe centrifughe, nei compressori e nei ventilatori. L'applicazione di VSD risulta vantaggiosa in numerosi processi inerenti l'industria di lavorazione dell'ortofrutta (ad esempio nel caso in cui i prodotti di partenza vengono elaborati e lavorati come nei frantoi, oppure nel caso in cui i materiali vengono trasportati attraverso nastri trasportatori) sia in termini di consumo energetico che di prestazioni complessive.

I dispositivi di trasmissione del movimento (ingranaggi, cinghie, alberi a gomito, ecc..) devono essere installati correttamente e mantenuti con regolarità. Il sistema di trasmissione dal motore al carico costituisce una fonte di perdite, che possono variare significativamente dallo 0 al 45%. La migliore opzione possibile risulta essere l'accoppiamento diretto (se tecnicamente fattibile).

4.5. Sistemi ad aria compressa

L'aria compressa è una forma di energia dai molteplici impieghi e praticamente ogni industria possiede uno o più sistemi ad aria compressa per diversi scopi: macchine a pressione, sistemi di raffreddamento, compressori, trasportatori, ecc. L'aria compressa necessaria può essere prodotta dalla macchina stessa oppure da uno o più dispositivi ad aria compressa che rispondono a tutte le necessità dell'industria. Un impianto di produzione d'aria efficiente conferisce all'impresa diversi vantaggi tra cui l'aumento della produttività, l'ottimizzazione di tutta la catena produttiva e la diminuzione degli sprechi di energia. L'efficienza energetica di questi sistemi può essere implementata attraverso alcune delle misure in seguito descritte.

OTTIMIZZAZIONE DEL DISEGNO STRUTTURALE DEL SISTEMA AD ARIA COMPRESSA.

La maggior parte dei sistemi ad aria compressa attualmente in uso potrebbe migliorare le proprie prestazioni ottimizzando la sua architettura. E' noto che l'implementazione di compressori addizionali e vari utilizzi in diverse fasi durante la vita dell'installazione possano risultare spesso in una performance inferiore del sistema. Nel disegno di un sistema ad aria compressa sono fondamentali il dimensionamento delle tubazioni (le perdite di carico sono una funzione della lunghezza della tubazione) ed il posizionamento dei compressori, che consentono di minimizzare le cadute di pressione lungo la rete.

INVERTER (VSD) E VOLUME DI STOCCAGGIO. Quando le richieste d'aria per un processo sono variabili (ad es. se dipendono dall'ora del giorno e/o dal giorno della settimana), la presenza di un *inverter* ed un volume di stoccaggio favorisce la riduzione della richiesta energetica del sistema ad aria compressa. Le "chance" di risparmio possono raggiungere il 30% dei costi, sebbene il risparmio effettivo medio conseguibile applicando un *inverter* sul motore di un compressore è del 15%. D'altra parte, un volume di stoccaggio può ammortizzare le fluttuazioni nella pressione. Gli *inverter* sui compressori determinano anche una pressione più stabile ed un elevato fattore di potenza che mantiene la potenza reattiva bassa.

RIDUZIONE DELLE FUGHE DAL SISTEMA AD ARIA COMPRESSA. L'individuazione e la riparazione delle perdite da un sistema ad aria compressa sono le azioni che consentono il più elevato potenziale di risparmio di energia. Le perdite, che sono direttamente proporzionali alla pressione del sistema, sono sempre presenti 24 h/giorno in qualsiasi impianto, anche durante le ore di fermo. La perdita di capacità di un compressore in un impianto in buono stato di manutenzione deve essere mantenuta al di sotto del 10%. Dunque, un programma efficiente per la manutenzione dei sistemi ad aria compressa deve includere misure di prevenzione e test periodici

sulle perdite. Si possono ridurre le perdite anche diminuendo la pressione operativa del sistema: una pressione differenziale inferiore nella zona della perdita riduce la portata della perdita.

ALIMENTAZIONE DEL/I COMPRESSORE/I CON L'ARIA ESTERNA PIU' FREDDA. Per ragioni termodinamiche, la compressione di aria calda richiede più energia rispetto alla compressione di aria fredda. Questa energia in eccesso può essere risparmiata alimentando la stazione ad aria compressa con aria più fredda dall'esterno. A questo scopo per esempio si potrebbe installare una tubatura di connessione tra la porta di uscita e quella di entrata del compressore. La tubazione dell'aspirazione dell'aria dall'esterno deve essere quanto più fredda possibile, pertanto va posizionata a Nord o, per lo meno, deve trovarsi all'ombra per la maggior parte del tempo.

OTTIMIZZAZIONE DEL LIVELLO DELLA PRESSIONE. Minore è il livello della pressione dell'aria compressa generata e più la produzione presenta un costo minore ed il sistema risulta efficiente. E' buona norma impostare la pressione nell'impianto al minimo livello accettabile, tenendo conto dei profili di richiesta e del volume dei serbatoi di stoccaggio. E' anche importante verificare se ha senso aumentare la pressione a livelli elevati per servire dei piccoli utilizzatori. In aggiunta a ciò, il modo più economico di regolare il livello della pressione di un compressore è quello di utilizzare in-

terruttori a pressione. La pressione può anche essere regolata tramite un compressore con convertitore di frequenza consentendo l'erogazione in base alle specifiche necessità di aria compressa.

4.6. Inverter

Gli *inverter* o variatori di velocità (*variable speed drives, VSD*) possono essere installati su qualsiasi impianto in cui un processo operi con un carico variabile, ad esempio: pompe centrifughe, ventilatori, macchine, frantoi, tramogge, nastri trasportatori, compressori per aria compressa o nei sistemi di raffreddamento, ecc. Il loro utilizzo fa diminuire il consumo di energia dei motori, adattando il consumo reale ai fabbisogni effettivi di un processo. I variatori di velocità controllano la velocità di rotazione dei motori agendo da variatori di velocità, in quanto aumentano o diminuiscono la frequenza a cui viene alimentato il motore, pertanto sono convertitori di frequenza.

Di conseguenza, la velocità del motore può essere regolata da parametri esterni quali la temperatura, il flusso o il carico nei nastri trasportatori o nelle tramogge. Il controllo della velocità ha un peso importante ai fini dell'efficienza energetica di un processo. I risparmi dipendono dalla potenza del motore, dal suo profilo operativo e dalle ore di operazione in un anno. La presenza di un *inverter* in un motore può arrivare a dimezzare i suoi consumi energetici.



Figura 11. Variatori di velocità (*variable speed drives, VSD*).

4.7. Isolamento

Nell'industria agro-alimentare è necessario trasferire calore sia in alcuni processi di riscaldamento che di refrigerazione. Nelle caldaie, ad esempio, l'acqua calda o il vapore viaggiano tra la caldaia ed il sito d'utilizzo. Negli stabilimenti delle aziende, la manutenzione delle condizioni dei materiali isolanti è un'operazione d'importanza critica al fine di evitare fughe termiche e problemi di condensazione. La chimica-fisica dei materiali isolanti deve tenere in conto diversi aspetti, tra cui evitare la propagazione di funghi e muffe, essere in grado di proteggere dalla radiazione UVA, non seccarsi (bisogna fare attenzione alle perdite che infieriscono

sulla capacità isolante dei materiali), essere flessibili e facili da installare, avere una bassa conduttività termica ($0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ o inferiore). In genere, l'intervallo di temperature di lavoro per i materiali isolanti va da -50 a $+110^\circ\text{C}$.

ISOLAMENTO DELLE VALVOLE. Secondo la normativa vigente, non solo le tubazioni, ma anche i raccordi, le valvole ed altri dispositivi di connessione dovrebbero essere isolati in maniera più efficace. Sono disponibili diverse coperture isolanti riutilizzabili e rimovibili. Considerando una temperatura di operazione di 150°C , una temperatura ambientale di 20°C ed una valvola di 150 mm , i risparmi energetici potenziali installando un guscio di coibentazione rimovibile intorno alle valvole può arrivare a 970 W (BREF, 2009).

Inoltre, come regola generale, qualsiasi superficie raggiunga temperature superiori a 150°C , se esiste un rischio di contatto con una persona, bisognerebbe utilizzare materiale isolante per la protezione del personale.

ISOLAMENTO DEI TUBI. I risparmi conseguibili potenzialmente dipendono da: diametro e lunghezza del tubo (o area della superficie isolante), differenza tra temperatura interna ed esterna, resistenza termica e spessore del materiale isolante. Di seguito facciamo un semplice

esempio, considerando due tubi che trasportano un fluido caldo, uno rivestito di materiale isolante e l'altro no. In entrambi i casi, la temperatura del fluido è di 60°C , la temperatura dell'aria è di 15°C , la lunghezza del tubo è di 350 m , il suo diametro di 150 mm , lo spessore di 31 mm e la conduttività termica di $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Comparando le perdite di calore tra i due tubi, è stato misurato che le perdite di energia nel tubo con materiale isolante si riducevano dell'85%, con un conseguente elevato risparmio di energia.

Figura 12. Isolamento dei tubi in buone condizioni.



4.8. Riscaldamento dell'acqua e dell'aria

Le industrie utilizzano acqua calda sia a scopi igienico-sanitari che per le caldaie o la produzione di vapore. Esistono numerosi sistemi per il riscaldamento dell'acqua ed in questo manuale ne trattiamo tre che non implicano un aumento di consumo energetico.

PANNELLI SOLARI TERMICI PER IL RISCALDAMENTO DELL'ACQUA. Un pannello (o collettore) solare ad alta efficienza è costruito con un vetro speciale con una percentuale di trasferimento di energia superiore al 92%. L'assorbitore è costituito da una sottile lastra di rame ricoperta da un rivestimento altamente performante e selettivo, il TINOX (fortemente assorbente e con emissioni deboli). In genere, gli assorbitori nei pannelli presentano resistenza termica di 250°C, "performance" ottica del 75% e coefficiente di trasmittanza termica di 2,9 W/m²C. Potenzialmente, si

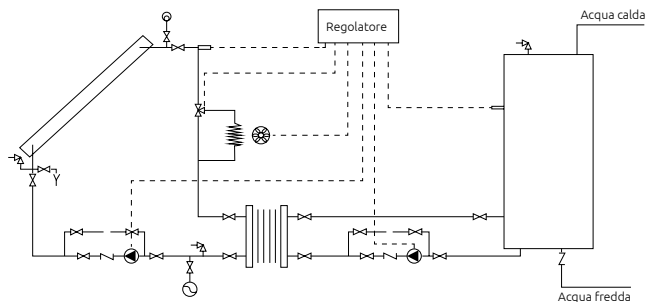


Figura 13. Schema di impianto solare termico (IMS).

possono conseguire risparmi fino al 50-70% a seconda delle condizioni atmosferiche e della richiesta energetica. Quindi è possibile ridurre il consumo di energia da parte delle caldaie, consumando meno energia fossile ed immettendo meno CO₂ nell'atmosfera.

RECUPERO DEL CALORE DAI COMPRESSORI. La maggior parte dell'energia elettrica utilizzata da un compressore in un'azienda è convertita in energia termica (calore) che deve essere convogliata verso l'esterno. Per risparmiare costi ed energia si può progettare un sistema di recupero del calore che permetta di recuperare un'alta percentuale di questo calore disponibile e di riutilizzarlo per produrre aria o acqua calda a seconda del bisogno. Sono disponibili due sistemi di recupero del calore:

- Riscaldamento dell'aria: il calore recuperato può essere utilizzato per il riscaldamento degli spazi interni, dai bruciatori ad olio o da qualsiasi altra applicazione in cui sia richiesta aria calda. L'aria dell'ambiente viene fatta passare attraverso il compressore dove assorbe il calore risultante dal processo di compressione dell'aria. Le uniche modifiche da apportare al sistema sono l'aggiunta di un condotto e di un altro ventilatore per indirizzare l'aria nel condotto ed eliminare sul compressore qualsiasi pressione inversa dovuta al suo raffreddamento. Tali sistemi di recupero del calore possono essere modulati tramite una semplice valvola di sicurezza controllata termostaticamente.

- Riscaldamento dell'acqua: è anche possibile utilizzare uno scambiatore di calore per estrarre il calore refluo dal lubrificante dei compressori delle macchine frigorifere e utilizzarlo per produrre acqua calda. A seconda del tipo, gli scambiatori di calore possono produrre acqua potabile o non potabile. Quando non è richiesta acqua calda, il lubrificante viene instradato verso il radiatore.

L'acqua calda può essere utilizzata nell'impianto della caldaia.

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

RECUPERO DI CALORE TRAMITE UN ECONOMIZZATORE O UN CONDENSATORE. Nelle caldaie, l'installazione di un sistema di recupero di calore consente di recuperare il calore dai prodotti della combustione e di cederlo al fluido di ritorno, preriscaldandolo così prima dell'ingresso in caldaia. Dato che nelle caldaie una grossa quantità di calore viene persa sotto forma di fumi (ovvero i gas prodotti dalla combustione), è possibile ridurre il consumo di energia fossile recuperando parte di questo calore. A questo scopo è sufficiente installare uno scambiatore di calore nella canna fumaria che trasferisca il calore dai fumi all'acqua nella caldaia o ad un altro processo termico. L'installazione di un economizzatore dopo la cal-

daia consente di risparmiare il 5% di energia (considerando che la temperatura dei vapori non può scendere al di sotto di un valore limite per evitare che lo scambiatore di calore e la canna fumaria subiscano corrosione).

Un condensatore permette di recuperare l'energia contenuta nei fumi di combustione condensando il vapore acqueo in essi contenuto. I risparmi in termini energetici dipendono dalla diminuzione della temperatura dei fumi, ma in genere l'installazione di un condensatore dopo una caldaia fa risparmiare intorno al 5-10% di energia.

4.9. Illuminazione

Nei sotto-settori industriali presi in considerazione nel Progetto TESLA, gli edifici richiedono un elevato contributo per l'illuminazione. Attualmente possono essere installati diversi tipi di lampade, tra cui principalmente lampade a scarica in gas (fluorescenti, a vapore di sodio o di mercurio ad alta pressione) o tecnologie alogene. Le tecnologie LED (diodi che emettono luce, dall'inglese *Light Emitting Diodes*) hanno una durata maggiore (più di 50.000 ore), richiedono poche operazioni per il mantenimento (e la sostituzione delle luci è molto semplice), presentano un indice di resa del colore dell'80%, una temperatura del colore di 4.000 K e consentono un risparmio energetico fino al 75% rispetto alle lampade a scarica di gas o alle alogene. Il flusso luminoso è di 10.000 lm (per 110 W) e 20.000 lm (per 210 W). La Tabella 6 mostra i risparmi energetici

TABELLA 6. RISPARMI ENERGETICI CONSEGUIBILI.

SITUAZIONE INIZIALE NON EFFICIENTATA	SITUAZIONE EFFICIENTATA TRAMITE LED	RIDUZIONE DELLA POTENZA
Lampada/tubo fluorescente da 2x18W (potenza installata complessiva di 42W con un alimentatore elettromagnetico)	LED18S (19W)	54%
Lampada/tubo fluorescente da 2x58W (potenza installata complessiva di 136W con un alimentatore elettromagnetico)	LED60S (57W)	58%
Lampada a vapore di mercurio da 250W (potenza installata complessiva di 268W con dispositivi ausiliari)	BY120P (110 W)	58%
Lampada a vapore di mercurio da 400W (potenza installata complessiva di 428W con dispositivi ausiliari)	BY121P (210 W)	51%

Fonte: Philips.

che si possono ottenere considerando la sostituzione di lampade fluorescenti con dispositivi LED.

4.10. Batterie di condensatori per la diminuzione dell'energia reattiva

Vi sono numerosi dispositivi, come motori o lampade a scarica, che operano in presenza di un campo elettromagnetico. Dato che non tutti i motori possono lavorare a carico nominale, si genera un consumo di energia reattiva che si riscontra poi nella bolletta dell'elettricità. Il consumo di questa energia reattiva può essere evi-

tato implementando batterie di condensatori. In commercio sono disponibili batterie di condensatori di differenti potenze, da 7,5 kVAr a 1120 kVAr, che vengono collegate accanto al trasformatore di potenza degli impianti.

La compensazione del fattore di potenza viene fatta in genere per tutti gli impianti installati in un'azienda, ma rappresenta più una misura di risparmio economico che non energetico, sebbene tali impianti traggano vantaggio dall'aumento della capacità di trasmissione di energia dalla rete elettrica.

4.11. Strumenti di gestione

Uno strumento di gestione dell'energia consente di determinare la via migliore e sostenibile per ottimizzare gli usi/consumi di energia, con conseguente riduzione dei costi associati, tramite la conoscenza ed il monitoraggio dei flussi di energia. Il guadagno netto per l'azienda, oltre alla limitazione delle emissioni di gas serra, riguarda la sua immagine al pubblico. Uno strumento gestionale nelle industrie è anche raccomandato in base ai requisiti standard delle norme UNI CEI EN 16001/ISO 50001 per i sistemi di gestione dell'energia. Un gestore di energia virtuale è costituito da dispositivi di misurazione, da una griglia di comunicazione e da un software.



Figura 14. Pannello di controllo.

4.12. Trasformatori di potenza ad alta efficienza

Qualsiasi stabilimento industriale possiede un trasformatore di potenza per convertire l'elettricità che proviene dalla rete elettrica. I trasformatori di potenza sono componenti fondamentali nel sistema di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Trasformatori molto vecchi sono immersi in olio, non sono molto efficienti e consumano molta energia. Diversamente, i trasformatori a secco riducono le perdite di energia fino al 70%, sono sicuri, non richiedono notevoli cure per il mantenimento e sono a prova di cortocircuito e sovraccarico. Questa misura è consigliabile in industrie che lavorano costantemente molte ore per anno (come nel caso dei mangimifici). In realtà, trattandosi di un investimento importante e con un lungo recupero, questa implementazione viene fatta in caso di guasto o rottura del trasformatore.

5. CONCLUSIONI

L'Unione Europea rappresenta il leader della produzione vinicola sul mercato mondiale. Il consumo energetico per la produzione vinicola nell'UE è intorno a 1.750 mln di kWh l'anno, pertanto i vini rappresentano un sotto-settore fortemente energivoro dell'industria agro-alimentare. Un'azienda vinicola standard, che produce in media 30.000 ettolitri di vino l'anno e selezionata come rappresentativa dell'industria vinicola nei quattro paesi del Progetto TESLA (Italia, Spagna, Francia e Portogallo), deve soddisfare un consumo medio di energia elettrica pari a circa 330.000 kWh l'anno. Sebbene la dimensione dell'azienda sia il fattore principale che influisce sui consumi energetici, diversi studi hanno già evidenziato l'esistenza di notevoli differenze di consumi energetici tra infrastrutture della stessa dimensione. Quindi queste aziende mostrano un potenziale considerevole per il risparmio di energia.

Da un punto di vista qualitativo, i processi di raffreddamento (nella fermentazione alcolica, in quella malolattica, nella stabilizzazione ed in altri processi) sono quelli più energivori in una cantina vinicola. Questi processi possono arrivare a giustificare circa la metà dell'energia consumata

complessivamente e perciò il miglioramento delle tecnologie predisposte è il fattore chiave per incrementare l'efficienza energetica in questo sotto-settore. Tra le migliori tecnologie disponibili (BAT) si consigliano:

- L'utilizzo di impianti per il raffrescamento con un indice di efficienza energetica (EER) vicino a 3 o superiore.
- L'utilizzo di sistemi per la conservazione al freddo o, in alcuni processi, di scambiatori di calore specifici.
- L'installazione di un sistema di energia geotermico legato alle pompe di calore ed alle macchine per il raffreddamento, soprattutto nelle nuove aziende

Queste misure dovrebbero essere selezionate con attenzione, tenendo presente anche la stagionalità della produzione dei vini, che rappresenta un problema per il tempo di ritorno degli investimenti necessari. Il tempo di operazione per anno (misurato in ore di funzionamento) di ciascun impianto è anche importante nel considerare la fattibilità di sostituire una tecnologia.

6. . REFERENZE E FONTI

- AGROGES. *Plano estratégico para a internacionalizacao do sector dos vinhos de Portugal*, 2010.
- Cooperativas Agro-alimentarias. *Bodegas: manual de ahorro y eficiencia energética del sector (Wineries: handbook of efficiency and energy saving in the sector)*. CO2OP Project, 2010.
- European Commission. *Wine sector, 2008* (<http://ec.europa.eu/agriculture/markets/wine/>).
- ICEX. *Wine in figures, 2012* (http://www.winesfromspain.com/icex/cda/controller/page-Gen/0,3346,1549487_6763472_6778161_0,00.html).
- INSEE. *Compte provisoire de l'agriculture arrêté, 2013* (http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=nattef10104).
- Mediobanca. *Indagine sul settore vinicolo, 2013*. (<http://www.mediobanca.it/it/stampa-comunicazione/news/indagine-sul-sett-vinicolo.html>).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Spain. *Anuario de estadística, 2011* (<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/>).
- Comité Européen des Entreprises Vins. *About the EU wine sector, 2014* (<http://www.cee.v.be/about-the-eu-wine-sector>).

tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry



www.teslaproject.org
tesla@agro-alimentarias.coop



Cofinanziato dal programma " Intelligent Energy Europe"
dell'Unione Europea