UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI AGRARIA

Corso di laurea in:
Valorizzazione e tutela del territorio e dell'ambiente montano

MIGLIORAMENTO ENERGETICO IN AMBITO ZOOTECNICO

RELATORE: PROF. DAVIDE FACCHINETTI

Elaborato finale di:

Fabio SAMBUSITI

Matricola 760866

A.A. 2012-2013

INDICE GENERALE

INDICE GENERALE.....2

PREMESSA.....4

1 INTRODUZIONE.....5

2 LA SOCIETA' AGRICOLA.....9

3 I CONSUMI ENERGETICI.....11

3.2 L'energia elettica.....11

3.2 L'impinato elettrico 12

3.3 Consumi e curve di carico ..... ***Errore. Il segnalibro non è definito.***

3.4 Le utenze aziendali 15

3.5 Consumi giornalieri.....*12*

3.6 Consumi stagionali ..... ***Errore. Il segnalibro non è definito.***

3.7 Calcolo consumi annui.....20

4 SOLUZIONI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO 20

4.1 Il contratto di fornitura..... ***Errore. Il segnalibro non è definito.***

4.2 Illuminazione 22

4.2.1 Soluzioni per l'impinato di illuminazione.. **Errore. Il segnalibro non è definito.**

4.2.2 Sensori crepuscolari e temporizzatori **Errore. Il segnalibro non è definito.**

4.2.3 Sostituzione impianto attuale con luci led.....26

4.3 Gli inverter e i motori ad altro rendimento 36

*4.4 Scambiatore di calore.....****Errore. Il segnalibro non è definito.***

5 L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO 42

5.1 Il modulo fotovoltaico *43*

5.2 Gli inverter ..... ***Errore. Il segnalibro non è definito.***

5.2 Interruttori sezionatori e cavi *47*

6 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO 50

6.1 Calcolo radiazione solare..... *50*

6.2 Calcolo energia producibile *54*

6.3 I conti energia *56*

6.3.1 Il IV° conto energia 57

6.3.2 Il V° conto energia 58

6.4 Costo e ammortamento impianto *61*

6.4.1 Sezione standard 63

6.4.2 Sezione amianto 65

7 MIGLIORAMENTO IMPATTO AMBIENTALE 67

8 CONCLUSIONI 69

9 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 71

PREMESSA

I consumi energetici rappresentano una voce di spesa significativa nella gestione complessiva delle aziende agricole.

Pertanto, in accordo con le politiche energetiche nazionali ed internazionali, anche in questo settore risulta fondamentale individuare strategie di ottimizzazione di tali consumi, ricorrendo ad eventuali interventi correttivi ed all'impiego di fonti energetiche alternative (AA. VV., 2009; Berruto et al., 1999).

Lo strumento più idoneo per conoscere il profilo energetico di un'azienda è la diagnosi energetica (o audit energetico) che anche le recenti normative nazionali (D.Lgs. 311/2006) citano come adempimento preliminare per la certificazione energetica.

L'esecuzione di un audit energetico consente di ricavare la ripartizione delle potenze e dei consumi per tipo di utilizzo, per fascia oraria e per stagione dell'anno, attraverso un'approfondita analisi delle utenze energetiche, delle routine di lavoro e dei consumi.

Alla luce delle precedenti considerazioni, il presente lavoro si pone l'obiettivo di indicare una metodologia per eseguire l'analisi energetica di un'azienda, propedeutica per determinare i potenziali interventi di risparmio e di miglioramento dell'efficienza energetica.

1 INTRODUZIONE

Lo scopo del lavoro è stato quello di proporre soluzioni atte a migliorare l'efficienza e l'autosufficienza energetica dell'azienda zootecnica soggetto dello studio, ha comportato una diminuzione dei consumi,con conseguente ritorno economico e miglioramento dell'impatto ambientale, nonché ha permesso di raggiungere un maggior grado di indipendenza da energie non rinnovabili, di cui l'azienda può ora far vanto.

Il successo di un'azienda agricola, agricolo-zootecnica o zootecnica dipende molto, dalla capacità dell'imprenditore di ridurre i costi di produzione.

Uno dei fattori di produzione cui, fino ad oggi, si è prestata meno attenzione è l'energia, questo seppur l'energia in Italia abbia un costo fra i più elevati al mondo, in quanto, oltre ai costi primari, gravano sui prezzi finali una gran quantità di tasse ed imposte.

Si pensi che solo nell'ultimo anno si è avuto un incremento della bolletta del 18% alla sola voce di "contributo per le energie rinnovabili".

In ogni azienda quindi, tranne forse in quelle dove i lavori manuali sono preponderanti (es. in viticoltura) è consigliabile analizzare a fondo i consumi energetici e le spese sostenute, in quanto sovente con piccoli accorgimenti, al di là dei grossi interventi strutturali, è possibile risparmiare od ottimizzare l'uso d'energia nelle sue varie forme nel centro aziendale, con i benefici economici che sempre ne conseguono.

Ritengo che il nostro futuro sia strettamente collegato all'indipendenza dalle energie fossili, inquinanti e destinate ad esaurirsi.

Questa è stata la prima motivazione che mi ha fatto avvicinare al tema delle energie rinnovabili e del miglioramento energetico.

Il tirocinio mi ha permesso di avvicinarmi molto a questo settore, tante sono le tecnologie già testate e collaudate, altrettante sono in fase di studio e sperimentazione.

Per **energie rinnovabili** si intendono le forme di energia prodotte da fonti derivanti da particolari risorse naturali, che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani", il loro

utilizzo quindi non pregiudica le stesse risorse naturali per le generazioni future. La mia tesi si è focalizzata su una sola di queste.
Data l'ottima zona, considerati i recenti progressi della tecnologia, la necessità di rifacimento del tetto in amianto e senza dimenticarci dei contributi statali per energia prodotta da fonti "pulite", si è deciso di optare per un **impianto elettrico fotovoltaico.**
La seconda fase è stata quella di analizzare i consumi, studiando possibili soluzioni atte a aumentare l'**efficienza energetica**.
Attenzione, non risparmio energetico, ma efficienza, tra i due termini, spesso usati come sinonimi, vi è una profonda differenza.
Per efficienza energetica si intende una "serie di azioni di programmazione, pianificazione e realizzazione di strumenti e strategie che permettano di consumare meno energia a parità di servizi offerti".
Il risparmio energetico invece indica una serie di azioni che permettano di ridurre il costo economico della energia.
Un banale esempio per esprimere il concetto:
Per risparmiare nel riscaldamento degli ambienti si potrebbe abbassare la temperatura dei corpi scaldanti, con una corrispondente diminuzione del benessere abitativo.
Migliorando invece la coibentazione di pareti ed infissi si raggiunge una riduzione della spesa energetica, a parità di benessere percepito

Fare efficienza energetica non equivale a "risparmiare" ma a "fare di più con meno".

Tra le possibilità di efficientamento energetico in ambito zootecnico, quattro sono state le possibilità individuate:

1. Sostituzione del presente impianto di illuminazione al neon con luci a LED di vario tipo.

2. Possibilità di effettuare una modulazione di velocità mediante inverter nei motori elettrici.

3. Inserimento di scambiatori di calore nel comparto di refrigerazione del latte per preriscaldare acqua sanitaria.

4. Revisione dell'attuale contratto con l'ente fornitore dell'energia elettrica

Il tutto è stato svolto durante un tirocinio formativo svolto nel mese di Febbraio presso l'ufficio tecnico della ditta **Aluen** a Bolzano.
La ditta Aluen è impegnata in diversi ambiti, si occupa principalmente di impianti fotovoltaici ma propone anche soluzioni più complete e diversificate come impianti solari termici, impianti termodinamici, geotermici, eolici, di cogenerazione e miglioramento energetico, oltre a effettuare manutenzione e monitoraggio su impianti già installati.
Anche se i lavori più impegnativi, a livello di potenza installata, sono stati effettuati su strutture pubbliche o del settore secondario, ci si è resi sempre più conto del potenziale non sempre pienamente sfruttato dell'ambito agricolo/zootecnico, ragion per cui l'Aluen non era nuova a lavorare in questo settore, avendo già installato impianti fotovoltaici in diverse aziende, caratterizzatesi per lo più come stalle per l'allevamento di bovine da latte.

L'unica reale difficoltà riscontrata è stata di tipo burocratico, in quanto proprio in concomitanza con l'inizio del periodo di tirocinio si passava dal Quarto al **Quinto conto energia,** il nuovo decreto ministeriale che serve a regolare le incentivazioni dell'energia prodotta con fonti rinnovabili, ragion per cui si è dovuto dedicare parte del tempo allo studio di questo nuovo decreto, che si è rivelato in molte sue parti essere poco chiaro e soggetto a molteplici differenti interpretazioni.
Tale ostacolo è stato poi anche pratico, in quanto il tempo di rientro nell'investimento e il futuro guadagno/risparmio della società agricola era stato inizialmente calcolato sfruttando il quarto conto energia, incentivo che purtroppo, per ragioni tecniche e normative non è stato possibile sfruttare, avendo messo in funzione l'impianto quando tale conto era stato già chiuso.
Si metterà quindi in evidenza anche la differenza tra quarto e quinto conto energia evidenziandone vantaggi, svantaggi dell'uno rispetto all'altro.

Foto aerea dell'impianto ultimato.

Vista delle stalle e del fienile con differente tipo di copertura.

2 LA SOCIETA' AGRICOLA

La soc. agricola Gobetti è situata nel comune di Scandiano in provincia di Reggio Emilia.

E' gestita dai due fratelli titolari che si occupano principalmente della produzione di latte crudo da vacche frisone, con un numero medio di vacche in lattazione di circa 130 bovini.

Possiede anche un ettaro di Vigneto e diversi ettari destinati alla produzione di foraggio.

Il latte è destinato alla caseificazione di Parmigiano Reggiano, devono essere quindi applicate tutte le restrizioni volte a evitare la presenza batteri sporigeni, in particolare Clostridium, che fermentando nel latte caseificato portano a gonfiore tardivo le forme di Parmigiano Reggiano in stagionatura.

Per tale motivo è importante il possesso di molti ettari destinati alla produzione di foraggio, in quanto l'utilizzo del silomais è vietato dal disciplinare di produzione.

Ciò si traduce nella necessità di avere un grande fienile per lo stoccaggio del foraggio, che ci ha permesso di avere più spazio a disposizione per l'installazione dei moduli per l'impianto fotovoltaico.

I titolari della società sono anche impegnati nel miglioramento genetico delle loro vacche e molto attenti alle tematiche ambientali.

Visti gli ottimi risultati raggiunti anche da altri allevatori hanno deciso di prendere in considerazione l'indipendenza energetica che un impianto elettrico fotovoltaico può offrirgli e tutte quelle soluzioni volte a diminuire i loro "sprechi" energetici.

Modello tridimensionale della soc. agricola Gobetti.

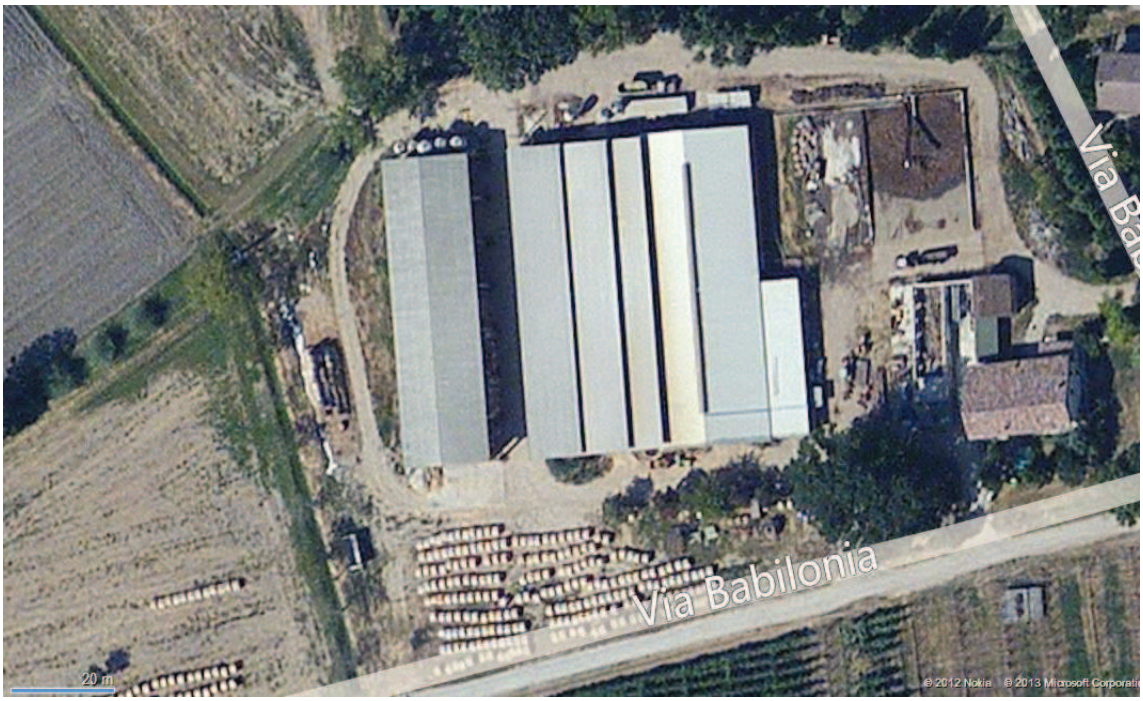


Immagine satellitare della soc. agricola Gobetti.

3 I CONSUMI ENERGETICI

3.1 *L'energia elettrica*

L'energia elettrica è costituita da un flusso di elettroni che si muove attraverso un materiale detto conduttore

Questo flusso è generato in diversi modi da diversi tipi di generatori, i quali producono un'energia potenziale detta tensione elettrica. La quantità di elettroni che transitano nell'unità di tempo nel conduttore si definisce come l'intensità di corrente.

Il conduttore, a sua volta, oppone una certa resistenza al passaggio degli elettroni.

Esistono diversi tipi di materiali, classificabili in funzione della maggiore o minore facilità ad essere attraversati dalla corrente elettrica: conduttori, semiconduttori e isolanti. Inoltre, il flusso di elettroni può attraversare un conduttore muovendosi sempre nella stessa direzione, e allora si parlerà di corrente continua, oppure cambiare continuamente la direzione, assumendo un andamento di tipo sinusoidale, dando origine alla corrente alternata.

In questo caso, la corrente in questione ha un'intensità variabile entro periodi prefissati (cicli) che si ripetono un certo numero di volte nell'unità di tempo, secondo la loro **frequenza**.

Nei circuiti in cui passa corrente alternata, non sempre la tensione che genera la corrente, e la corrente stessa (parametri che assumono un andamento sinusoidale), raggiungono nello stesso momento i valori massimi e i valori minimi nel loro ciclo: si avrà, allora, uno sfasamento dei due valori.

Il risultato di questo sfasamento è la distinzione tra una potenza reale e una potenza apparente, il cui rapporto è rappresentato dal coseno dell'angolo di sfasamento, o cos fi, che si definisce fattore di potenza.

Una terza grandezza legata allo sfasamento angolare è la potenza reattiva, che non produce lavoro. Tanto più grande è la potenza reattiva, tanto maggiore è lo sfasamento.

GRANDEZZE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	NOME	STRUMENTI DI MISURA	METODI DI CALCOLO
intensità di corrente	I	A	Ampere	amperometro	I = W/V
tensione elettrica	V	V	Volt	voltmetro	V = W/I
resistenza	R	Ω	Ohm	ohmmetro	Ω= V/I
frequenza	F	Hz	Hertz	frequenzimetro	
potenza reale	Pa	W	Watt	wattmetro	W = VxIxcosϕ
potenza apparente	Papp	VA	voltampere		Papp = VxI
potenza reattiva	Pr	var	voltampere	varmetro	Pr = VxIxSenϕ
fattore di potenza	FP (Cosϕ)		Coseno		Pa/Papp

Grandezze principali riferibili all'energia elettrica.

3.2 *L'impianto elettrico*

L'impianto elettrico aziendale o domestico comincia dai morsetti a valle del contatore della rete pubblica di distribuzione. Esso è costituito dai diversi elementi che provvedono alla distribuzione, trasporto e controllo del flusso di corrente. L'impianto termina al raggiungimento dell'utenza, quindi all'ingresso diretto nell'utenza (ad esempio un motore) oppure ad una spina.

Gli impianti sono articolati su uno o più circuiti, ognuno dei quali ha collegate una o più utenze. Gli elementi che fanno parte dei circuiti sono i conduttori, gli apparecchi e le prese a spina. I conduttori sono costituiti dai fili elettrici, dal loro rivestimento e dall'alloggiamento. In base alla potenza degli apparecchi da alimentare i conduttori devono avere delle sezioni minime alle quali corrispondono i massimi valori di potenza e amperaggio in base alla tensione di funzionamento

SEZIONE FILI (mm²)	DIAMETRO FILI (mm)	potenza max alimentabile (kW)			
		24 Vcc	220 V monofase	220 V trifase	380 V trifase
0.5	0.8	0.05	0.44	-	-
0.7	0.9	0.07	0.62	-	-
1	1.1	0.10	0.88	-	-
1.5	1.4	0.14	1.32	2.3	4.0
2.5	1.8	0.24	2.5	4.5	7.5
4	2.3	0.38	3.3	5.8	10
6	2.8	0.58	4.8	8	14
10	3.6	0.96	7	10.5	18
16	4.5	1.54	9.5	14	25

Massime potenze tollerabili dai cavi in funzione del voltaggio e della sezione.

SEZIONE FILI (mm²)	DIAMETRO FILI (mm)	INTENSITA DI CORRENTE MASSIMA (kW)			
		24 Vcc	220 V monofase	220 V trifase	380 V trifase
0.5	0.8	2	2	-	-
0.7	0.9	2.8	2.8	-	-
1	1.1	4	4	-	-
1.5	1.4	6	6	18.0	18.0
2.5	1.8	10	11.4	35.4	34.1
4	2.3	16	15.0	45.7	45.5
6	2.8	24	21.8	63.0	63.6
10	3.6	40	31.8	82.7	81.8
16	4.5	64	43.2	110.2	113.6

Massimi amperaggi sopportabili dai cavi in funzione del diametro e del voltaggio

.

Le dimensioni dei cavi in un impianto sono importanti sotto i due punti di vista del risparmio energetico e della sicurezza.

I fili sottodimensionati rispetto alle necessità si riscaldano durante l'uso e disperdono energia inutilmente sotto forma di calore, se poi il surriscaldamento è forte e dura molto tempo si possono avere fenomeni di "cottura" dei rivestimenti isolanti che si rompono, con possibilità di cortocircuito e incendio.

Gli apparecchi possono avere distinte funzioni, e precisamente: sezionamento, cioè interruzione dell'alimentazione a un circuito; interruzione di emergenza, attuata da interruttori che intervengono togliendo tensione in caso di malfunzionamenti o contatti pericolosi;

trasmissione di un comando, per l'accensione e lo spegnimento di un'utenza collegata direttamente al circuito.
Le prese a spina sono essenzialmente di due tipi: per uso domestico (le comuni prese per la corrente a 220 volt) e per uso industriale (per la corrente a 380 V). Le prese industriali rispondono alla norma CEI 23-12, sono unificate a livello mondiale e sono note anche come "prese CE", sono custodite in un involucro plastico circolare e possono avere da 2 a 5 alveoli, con guida per l'inserzione per evitare pericolose inversioni dei contatti.

3.3 *Consumi e curve di carico*

Ogni qualvolta un'utenza elettrica entra in stato di "acceso" inizia a verificarsi un consumo energetico. I parametri importanti per descrivere il comportamento di questo consumo sono due: l'intensità e la durata.
L'intensità del consumo è legata direttamente alla potenza dell'utenza, e si esprime in W o kW. L'unità di misura più comoda per definire la durata del funzionamento di un apparecchio elettrico è l'ora. Moltiplicando l'intensità dell'assorbimento per la durata si ottiene la misura dell'energia assorbita dall'utenza durante il funzionamento.
Moltiplicando quindi i kilowatt (kW) per le ore (h) si ottengono i kilowattora (kWh). L'intensità di assorbimento e la durata intervengono con lo stesso peso a determinare il consumo di energia.
Uno stesso consumo di 1.5 kWh si può ottenere per esempio, con una lampadina da 100 W che funzioni per 15 ore, oppure con un motore da 0.75 kW che funzioni per 2 ore (ad esempio una coclea) o ancora con un motore da 3 kW che funzioni per 0.5 ore. Ai fini pratici è consigliabile perseguire quelle soluzioni che consentono di avere assorbimenti bassi, anche se più prolungati nel tempo. Questo consente di lavorare con contratti più "leggeri" nei confronti dell'Ente erogatore dell'energia, ad esempio con 15 kW installati al posto di 20, con il conseguente risparmio monetario sulle **spese fisse della bolletta**.
Le curve di carico sono grafici in cui in ascissa è riportato un periodo di tempo e in ordinata l'entità dell'assorbimento, questi grafici consentono di visualizzare in modo immediato l'andamento dei consumi di un determinato numero di utenze. Secondo l'intervallo di tempo considerato le curve di carico possono essere orarie o giornaliere.

Questi grafici danno un'idea della variazione stagionale degli assorbimenti, e sono tanto più importanti quanto più l'attività in oggetto è legata alla variazione stagionale.

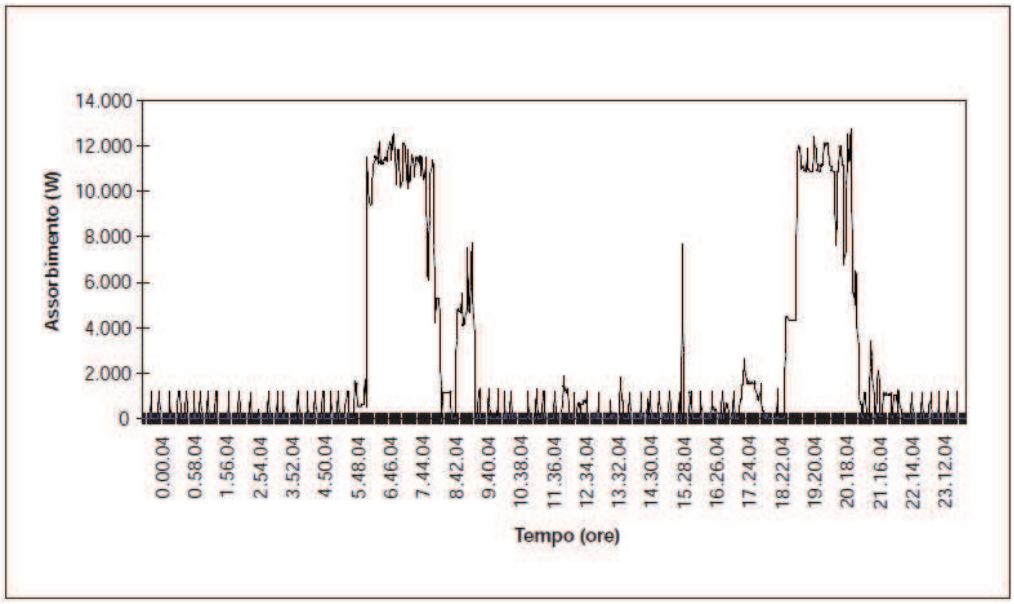


Grafico di curve di carico giornaliere: curve di un'azienda zootecnica orientata alla produzione del latte. Si notano chiaramente i due picchi di assorbimento in corrispondenza delle mungiture del mattino e del pomeriggio.

3.4 *Le utenze aziendali*

I consumi energetici nelle aziende agricole si realizzano per un largo ventaglio di operazioni. Si possono distinguere le operazioni effettuate in pieno campo da quelle effettuate presso il centro aziendale.

Delle operazioni in pieno campo non ci occuperemo nel presente studio, ma focalizzeremo l'attenzione sulle operazioni effettuate nel centro aziendale, svolte da macchinari e impianti detti, dal punto di vista del consumo energetico, utenze a punto fisso.

Le utenze a punto fisso sono dedicate a svolgere molteplici lavori e funzioni, e possono essere molto diverse secondo l'orientamento produttivo dell'azienda agricola.

In termini generali si è soliti fare delle distinzioni in base al periodo d'utilizzo e in base al tipo di lavoro effettuato.

In base al periodo d'utilizzo le utenze a punto fisso sono classificate in utenze ad uso giornaliero, bisettimanale, stagionale o casuale.
Come esempi di questa classificazione possiamo citare le utenze legate alla raccolta del latte, che hanno un utilizzo giornaliero, i mulini per la preparazione degli alimenti, con utilizzo grossomodo quindicinale, gli essiccatori per il foraggio o l'impianto di ventilazione, con utilizzo stagionale, ed infine le attrezzature per la manutenzione e lo svolgimento dei lavori d'officina, con un randomizzato (o casuale).

3.5 *Consumi giornalieri*

Raschiatori

L'allontanamento delle deiezioni solide e liquide avviene attraverso l'utilizzo di 3 raschiatori a catena che convogliano il loro contenuto, prelevato in stalla, su di un nastro traportatore, che successivamente provvederà a spostare il materiale nella zona di stoccaggio.
I raschiatori vengono attivati autonomamente 3 volte al giorno e impiegano circa 30 minuti per raggiungere il punto di fine corsa e tornare in dietro. La potenza di ogni motore è di 0.75kW per un consumo totale giornaliero di 3.37 kWh.

Nastro trasporta liquami

Posizionato su tutti il lato nord dell'edificio, raccoglie le deiezioni che i tre raschiatori convogliano a fine corsa, trasportandoli alla vasca di stoccaggio. Ha un consumo di 3 kW, viene utilizzata 2 volte al giorno e fatta funzionare circa 40 minuti, per un consumo giornaliero di 4.2 kWh.

Pompe liquami, separatore e miscelatore.

Lo stoccaggio ha assunto un ruolo fondamentale per potere effettuare lo spandimento dei liquami nei momenti agronomicamente più utili.

Nel caso in esame a trasportare le deiezioni nel bacino di stoccaggio è direttamente il nastro trasportatore che raccoglie le deiezioni dai raschiatori.

Nella vasca un miscelatore si occupa di omogenizzare i liquami impedendo la stratificazione nelle vasche, mentre una pompa immette aria contenete ossigeno per evitare la fermentazione anaerobica, responsabile dei cattivi odori.

La separazione liquido/solido, che permette di ottenere dal liquame tal quale una frazione solida ed una frazione chiarificata liquida è effettuato da un separatore a vite senza fine.

La parte chiarificata è stoccata tramite pompe in una vasca sotterranea mentre la frazione solida è accumulata a cielo aperto in attesa di essere utilizzata per la fertilizzazione dei campi.

Il consumo di pompe per la movimentazione dei reflui è di circa 22 kW. Miscelatore e separatore invece consumano 11 kW e funzionando un'ora al giorno, con un conseguente consumo giornaliero di 11 kWh.

Impianto di refrigerazione

L'impianto di refrigerazione per le due mungiture è formato da una vasca cilindrica orizzontale chiusa con volume nominale di 3000 l e un consumo totale di 11 kW.

I componenti dell'impianto (che funziona esattamente come un frigorifero) sono:

Il condensatore, dislocato a distanza, che condensa il vapore surriscaldato cedendo aria calda all'esterno.

Il compressore, che è stato fondamentale per il dimensionamento dello scambiatore di calore, con una potenza di 7.5 kW fornisce lavoro al ciclo mettendo in pressione il gas (R404a).

L'evaporatore multiplo, in cui il gas refrigerante assorbe il calore del latte contenuto nella cisterna.

Per raffreddare rapidamente e in modo omogeneo tutto il contenuto della vasca, il tank dispone di un agitatore magnetico.

Nella parte superiore si trova un passaggio, che consente i controlli e, se occorre, una pulizia manuale.

Infine è presente un termometro per verificare la temperatura all'interno.
Il consumo (prevalentemente del compressore) è molto elevato, considerando anche che il funzionamento effettivo è di circa 3 ore al giorno, per un consumo totale di 52 kWh al giorno.

Impianto di mungitura
Come già accennato i consumi sono stati ottenuti dalla scheda tecnica del produttore, la costruzione dell'impianto al momento del sopraluogo era ancora in corso.
Si tratta di una 13+13 poste, in cui i consumi sono dati nello specifico da:
Pompa del latte gestita da inverter con potenza di 1.5 kW col compito di convogliare il latte verso i serbatoi.
Due pompe del vuoto a olio gestite da inverter (2200 litri/minuto ciascuna), per una potenza totale di 8 kW. Tale pompa permette di creare una depressione sufficiente a vincere la resistenza dello sfintere del capezzolo e quindi la fuoriuscita di latte, abbinata a un'azione meccanica della guaina che massaggia il capezzolo sfruttando la stessa depressione.
Infine un quadro elettrico generale con potenza di 2.5 kW e la lavatrice per la pulizia dell'impianto con un consumo in questo caso pressoché irrisorio e quantificabile in 0.2kW.
Il consumo dell'impianto di mungitura è quindi notevole, quasi 13 kW, che per un utilizzo medio di 4 ore al giorno porta a un consumo di 52 kWh al giorno

3.6 *Consumi tipicamente stagionali*

Tra i consumi che variano in maniera considerevole durante l'anno rientrano:

Impianto di illuminazione
L'attuale illuminazione al **neon** è presente nella stalla con 10 linee, ciascuna delle quali formata da 10 plafoniere contenenti due neon da 60 W, più altre 10 plafoniere sparse all'interno dell'azienda (locale mungitura e aree di servizio) sempre contenenti 2 neon da 60W.
Per un totale di 6 kW installati.
La lampada crea un flusso luminoso di circa 3800 lumen (7600 lm a plafoniera) per un flusso totale di 380000 lm.

L'impianto è fornito di temporizzatore (4.30am/21pm) che attiva un interruttore crepuscolare in grado di far funzionare le lampade solo quando necessario.
Il funzionamento varia in base alla stagione, con una media invernale di 6 ore e mezza di funzionamento contro una media estiva di 3.
La media annuale di 4.5 ore prevende comunque un consumo di circa 28.5 KWh al giorno.

Impianto di ventilazione

Sono presenti due tipi di ventilatori: 10 ventilatori assiali fissati su pannello con telaio quadrato, aventi ciascuno una potenza di 0.75 KW, non dotati di inverter e quindi non regolabili.
Hanno un indice di protezione IP 55 e possono essere dotati eventualmente di nebulizzatore. Sono abbastanza datati e il loro funzionamento è continuo per i 4 mesi più caldi 18 ore al giorno.
Quattro ventilatori a soffitto, nuovi e dotati di inverter, in grado di muovere grandi quantità di aria a bassa velocità e con consumi energetici ridotti. Tali ventilatori hanno un consumo di 1 kW e anche esse lavarono per tutti i 4 mesi più caldi 18 ore al giorno.
Il consumo annuale del sistema di ventilazione è quindi di circa 135 kWh (per le ventole "classiche") + 75 kWh (per le ventole a soffitto) che generano un consumo giornaliero di circa 207 kWh

Ventola di tipo "classico/assiale" con potenza di 0.75 kW

3.7 *Calcolo consumi annui*

Al momento del sopralluogo era in corso la creazione di una nuova sala di mungitura, il che ha reso molto semplice ottenere i consumi elettrici e idrici dell'impianto di mungitura, è infatti sufficiente ricavarli dal preventivo fatto dalla ditta che sta costruendo l'impianto.

Gli altri dati sono stati rilevati dalle targhette presenti sui dispositivi/utenze, mentre gli orari di funzionamento ci sono stati comunicati dall'allevatore. Tutti i dati raccolti sono visibili in questa tabella:

Consumi Elettrici medi **Inverno**					
Utenza	Consumo (Kw)	Durata utilizzo (h)	Numero utilizzo al giorno	Tot (Kwh)	
Cingia raccogli liquami	3	0,7	2	4,2	
Rastrello liquami A/R (3)	2,25	0,5	3	3,375	
Scaldalatte vitelli	2,8	0,5	2	2,8	
Luci riscaldamento vitelli	1,3	1	1	1,3	
Pompe liquami	22	1	1	22	
Separatore+Miscelatore	11	1	1	11	
Luci al neon	6	6,5	1	39	
Luci neon "notturne"	0,16	8	1	1,28	
Ventole classiche (10)	7,5			0	
Ventole elicottero (4)	1			0	
Tank refrigerante	11	2	2	44	
Impianto mungitura	13	2	2	52	
			5428,65	180,955	
			Consumo mensile medio	Consumo medio al di'	

Consumi Elettrici medi **Estate**				
Utenza	Consumo (Kw)	Durata utilizzo (h)	Numero utilizzo al giorno	Tot (Kwh)
Cingia raccogli liquami	3	0,7	2	4,2
Rastrello liquami A/R (3)	2,25	0,5	3	3,375
Scaldalatte vitelli	2,8	0,5	2	2,8
Luci riscaldamento vitelli	0		1	0
Pompe liquami	22	1	1	22
Separatore+Miscelatore	11	1	1	11
Luci al neon	6	3	1	18
Luci neon "notturne"	0,16	8	1	1,28
Ventole classiche (10)	7,5	18	1	135
Ventole elicottero (4)	4	18	1	72
Tank refrigerante	11	1,5	2	33
Impianto mungitura	13	2	2	52
96409,8			10639,65	354,655
Consumo medio anno Kw			Consumo mensile medio	Consumo al di' medio

Si stima quindi un **consumo medio annuale di 96500 KWh**

Non tutte queste utenze possono però definirsi "diurne" e quindi in grado di sfruttare l'energia fornita dal sole, tali utenze non devono quindi essere conteggiate nella potenza nominale che deve avere il nostro impianto fotovoltaico.

Consumi tipicamente notturni	Consumo (Kw)	Durata utilizzo (h)	Totale
Luci	6	4,75	28,5
Prima mungitura	13	2	26
Ventole notte	11,5	3	34,5
Tank	11	2	22
Totale consumi notturni annui	39960	Tot consumi al di'	111

La prima mungitura e di conseguenza il tank per lo stoccaggio del latte vengono effettuate alle prime ore della mattina, troppo presto per poter sfruttare l'energia solare.
Quindi dai nostri consumi annui, circa 40000 KWh, consumati di notte non verranno conteggiati tra quelli che il nostro impianto dovrà produrre.

Banalmente non sarà necessario un impianto che produca cosi tanta energia, il nostro impianto dovrà essere dimensionato per soddisfare solo il nostro consumo annuo diurno, calcolabile come:

$$Potenza\ utilizzata\ diurna = Consumo\ medio\ annua - Consumi\ notturni\ medi\ annui$$

$$\boldsymbol{P\ utilizzata\ diurna} = 96410\ KWh - 35000\ KWh\ (circa) = \mathbf{65000\ KWh}$$

4 Soluzioni di miglioramento energetico

4.1 *Il contratto di fornitura*

La presenza di molteplici situazioni aziendali, unitamente alla disponibilità di numerose categorie di tariffe, non sempre ha reso agevole l'individuazione del contratto più conveniente.
La futura revisione delle tariffe, e la progressiva liberalizzazione del mercato cambierà ulteriormente gli scenari delle forniture di energia elettrica sulla rete pubblica.
Al di là delle nuove tariffe e delle nuove categorie di utenze che saranno sancite in futuro, il criterio generale per la scelta di un contratto è basato su l'individuazione, quanto più possibile dettagliata, dei diagrammi di carico elettrico e dei relativi consumi, da mettere in relazione con i contratti in essere o da stipulare.
Particolare attenzione va posta alla possibilità di modulare i prelievi di energia elettrica nelle varie fasce orarie, compatibilmente con l'organizzazione delle operazioni in azienda, in quanto, il costo dell'energia ha costi differenti in base all'orario di utilizzo.
Altro fattore che fa variare l'onere della fornitura è la potenza contrattuale impegnata, cioè i kW massimi di potenza che si hanno a disposizione al contatore, di conseguenza, cercando di ridurre i picchi di consumo giornalieri e stagionali, è possibile prevedere un contratto di fornitura con una potenza impegnata minore, e quindi, avente un costo fisso più basso.
Nel nostro caso, il contratto con l'ente fornitore, prevedeva la classica divisione nelle tre fasce orarie/giornaliere, con un costo nella fascia F1 di 0.18 €/kWh.
La potenza contrattuale è di 16 kW, impossibile da abbassare, dato che il solo impianto di mungitura consuma 13 kW. Si rischierebbe altrimenti un continuo stacco del contatore per eccessivo prelievo dalla rete.
Attualmente si può spuntare, nella fascia F1, un costo di 0.14/0.15 €/kWh, il che porterebbe a un discreto risparmio.
Tuttavia prevedendo l'installazione di un impianto fotovoltaico, tale revisione del contratto non è stata necessaria, lasciando invariati gli accordi con il fornitore (ENEL energia).

4.2 *Illuminazione*

La qualità di una soluzione illuminotecnica dipende in gran parte dalle lampade, che sono le sorgenti luminose di cui sono equipaggiati gli apparecchi: sono i mezzi tecnologici di cui disponiamo per trasformare l'energia elettrica in energia luminosa.
La prima importante caratteristica è la qualità cromatica dell'emissione luminosa. La luce che le sorgenti emettono è modificata, per quanto riguarda la direzione dei raggi nell'ambiente e la potenza della luce, dall'ottica e dalle eventuali schermature dell'apparecchio (punto luce o lampadario). Complessivamente l'intensità di illuminazione ottenibile in un ambiente dipende dalla quantità e dalla disposizione dei punti luce.
Due sono i dati fondamentali per valutare i costi gestionali dell'impianto: il primo è la durata media di vita delle lampade, vale a dire l'intervallo di tempo in cui il fabbricante garantisce il perfetto funzionamento della lampada, pur considerando un certo decadimento nell'erogazione del flusso luminoso, anche in funzione dei previsti cicli orari di accensione e spegnimento; il secondo è il consumo di energia elettrica rapportato alla quantità di luce fornita.
Per il corretto dimensionamento dell'impianto di illuminazione bisogna conoscere le esigenze dell'ambiente che va illuminato, la quantità di luce ottenibile dal tipo di lampade scelto, e infine calcolare l'efficienza ottenibile, tenendo presenti le inevitabili perdite.
Da un punto di vista teorico il livello d'illuminazione si può calcolare come rapporto tra i lumen prodotti e l'area da illuminare:

$$\textit{Illuminazione teorica} = \frac{\textit{Lumen prodotti}}{\textit{area da illuminare}}$$

L'illuminazione si misura in lux (1 lux corrisponde a 1 lumen/m2). Nelle applicazioni pratiche non tutta la luce prodotta però raggiunge le superfici interessate, perché s'irradia anche in altre direzioni. Per tenere presente questo fatto si considera un Coefficiente di Utilizzazione, che dipende principalmente dalla disposizione dei punti luce dalla forma della lampada, dal lampadario, dalla
presenza di schermi e infine dal colore di pareti, soffitto e pavimento.

Per cui:

$$Illuminaz.\ iniziale = \frac{Lumen\ prodotti\ x\ Coef.\ di\ Utiliz.}{area\ da\ illuminare}$$

Va infine tenuto conto della diminuzione di illuminazione nel tempo, dovuta principalmente ad accumulo di polvere su lampade, lampadari e pareti, e alla diminuzione del livello di luce emessa dalla lampada col tempo. Queste cause sono raggruppate in un fattore detto "Fattore di perdita di luce". Perciò: Illuminazione di esercizio = (Illuminazione iniziale x Fattore perdita luce).

Per limitare le perdite di luce e ottenere risparmi energetici è necessario massimizzare il Coefficiente di Utilizzazione e minimizzare il Fattore di perdita luce. Per massimizzare il Coefficiente di Utilizzazione si possono ad esempio scegliere portalampada che diffondano la luce nella direzione delle superfici da illuminare e non altrove; bisogna che le superfici interne ai locali siano di colore chiaro

Superficie	Riflettanza %
Soffitto	80 - 90
Muri	40 - 60
Piani di lavoro, attrezzature	25 - 45
Pavimenti	minimo 20

Valori raccomandati di riflettanza delle superfici interne dei fabbricati aziendali.

La riflessione della luce data da una superficie dipende dal colore e dall'opacità. Le superfici chiare e lucide riflettono la luce più delle superfici scure e opache. Una superficie lucida può diventare opaca per effetto del deposito della

polvere, e una superficie chiara, se sporca, perde progressivamente la capacità di riflettere la luce. Nell'ambito delle superfici chiare quelle bianche riflettono la luce molto di più di quelle colorate (esempio: giallo chiaro) perché riflettono tutte le bande di colore (tutte le lunghezze d'onda di cui è composta la radiazione luminosa). Le superfici colorate assorbono invece la luce della banda del loro colore e quindi riflettono meno luce di quelle bianche.

Si analizzerà ora più nel dettaglio il fattore di perdita luce cercando soluzioni per ridurlo al minimo. Posto che le lampadine nuove emettono più luce di quelle vecchie, esiste anche una differenza in termini percentuali tra le perdite riscontrabili con diversi tipi di lampada:
Le lampade fluorescenti col tempo perdono meno di quelle a tubo; mentre nei nuovi sistemi a LED queste perdite si sono praticamente azzerate.

4.2.1 Soluzioni per l'impianto di illuminazione

Il risparmio energetico nell'illuminazione dei locali e delle aree esterne di competenza dell'azienda si può realizzare attraverso l'applicazione delle misure seguenti:
• sostituzione dei tipi di lampade;
• modifica degli orari di utilizzo;
• applicazione di sensori.

4.2.2 Sensori crepuscolari e temporizzatori

Le ultime due soluzioni già sono state adottate dall'azienda che ha provveduto a inserire un interruttore crepuscolare in grado di accendere in automatico le luci artificiali solo una volta che la luce solare diventa insufficiente.
Tale dispositivo è a sua volta comandato da un temporizzatore che ne permette il funzionamento solo nelle ore serali, mentre durante la notte sono attive le sole luci di servizio.
Spesso i risparmi possono essere attuati davvero con semplici accorgimenti. Anche l'allevatore ha infatti ammesso di scordarsi spesso di spegnere le luci, che quindi, funzionando tutta notte, non solo portavano a costi inutili, ma innervosivano anche gli animali, alterando il loro ciclo metabolico e quindi la produzione di latte.

4.2.3 SOSTITUZIONE IMPIANTO ATTUALE CON LAMPADE LED

Lampade fluorescenti

Le lampade fluorescenti sono i comuni "tubi al neon", la qualità della cui luce varia con il tipo di polveri di cui sono fatte. L'efficienza luminosa è pari a 90 (90 lumen ottenuti per ogni watt consumato), la durata è di circa 19.000 ore. La qualità della luce è generalmente più bassa rispetto alle lampade a incandescenza normali.

Soprattutto ai fini domestici sono state messe in commercio lampade a fluorescenza con tonalità di luce più calda, che rendono la qualità della luce simile a quella prodotta da lampade ad incandescenza.

Bisogna però rimarcare che le lampade a fluorescenza non sono indicate per usi dove sia previsto un gran numero di accensioni (più di 10 al giorno). Accendere molte volte queste lampade ne pregiudica infatti la durata.

L'attuale illuminazione è al neon ed è presente nella stalla con 10 linee, ciascuna delle quali formata da 10 plafoniere contenenti due neon da 60W, più altre 10 plafoniere sparse all'interno dell'azienda (locale mungitura e aree di servizio) sempre contenenti 2 neon da 60W.

Per un totale di 6 kW installati.

La lampada crea un flusso luminoso di circa 3800 lumen (7600 lm a plafoniera) per un flusso totale di 380000 lm. La loro durata è stimata intorno alle 19000 ore, l'impianto è fornito di temporizzatore (4.30am/21pm) che attiva un interruttore crepuscolare in grado di far funzionare le lampade solo quando necessario.

Calcolando circa 4.3 ore medie di funzionamento giornaliere la durata delle lampade è stimata in circa 10anni.

Si è quindi calcolato il costo di manutenzione annua (che prevede l'intera sostituzione di lampade e plafoniere in 10 anni) e il costo della manutenzione, più alta rispetto alle soluzione led data la breve vita dell'impianto e quindi la maggior possibilità di guasti.

Plafoniera attualmente situata nella stalla.

Lampade a led

L'ultima generazione è quella delle lampadine a LED, alcune caratteristiche che rendono questo sistema di illuminazione nettamente vantaggioso rispetto a quelli descritti precedentemente sono:

- Primo fra tutti la durata di vita delle lampada, ad una temperatura di giunzione di 60 gradi, sono garantite per funzionare fino a 100.000 ore.
- Minor attrazione di animali e insetti notturni in quanto prive di raggi UV.
- Minor decadimento dell'intensità luminosa nel tempo (Il decadimento luminoso è di circa l'1 percento in dieci anni di funzionamento).
- Consumo energetico minore a parità di flusso luminoso prodotto
- Studi ancora in corso sembrano dimostrare che le luci Led, funzionando in corrente continua e non intermittente (50Hz) come gli altri corpi illuminanti, porterebbero un maggior benessere all'animale.
- Accensione istantanea
- Non producendo calore diminuiscono i rischi di incendi e guasti.

Partendo dalla produzione, i LED hanno un basso impatto ambientale, sia nell'assemblaggio che nello smaltimento non contenendo piombo o mercurio (a differenza delle lampade a scarica); ad un primo paragone lumen/watt la convenienza del led è doppia rispetto all'illuminazione al neon.

La durata dei prodotti a LED è piuttosto variabile tra le diverse tipologie di prodotto e comunque in linea di massima stimabile fino a 100.000 ore per i prodotti di fascia più alta. Questo rappresenta sicuramente una caratteristica molto interessante di questa nuova tecnologia, infatti se solo paragoniamo la loro durata a quella di lampade realizzate con le vecchie tecnologie (es. fluorescenza) che garantivano una durata non superiore alle 5.000 ore, comportano una drastica di munizione dell'incidenza delle spese di manutenzione negli anni.

Esistono ormai varie tipologie di lampade, in modo da poter andare incontro alle diverse necessità di applicazione, si parte dal semplice punto luce costituito da un LED singolo, per poi passare ai faretti composti da numerosi LED aggregati, ai fari industriali (centinaia di LED) per concludere con i tubi a led.

Tra le differenti attualmente in commercio sono state esaminate tre possibilità, differenti per materiali costo durata e tipologia.

Illuminazione led (tubolari Philips)

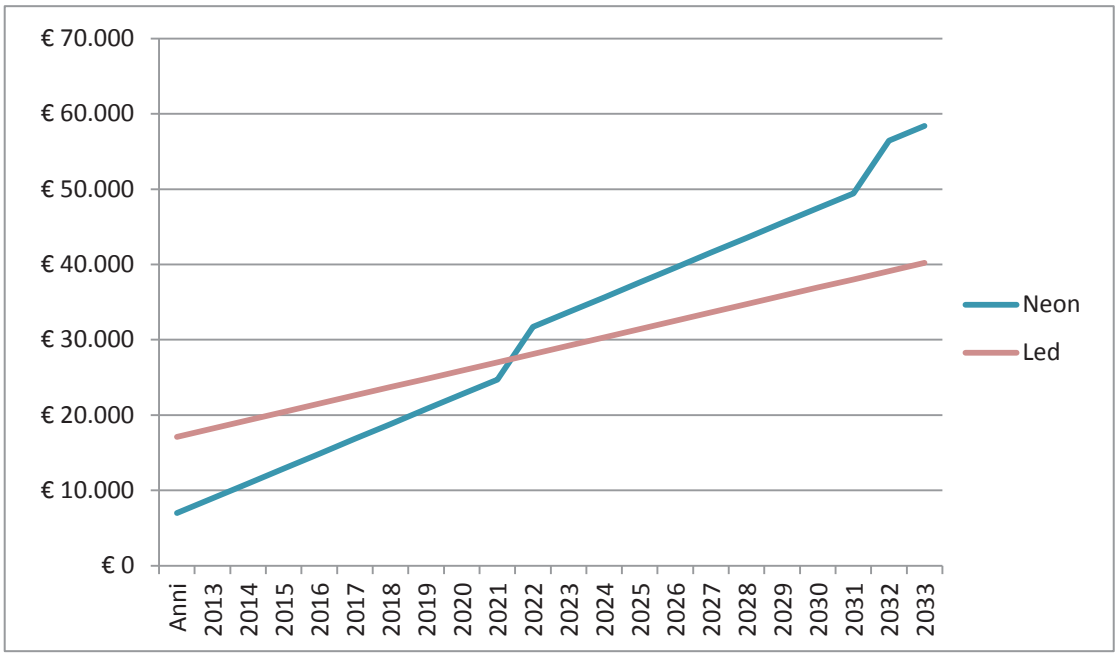
Le lampade a led tubolari scelte sono il nuovo modello GA210 da 150 cm della PHILIPS da 34w.
Tali lampade ricordano la classica forma del neon ma all'interno contengono luci led.
Di facile installazione, sono dotati di classici attacchi G13, e possono sostituire i vecchi neon sulle classiche plafoniere, alimentate a tensione di rete semplicemente eliminando lo starter.

Si è comunque deciso di cambiare anche le plafoniere utilizzando un modello appositamente studiato per funzionare con lampade tubolari a led (2x34w), con corpo e diffusore in policarbonato e avente indice di protezione IP66 (Completamente protetto da penetrazione di polvere e acqua)
La scelta (a dire il vero un po' azzardata) è stata quella di considerare la vita utile della plafoniera uguale a quella delle lampade led, garantite per 40000 ore (circa 20 anni con utilizzo medio di 4.3 ore al di')
Il flusso luminoso prodotto è leggermente inferiore rispetto alle luci al neon (1600 lm) ma con un consumo considerevolmente minore.

Il grafico ottenuto confronta le lampade led tubolari con le attuali lampade al neon.
L'andamento della linea del neon è data dal costo dell'impianto, da rifarsi ogni 10 anni, più il costo di manutenzione annuo (100€) e il consumo energetico annuale di tali lampade (1872€).
L'andamento del led è invece dovuto al costo dell'impianto, considerato una sola volta avendo vita utile di 21 anni, il consumo annuo (1061€) e il costo della manutenzione (40€)

				Costo annuale di sostituzione			Risparmio annuo	
Tipo	Investimento	Consumo Annuo (kwh)	Consumo Annuo	)urata (anni	Materiale	Manodopera	Elettrico	Tot risparmio annuo
Luci al neon	€ 5.000,00	10402,5	€ 1.872,45	10	€ 512,28	€ 100,00		
Luci led (tubolari)	€ 16.000,00	5894,75	€ 1.061,06	21	€ 778,67	€ 40,00	€ 811,40	€ 585,01

Tale soluzione pare vantaggiosa anche se il guadagno effettivo rispetto alla soluzione attualmente adottata si ha dopo circa 8 anni.
Approssimativamente il guadagno complessivo (differenza tra linea blu e rossa nell'ultimo anno) e stimato in circa 18000€, guadagno maggiore che qualsiasi altra soluzione successivamente considerata.
In più dispone di tutti i vantaggi sopra citati caratteristici delle lampade a Led.



Illuminazione LED (Apollo Skyled)

Le lampade della serie apollo nascono come soluzione per l'industria, ma avendo un ottimo indice di protezione IP65 (completamente protetta da polvere e protetta da penetrazione di getti d'acqua) sono state considerate anche per l'uso zootecnico.

Le lampade hanno la possibilità di installare dimmer di potenza in grado di regolare perfettamente, tramite un sensore di luce ambientale, il flusso luminoso ottimale e quindi di ridurre sensibilmente i costi energetici.
Il loro consumo rapportato al flusso luminoso prodotto è ottimo, e i costi di manutenzione sono bassissimi avendo un eccellente durata di vita.
La lampada scelta è stata l'apollo 90, la più potente di tutta la serie, ogni una di queste lampade andrà a sostituire una plafoniera, avente i seguenti dati tecnici:

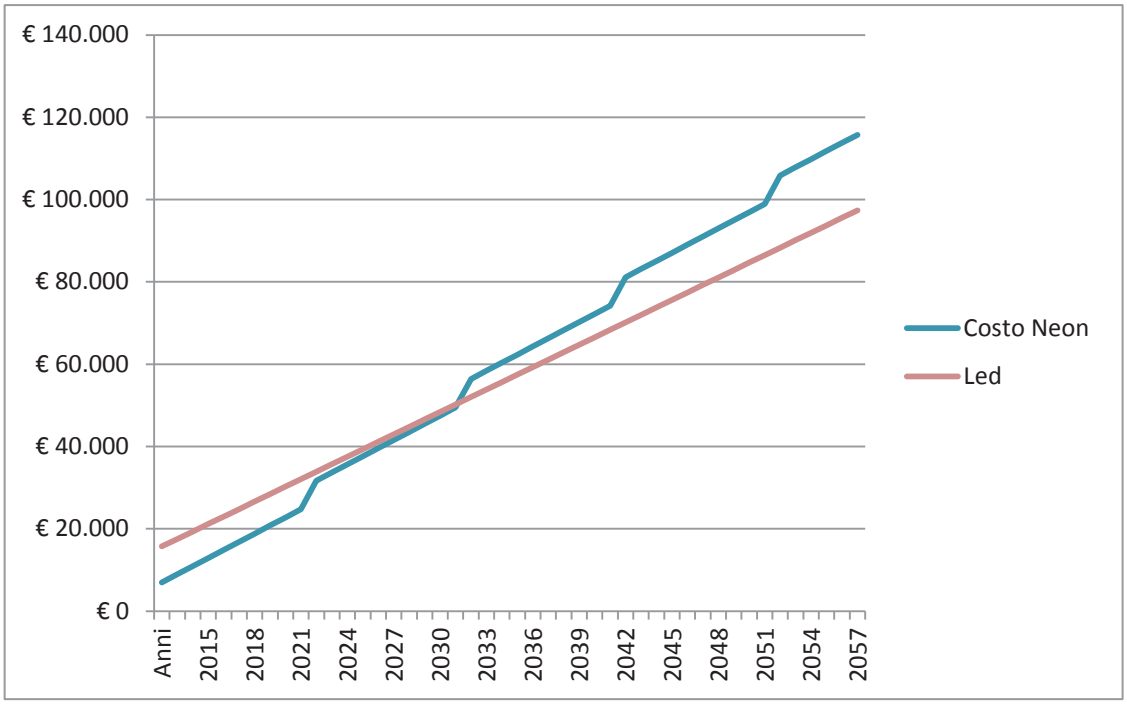
Lampada Apollo SkyLed

Il flusso luminoso prodotto è quindi superiore alle lampade neon attualmente installate (+800 lm) con un consumo minore di 5W per lampada.

Il costo della lampada è purtroppo approssimativo, ed è stimato in circa 350 euro a lampada.

E' stato quindi ricavato il grafico che confronta la lampada apollo 90 con l'attuale neon rapportando il consumo energetico e la manutenzione (per la sola eventuale pulizia) alla durata.

					Costo annuale di sostituzione		Risparmio annuo	
Tipo	Investimento	Consumo Annuo (kwh)	Consumo Annuo	Durata (anni	Materiale	Manodopera	Elettrico	Tot risparmio annuo
Luci al neon	€ 5.000,00	10402,5	€ 1.872,45	10	€ 512,28	€ 100,00		
Luci LED (apollo)	€ 17.500,00	9969,0625	€ 1.794,43	51	€ 340,67	€ 2,00	€ 78,02	€ 329,63



Tale soluzione risulta vantaggiosa rispetto al classico neon dopo circa 17 anni e pur avendo un risparmio annuo inferiore rispetto alla prima proposta (led tubolare) la durata maggiore rende molto simile il risparmio.

In 51 anni il risparmio di tali lampade è stimato intorno ai 18.358 euro.

Tra le due proposte fin ora esaminate (tubolari led e lampade apollo) risulta quindi più vantaggiosa la prima soluzione.

Illuminazione LED (LCS54 led economy)

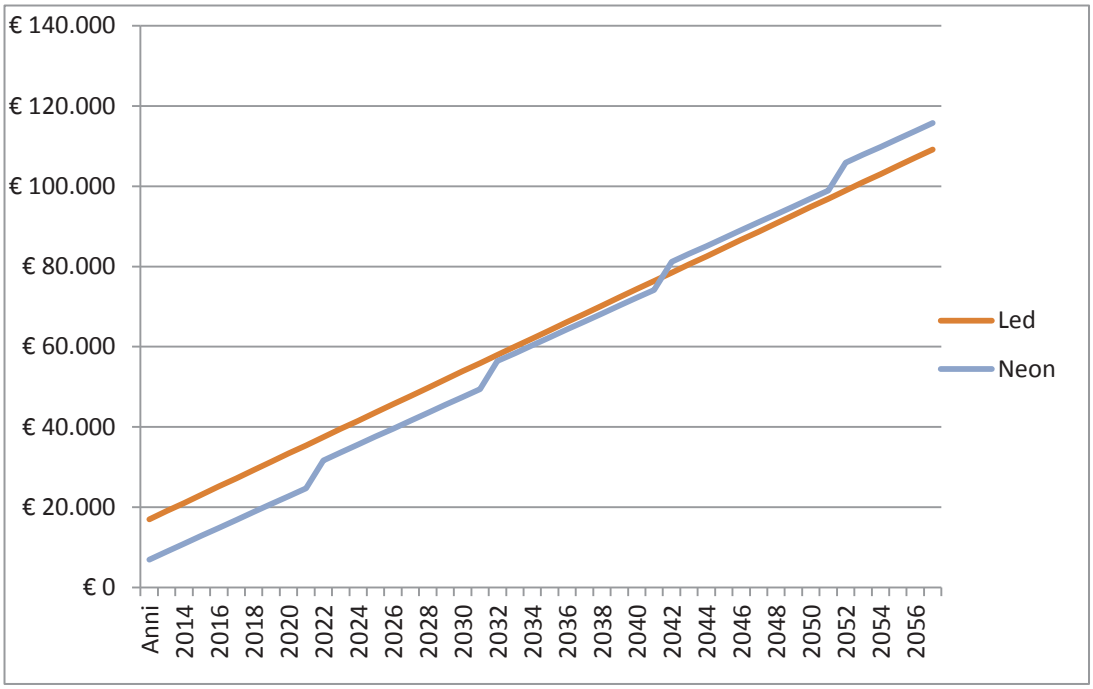
Le lampade lcs54 della led economy sono in grado di generare 130 W e un flusso luminoso di 7250 lumen, quindi molto simile al flusso luminoso delle già installate lampade al neon.
Particolare pregio di tale lampada è l'ottima resistenza all'ammoniaca, tutte le parti in ferro sono verniciate e quelle in alluminio anodizzate, sono adatte ad ambienti polverosi e lavabili con spruzzi d'acqua, in quanto sono state appositamente studiate per l'utilizzo in ambito zootecnico.

Le lampade sono in grado di regolare il flusso luminoso tramite dimmer di potenza (opzionale) e sono dotate di serie di luce notturna rossa da 20w.
Sono insensibili alla temperatura ambientale con ottima funzionalità a tutti i climi.
Il grado di protezione è molto elevato IP66 e in più dispongono di tutti i vantaggi sopra citati, caratteristici della tecnologia a led.
Per contro il loro consumo energetico è abbastanza rilevante cosi come il costo, (circa 390€ a lampada)

Anche per questa tipologia di lampade è stato calcolato il consumo annuo e la durata di vita della lampada, che per un utilizzo di 4.3 ore medie al giorno risulta di essere di 51 anni con un costo di manodopera annuale decisamente minore dedicato quasi esclusivamente all'eventuale lavaggio.

Il grafico confronta le lampade lcs54 (led) con le attuali lampade al neon.
L'andamento della linea del neon è data dal costo dell'impianto, da rifarsi ogni 10 anni, più il costo di manutenzione annuo (100€) e il consumo energetico annuale di tali lampade (1872€)
L'andamento del led è invece dovuto al costo dell'impianto, considerato una sola volta avendo vita utile di 51 anni, il consumo annuo (2028€) e il costo della manutenzione (20€)

				Costo annuale di sostituzione			Risparmio annuo	
Tipo	Investimento	Consumo Annuo (kwh)	Consumo Annuo	Durata (anni)	Materiale	Manutenzione	Elettrico	Tot risparmio annuo
Luci al neon	€ 3.100,00	10402,5	€ 1.872,45	10	€ 317,61	€ 100,00		
Luci LED (LCS 54)	€ 19.700,00	11269,375	€ 2.028,49	51	€ 383,49	€ 20,00	-€ 156,04	-€ 141,92



Dal grafico ottenuto si evince che la convenienza puramente economica di tali lampade è minima (50 €anno) e il vantaggio economico si avrà solo dal 2042.
Per tale motivo l'utilizzo di questo tipo di lampada è stato scartato, pur essendo un prodotto ottimo dal punto di vista costruttivo e della durabilità.

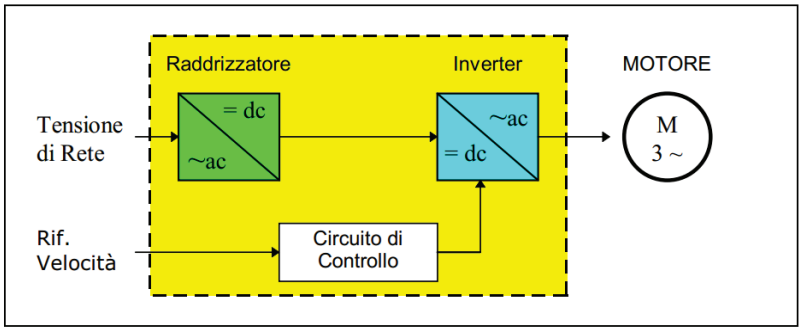
Conclusioni

Delle tre proposte la soluzione più efficiente dal punto di vista economico è sicuramente il led tubolare della Philips, va comunque considerato che il prezzo dei led, essendo una tecnologia relativamente nuova, è costantemente in ribasso ed è quindi opportuno tener conto che la realizzazione di tali impianti in futuro sarà sempre più conveniente.

L'unica possibile pecca della lampada scelta è il flusso luminoso leggermente minore di quello attuale, ma, se necessario, il problema è risolvibile inserendo semplicemente qualche plafoniera in più.

4.3 *Gli inverter e i motori ad alto rendimento*

L'inverter è un dispositivo in grado di convertire la corrente alternata a continua e viceversa.
Tale dispositivo è essenziale in diversi ambiti: Negli impianti fotovoltaici, nei gruppi di continuità e soprattutto associati ai motori elettrici.
Nei motori asincroni, e a maggiore ragione nei motori sincroni, la velocità di rotazione è direttamente legata alla frequenza della tensione di alimentazione.
Essa è costante e proviene direttamente dalla rete elettrica.
Se quindi si ha la necessità di regolare la velocità di un motore, prima della venuta degli inverter, l'unica soluzione era quella di applicare un freno al motore.
Ci si rende conto immediatamente che ciò comporta un consumo energetico inutile, sarebbe come far rallentare un'automobile agendo sui freni anzi che lasciare l'acceleratore!
Ovunque sia necessario quindi variare la velocità di un motore vengono utilizzati gli inverter.
In questi sistemi la tensione in entrata viene dapprima convertita in corrente continua da un raddrizzatore e livellata da condensatori, quindi applicata alla sezione di inversione che la ritrasforma in corrente alternata.



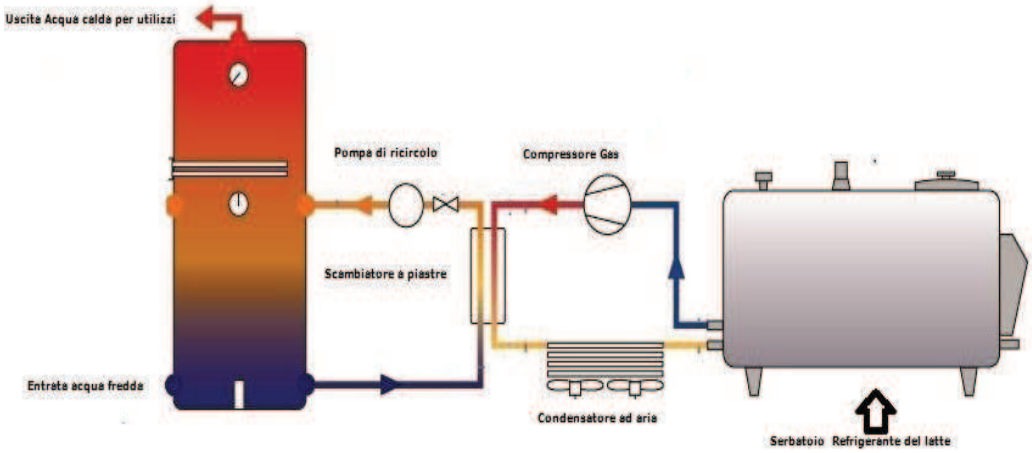
Lo scopo di questa doppia operazione è unicamente quello di variare la frequenza a piacere entro un intervallo prestabilito e non è necessaria la presenza di un trasformatore, poiché non è necessario variare il valore della tensione in uscita che rimane uguale a quella in ingresso.
La frequenza di uscita è determinata da un circuito di controllo.
Con l'utilizzo degli inverter è quindi possibile regolare la velocità dei motori elettrici a nostro piacere semplicemente variando la frequenza.

La regolazione dei motori elettrici è di grande interesse per quanto riguarda il risparmio energetico in zootecnia, soprattutto nei comparti dove i motori sono maggiormente usati, in primis la ventilazione artificiale e i sistemi di pompaggio (pompe del vuoto, pompe per liquami).
Nei sistemi a portata variabile che fanno uso di pompe e ventilatori, l'inverter consente la migliore efficienza energetica, che si traduce in risparmi variabili fra il 20 e il 60%, a seconda dell'applicazione.
Per gli inverter si segnalano tempi di rientro dell'investimento variabili da 6 a 18 mesi, in base alla potenza in gioco, alle ore di funzionamento e al tipo di applicazione.
Nel nostro caso essi sono già presenti sui "nuovi" ventilatori a soffitto da 1 kW, che permettono di impostare l'elica su 4 differenti velocità, e sulle nuove pompe dell'impianto di mungitura.
Sarebbe consigliato il loro inserimento sulle altre 10 ventole assiali anche se datate.

Sempre a proposito di motori elettrici, è utile ricordare che oggi sono disponibili, per numerose applicazioni**, i motori ad alto rendimento** (o a limitata dissipazione).
In questi motori la percentuale di energia utilizzata per il lavoro utile (movimento meccanico) è maggiore rispetto ai motori tradizionali, perché una quota inferiore di energia viene dissipata sotto forma di calore.
Le differenze sostanziali risiedono nell'impiego di più materiale (barre di conduzione a maggiore sezione, più rame nello statore) e di materiale di migliore qualità (acciaio, cuscinetti, ventole ottimizzate); di fatto, questi motori consentono risparmi energetici nell'ordine del 10% rispetto a motori tradizionali, pur non richiedendo investimenti gravosi (tempi di rientro da 12 a 36 mesi).

4.4 *Scambiatore di calore*

Gli scambiatori di calore sono dei sistemi che utilizzano quest'energia termica per il riscaldamento dell'acqua necessaria nelle diverse operazioni di stalla.
L'impianto per il recupero del calore dal latte, che si è deciso di progettare, non è di tipo "classico".
Esso non recupera il calore direttamente dal latte, ma indirettamente dal liquido refrigerante dell'impianto frigorifero.
Ciò permette di evitare il passaggio del latte tra le piastre dello scambiatore e quindi meno stress per quest'ultimo, garantendo un minor danneggiamento delle micelle di caseina, che si traduce in una maggior resa in formaggio al momento della caseificazione.
Nei normali impianti frigoriferi il calore sottratto dal latte, unitamente a quello prodotto dal gruppo frigorifero per il lavoro di compressione del fluido frigorigeno, viene disperso nell'atmosfera attraverso il condensatore ad aria.
Per ogni litro di latte raffreddato da 35 a 4°C risultano disponibili circa 200 kJ di energia termica.
Il recuperatore di calore non cambia il funzionamento del ciclo di refrigerazione, ma cambia semplicemente il tipo o la combinazione dei condensatori utilizzati per smaltire il calore dal fluido refrigerante.
La soluzione adottata prevede la sostituzione del comune condensatore ad aria con uno ad acqua: in questo modo è possibile trasferire tutto il calore dal fluido refrigerante all'acqua.
Per evitare che l'innalzamento continuo della temperatura all'interno del recuperatore riduca l'efficienza del sistema e sovraccarichi il compressore, è necessario che l'acqua calda venga prelevata continuamente.
La soluzione impiantistica più frequentemente utilizzata prevede l'inserimento del recuperatore tra il compressore ed il condensatore ad aria, in pratica il fluido refrigerante viene prima raffreddato dall'acqua del recuperatore per poi passare al condensatore ad aria che ne rimuove il calore residuo; ciò migliora le prestazioni del ciclo frigorifero e permette nello stesso tempo una piccola riduzione dei consumi elettrici del frigorifero.



Principio di funzionamento dello scambiatore

Il serbatoio dell'acqua, che può essere integrato con lo scambiatore oppure esserne separato, ha capacità variabili da 100 a 500 litri e deve essere rivestito di materiale coibente per limitare le perdite radiative di energia.
La temperatura finale dell'acqua in uscita dal recuperatore varia fra 40 e 60°C; ciò significa che per le operazioni di lavaggio (che costituiscono la principale utenza elettrica aziendale) sarà necessario prevederne l'ulteriore riscaldamento con una resistenza elettrica ausiliaria, mentre potrà essere impiegata tal quale o miscelata per l'abbeverata degli animali o il lavaggio della mammella.
In media, il risparmio totale di energia elettrica conseguibile con un sistema per il recupero di calore, può raggiungere il 40% dei fabbisogni; la quota maggiore, pari al 91-95% è imputabile al risparmio per il riscaldamento dell'acqua, e solo una piccola parte è dovuta ad una riduzione dei consumi da parte del compressore del gruppo frigorifero.

Stima dell'energia recuperabile

La quantità di calore teoricamente recuperabile da un litro di latte è data dalla somma del calore sottratto al latte (Ql) e di quello prodotto dal lavoro di compressione (Qc).

$$Ql = csl\, x\, (tlf - tli)$$

dove: csl = calore specifico del latte , pari a 3,9 kJ/kg °C
tlf = temperatura finale del latte, 4 °C
tli = temperatura iniziale del latte, 35 °C.

Per ogni litro di latte refrigerato da 35 a 4°C si possono recuperare

$$Ql = 3{,}9\, x\, 31 = 121\, kJ/l$$

Considerando che la spesa di energia elettrica relativa alla refrigerazione si può stimare mediamente in 20 Wh/l di latte, cioè 72 kJ/l, e che circa il 13-15% del calore viene disperso in fase di compressione, la quantità di energia teoricamente recuperabile dal lavoro del compressore sarà pari a:

$$Qc = 72\, x\, 0{,}85 = 61{,}2\, kJ/l$$

L'energia totale disponibile sarà quindi:

$$QT = (Ql + Qc)\, x\, \eta$$

Dove η rappresenta il rendimento del sistema di recupero, che tiene conto delle dispersioni di energia durante le diverse fasi del processo di trasferimento del calore, il valore di η varia in funzione dell'efficienza del sistema, aggirandosi in media intorno ad un valore di 0,4-0,5.

Si può quindi stimare l'energia realmente utilizzabile, per ogni litro di latte refrigerato, per il riscaldamento dell'acqua:

$$QT = (121 + 61{,}2)\, x\, 0{,}45 = 82\, kJ/l$$

Per un dato valore di QT, il volume di acqua riscaldabile (Va) è dato dalla relazione:

$$Va = \frac{QT}{csa\ x\ (t2 - t1)} = (l)$$

dove: csa = calore specifico dell'acqua, pari a 4,186 kJ/l (1 kcal/l)
t2 = temperatura finale dell'acqua (°C)
t1 = temperatura iniziale dell'acqua (°C)

Se vogliamo dell'acqua a temperatura elevata dovremo accontentarci di una quantità inferiore e viceversa.
Possiamo stimare la temperatura dell'acqua a 10°C, mentre la quantità di latte da refrigerare è di circa 2500 l di latte.
Avremo quindi a disposizione 205.000 kJ di energia, sufficienti a riscaldare un volume d'acqua pari a:

$$Va = \frac{205.000}{4{,}186\ x\ (50 - 10)} = 1200\ litri\ di\ acqua\ a\ 50°C$$

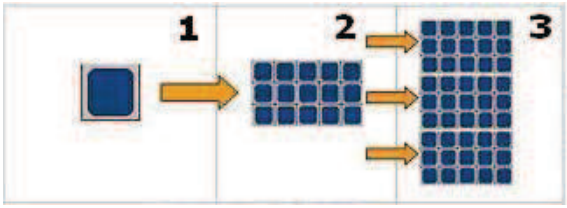
$$Va = \frac{205.000}{4{,}186\ x\ (70 - 10)} = 800\ litri\ di\ acqua\ a\ 70\ °C$$

La quantità di acqua calda stimata per il lavaggio dell'impianto di mungitura è di circa 600 litri a 75 gradi, mentre per il lavaggio di mammelle, attrezzatura e eventualmente abbeverata possiamo stimarne altri 200 litri ma a temperature decisamente inferiori.
L'adozione di questo sistema per il recupero di calore permette quindi di ridurre drasticamente i costi per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria andando a implementare se non addirittura sostituire l'attuale riscaldamento a gpl, eventualmente rimpiazzato da un sistema di accumulo che preveda resistenze elettriche in grado di mantenere l'acqua a temperatura costante.

5 L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il principio di funzionamento di un impianto fotovoltaico è detto "**effetto fotovoltaico**".

L'effetto fotovoltaico si manifesta nel momento in cui una radiazione elettromagnetica, come un raggio fotonico o solare, colpisce un particolare materiale semiconduttore opportunamente trattato, nella maggior parte dei casi silicio, ed innesca un movimento di elettroni generando una corrente elettrica e quindi una differenza di potenziale.



Singole celle fotovoltaiche (1) connesse in serie formano un modulo fotovoltaico (2). Più moduli assemblati realizzano un impianto fotovoltaico (3).

Più nel dettaglio, in una cella fotovoltaica, i fotoni della luce solare incidente spezzano i legami degli elettroni del semiconduttore, consentendo così agli elettroni di muoversi liberamente nel semiconduttore.

Le posizioni lasciate libere dagli elettroni agiscono come cariche positive e prendono il nome di "lacune".

Le celle fotovoltaiche consistono generalmente in due regioni sottili, una sopra all'altra, ognuna dotata di impurità aggiunte appositamente chiamate droganti.

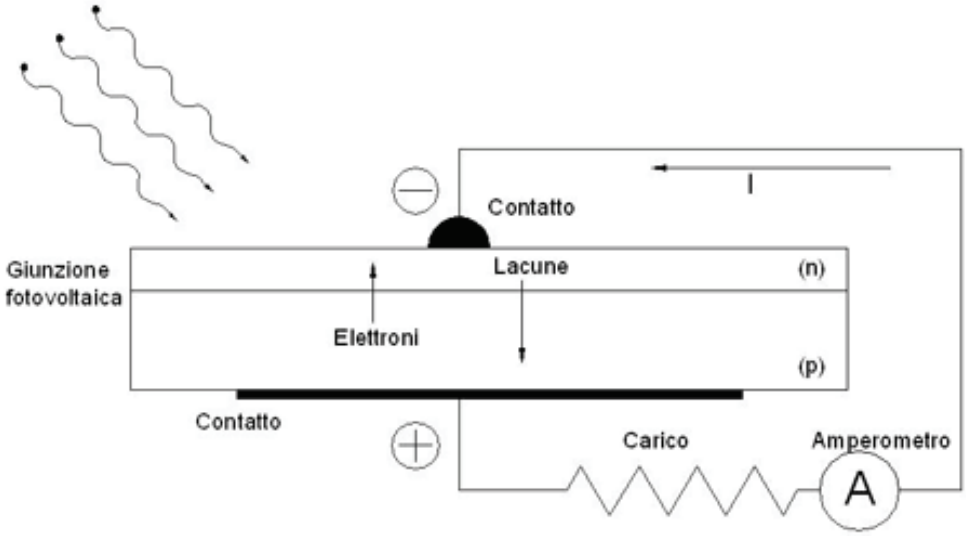
Il risultato è che una regione di "tipo n", avrà un eccesso di elettroni (negativi), mentre l'altra di "tipo p", avrà un'eccesso di lacune positive.

Questa struttura a 2 regioni, chiamata giunzione p-n, produce un campo elettrico interno.

Quando i fotoni creano elettroni liberi e lacune in prossimità della giunzione p-n, il campo elettrico interno li fa muovere in direzioni opposte; gli elettroni si muovono verso il lato n e le lacune si muovono verso il lato p.

Viene quindi generata una tensione (o forza elettromotrice, f.e.m.) fra le regioni p ed n, con il lato p positivo ed il lato n negativo.

Se tramite due fili si collegano il lato p ed il lato n ad un "carico", per esempio una lampadina, vi è una tensione ai capi del carico e una corrente elettrica scorre all'interno della lampadina.



L'effetto fotovoltaico

5.1 *Il modulo fotovoltaico*

Attualmente sul mercato, sono disponibili diverse tipologie di pannelli fotovoltaici, ma tutte sono basate sul principio di funzionamento descritto in precedenza.

A variare enormemente le caratteristiche del pannello sono i semiconduttori di silicio utilizzati che possono essere di silicio monocristallino, policristallino o amorfo.

Monocristallino:

Una cella di un modulo al silicio monocristallino è costituita da un singolo cristallo di silicio, il che garantisce una massima conducibilità dovuta al perfetto allineamento degli atomi di silicio allo stato puro ed è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea.

Il rendimento dei moduli al silicio monocristallino si aggira attorno al 14% – 16% e le celle fotovoltaiche sono di colore blu scuro a forma ottagonale.

Policristallino:

Nel silicio policristallino il wafer non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati; si ottiene riciclando componenti elettronici scartati, ossia il cosiddetto "scraps di silicio" il quale viene rifuso per ottenere una composizione cristallina compatta.

Le celle di un modulo policristallino o multi cristallino sono costituite da un insieme di più cristalli di silicio; il rendimento di un modulo policristallino si aggira intorno all' 12% – 14% e le celle sono di colore blu intenso di forma quadrata.

Amorfo :

Nel caso del silicio amorfo è improprio parlare di celle fotovoltaiche, il silicio infatti viene deposto uniformemente e in piccolissime quantità su superfici plastiche o vetrate, formando un unico film sottile dello spessore di qualche millesimo di millimetro.

I pannelli in silicio amorfo hanno una colorazione omogenea, di solito nera, e hanno particolari doti di flessibilità e leggerezza.

I moduli in silicio amorfo presentano bassi rendimenti elettrici, con valori compresi tra il 6 e il 10%

Nel nostro caso sono stati utilizzati 772 moduli in **silicio amorfo** della HelioSphera HS-125.

Il numero di moduli è determinato in base alle esigente di potenza elettrica e verrà calcolato durante la fase di dimensionamento dell'impianto illustrata più avanti.

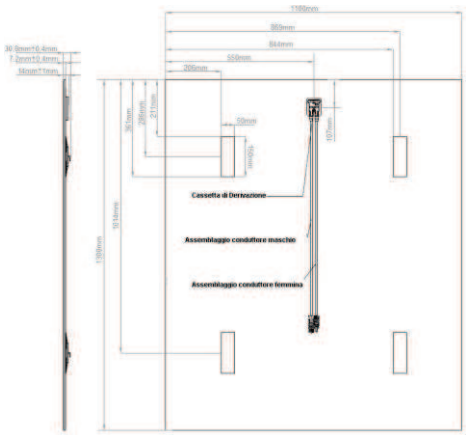
Il parametro più importante in un modulo fotovoltaico è **la potenza istantanea (o nominale) di picco** (kWp), ovvero la potenza in grado di generare un solo modulo in condizioni standard di irraggiamento, 1.000 W/m² a una temperatura di 25 °C.
I moduli da noi scelti hanno una potenza istantanea di picco di 125 Wp e un rendimento dell'8.75%
Dopo alcuni mesi dall'installazione, i moduli subiscono un brusco calo di efficienza, pari circa al 20%.
Per il restante periodo di vita utile del modulo, il rendimento si mantiene intorno all'80% o poco meno, della potenza nominale.
Si stima che dopo 25 anni di vita, un modulo in silicio amorfo renda il 75% della potenza iniziale.
Quando la radiazione solare incidente sui pannelli non è ottimale (nuvolosità, ombreggiature, ecc.), il silicio amorfo assicura una migliore resa energetica rispetto al silicio cristallino.
E' chiaro quindi che il silicio amorfo può essere un'ottima soluzione per quelle zone in cui la forza della radiazione solare è attenuata da caratteristiche climatiche sfavorevoli, come ad esempio in pianura padana.
Al contrario, in zone particolarmente assolate come l'Italia centro-meridionale, la tecnologia fotovoltaica esprime i massimi rendimenti con i pannelli mono e poli cristallini.

La lunghezza del singolo modulo è di 1.3 m e larghezza di 1.1 m con una superfice per modulo occupata di 1,43 mq.
E' facile quindi ricavare la superficie occupata dai moduli del nostro impianto:

$$Superfice\ totale = N°\ moduli\ x\ superfice\ modulo$$

$$Superfice\ totale = 772\ x\ 143\ mq = 1104\ mq$$

Se lo spazio a nostra disposizione fosse limitato è facile pensare di optare per pannelli con un rendimento maggiore (poli e monocristallino), ma avendo a disposizione parecchi metri di copertura tale pannello risulta essere la scelta ottimale.



Modulo HelioSphera HS-125, vista frontale e posteriore

5.2 *Gli inverter*

Il pannello fotovoltaico è in grado di produrre corrente continua ma, la quasi totalità delle utenze, funziona in corrente alternata a una tensione di 220 o 380 volt e una frequenza di 50 Hz.
Per tale motivo l'inverter, in grado di convertire la corrente continua in una corrente alternata, è fondamentale.
Gli inverter installati nel nostro impianto sono prodotti dalla Ingecon, e sono tutti della serie Sun Smart in grado di gestire potenze dai 12 ai 25 kW in base al numero di moduli ad essi collegati.

Hanno un elevato grado di protezione anche se devono essere installati in luoghi non esposti e freschi dato che il loro rendimento cala notevolmente con l'aumentare delle temperature.

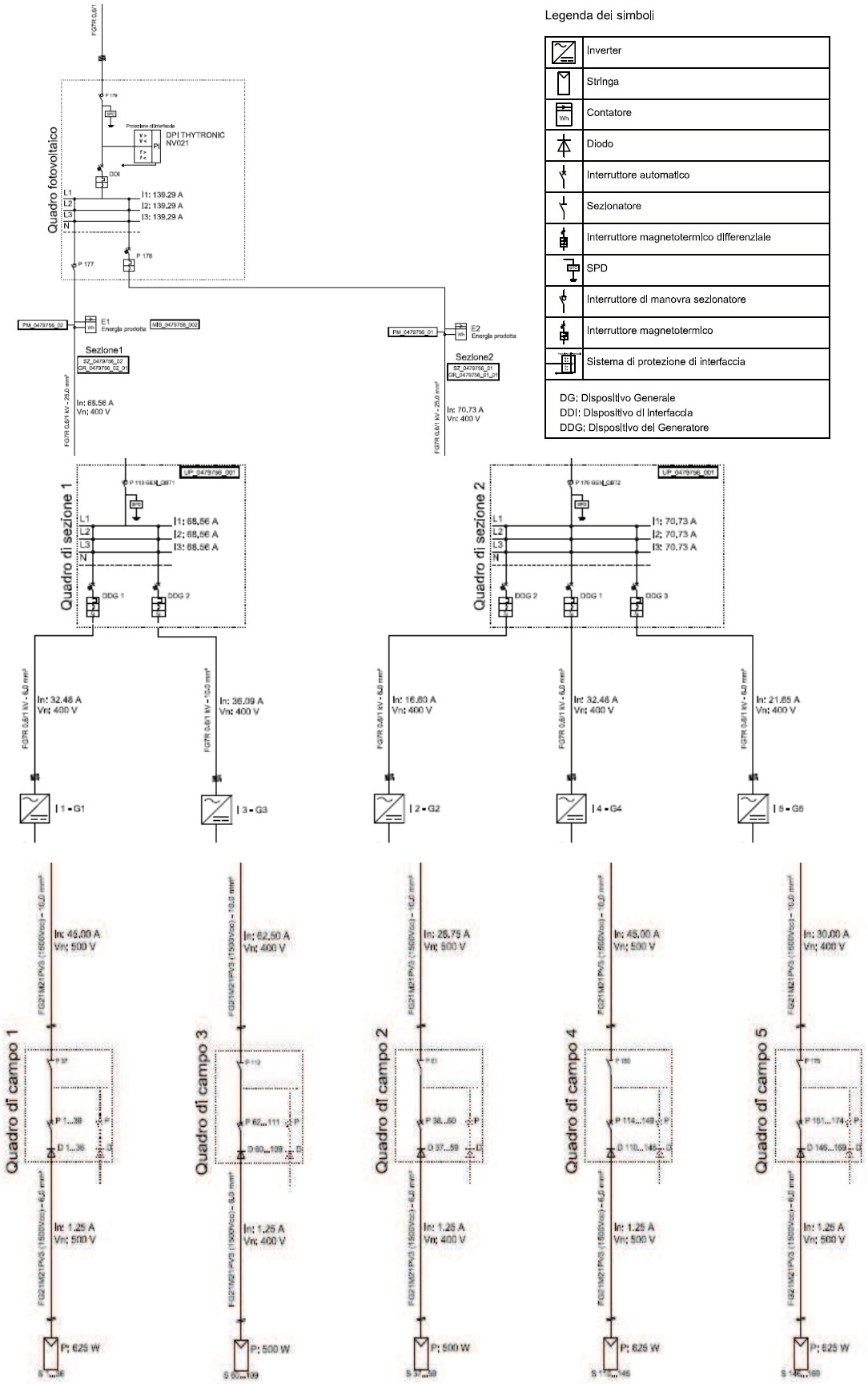
Dispongono di un sistema di inseguimento del massimo punto di potenza (MPPT) per garantire un ottimale estrazione di energia dal campo fotovoltaico anche se questo fosse soggetto a ombreggiamento.

La loro vita utile è stimata in 20 anni.
Gli inverter sono sottoposti a severa normativa da parte dell'Enel, tale normativa prevede una serie di misure di sicurezza in grado di evitare l'immissione di energia nella rete elettrica qualora i parametri di questa siano fuori dai limiti di accettabilità, cosi da non danneggiare l'intera rete di distribuzione.

5.3 *Interruttori sezionatori e cavi*

L'impianto deve essere realizzato secondo la normativa vigente che assicura un certo grado di protezione.
Tali dispositivi sono necessari anche in caso di manutenzione dell'impianto, e sono per legge:
-Sezionatori, disposti sulle linee dei moduli, sono organi elettromeccanici di manovra in grado di aprire un circuito o una linea, con corrente trascurabile, in modo fisico e visibilmente evidente.
-Interruttori magnetotermici differenziali, disposti a protezione dell'inverter, sono dispositivi di sicurezza in grado di interrompere il flusso di corrente elettrica in caso di cortocircuito o sovracorrente
-Protezione magnetotermica per contatore di lettura, simile al magnetotermico differenziale, ma protegge l'impianto in caso di guasto verso terra (dispersione elettrica).
-Cavi, di differenti tipologie, sezioni, e livelli di protezione, in base all'utilizzo che può essere nella parte in CC o CA

Schema unifilare dell'impianto fotovoltaico con relativi sistemi di protezione



In conclusione gli aspetti positivi che tuttora permettono la crescita e l'utilizzo della tecnologia fotovoltaica sono:

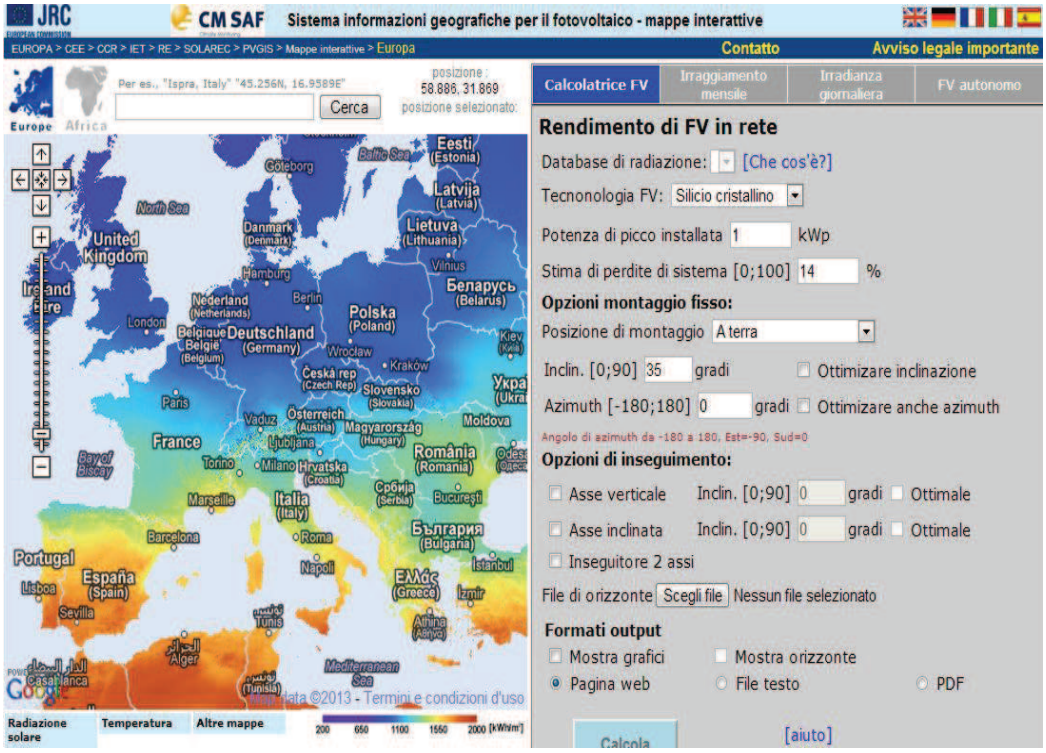
- Assenza di qualsiasi tipo d'emissione inquinante durante il funzionamento dell'impianto.
- Estrema affidabilità poiché, nella maggior parte di casi, non esistono parti in movimento
- Vita utile di un impianto di norma superiore a 25 anni
- Costi di esercizio e manutenzione attualmente molto ridotti.
- Basso costo dei componenti dato l'esponenziale sviluppo dell'offerta.
- Modularità del sistema (per aumentare la potenza basta aumentare il numero dei moduli)
- Relativa semplicità di installazione e manutenzione.
- Contributo statale della durata di 20 anni.

6 DIMESIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'ambito della progettazione, il dimensionamento dell'impianto deve essere fatto tenendo conto della potenza desiderata o necessaria a coprire un certo fabbisogno, la prima fase consiste quindi nel rilevamento dei consumi elettrici.
Una volta in ufficio si è passati alla seconda fase, che consiste nel rilevare le condizioni di insolazione del sito di installazione, strettamente dipendenti dalla latitudine, dall'esposizione, dall' inclinazione e superficie del tetto.
Nella terza fase si determinano le caratteristiche dei materiali e in particolare dei moduli che si è deciso di utilizzare.
Da tutti questi fattori si risale al numero di moduli e alla misura della superficie di panelli fotovoltaici necessaria a soddisfare le specifiche di impianto in termini di potenza richiesta.
In ultimo cercheremo di prevedere il costo e il tempo di ammortamento dell'impianto, non che le T.E.P (tonnellate equivalenti petrolio) risparmiate, e quindi il danno ambientale che l'impianto eviterà.

6.1 *Calcolo radiazione solare*

Il primo calcolo è stato quello della **radiazione solare**, ovvero la quantità di radiazione emessa dal Sole che raggiunge una data superficie in ogni unità di tempo. È espressa, come l'irradiazione media, misurata in watt al metro quadro (W/m^2).
Tale calcolo è stato possibile ricorrendo al Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) strumento messo a disposizione dall'unione europea in grado, indicando la posizione, l'inclinazione della falda e l'azimut, (ovvero l'orientamento della falda) di ricavare una stima abbastanza reale della radiazione solare annua in quel punto.



Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Esistono vari strumenti per effettuare misure dirette della radiazione solare al livello della superficie della terra.

Un tipo di strumento molto diffuso è il piranometro (o solarimetro).

Lo strumento misura tutta la radiazione che arriva dal sole o è riflessa dalle nuvole.

Se si dispone di tale strumento e si necessita di sapere quanta radiazione solare c'è in un certo posto, le misure fatte con questi strumenti possono dare i risultati migliori.

Il PVGIS però permette di evitare questo passaggio utilizzando i dati provenienti dai satellite meteorologici geostazionari, che effettuano fotografie della terra ad intervalli brevi (ogni 15 o 30 minuti).

Tuttavia ogni pixel nell'immagine rappresenta un rettangolo di alcuni chilometri, e perciò la stima sarà una media di tutta l'area del rettangolo fotografato, quindi non precisa come se utilizzassi un solarimetro nel luogo esatto che mi interessa valutare.

Il vantaggio enorme del PVGIS è in realtà un altro, ovvero quello di contenere non una sola lettura, ma le medie mensili, calcolate come somme delle radiazioni giornaliere, ottenute dalle letture dell'irraggiamento globale di 10 anni di rilevamenti (1981/1990)

Inserendo nel PVGIS i nostri dati Azimut (-96 gradi) e Tilt o inclinazione falda (19 gradi) otteniamo l'irradiazione media alle nostre coordinate:

	Sistema fisso: inclinazione=19 gradi, orientamento=-96 gradi			
Mese	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Gen	0.89	27.7	1.23	38.1
Feb	1.30	36.3	1.76	49.2
Mar	2.13	66.0	2.85	88.3
Apr	3.09	92.7	4.11	123
Mag	3.76	117	4.99	155
Giu	4.25	128	5.63	169
Lug	4.43	137	5.86	182
Ago	3.98	123	5.28	164
Set	2.78	83.3	3.70	111
Ott	1.76	54.5	2.37	73.4
Nov	0.98	29.3	1.34	40.1
Dic	0.70	21.7	0.97	30.0
Anno	2.51	76.3	3.35	102
Totale per l'anno		916		1220

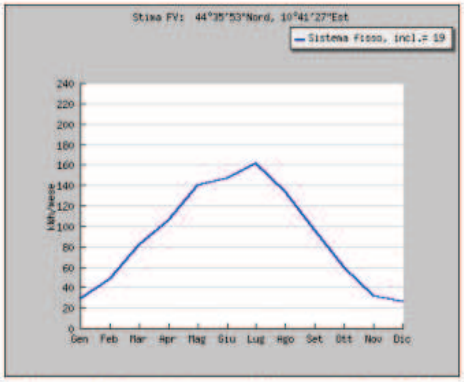
Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

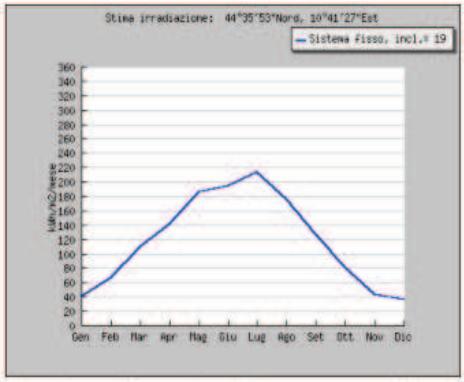
Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)

Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)

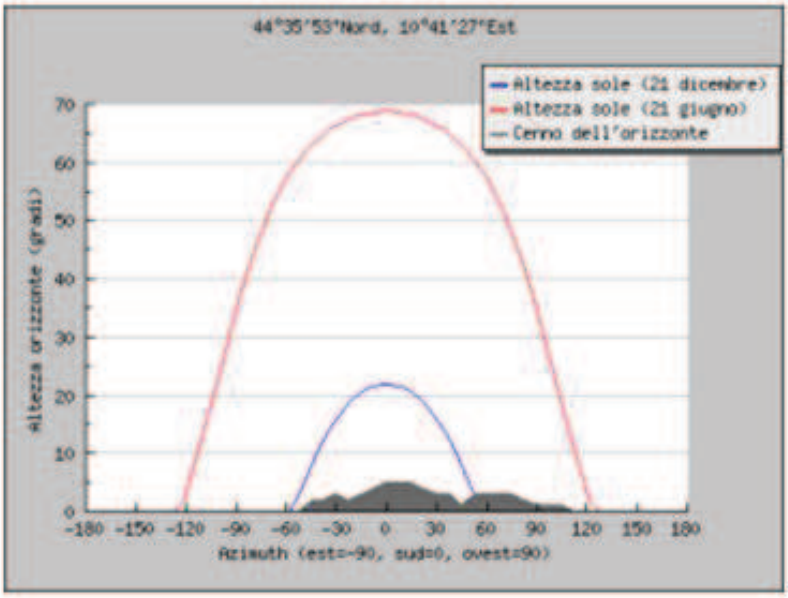
La media dell'irraggiamento al metro quadro (Hm) per la località l'inclinazione e l'azimut da noi scelto è di 1220 kWh/m² mentre la produzione elettrica media mensile restituita dal software è solo stimata, non conoscendo i componenti e quindi le perdite effettive del mio sistema.



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cenno dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizio invernale ed estivo

Interessante è il profilo dell'orizzonte che calcola e elabora nel terzo grafico automaticamente il software.
Naturalmente trovandoci in piena pianura padana l'ombreggiamento che potrebbe essere prodotto dalle montagne non esiste, ed infatti l'orizzonte è solo accennato.
Ma se ci fossimo trovati in qualche vallata alpina o appenninica avremmo dovuto sicuramente considerarlo in quanto avrebbe limitato l'efficienza del nostro impianto.
Nella generalità dei casi comunque il modulo fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud scartando la falda a nord e evitando fenomeni di ombreggiamento che anche piante o altre strutture potrebbero creare.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'inclinazione va effettuata cercando di mantenere il piano dei moduli paralleli o addirittura complanari a quello della falda stessa, in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi.

6.2 *Calcolo energia producibile*

Ottenuta la radiazione totale annuale l'energia producibile dal nostro impianto dipende ancora dalle caratteristiche dei moduli scelti, dalle caratteristiche degli inverter, dall'eventuale insudiciamento dei pannelli e dalle perdite che possono essere:

- A - Perdite per riflessione. Generate da un aliquota di radiazione luminosa che viene riflessa dal vetro posto a protezione delle celle.
- B - Perdite per ombreggiamento. E' importante durante il sopralluogo analizzare con estrema precisione il profilo dell'orizzonte visto dall'impianto fotovoltaico.
- C - Perdite per effetto della temperatura. Calo sensibile del pannello in base alla temperatura esterna
- D - Perdite nei circuiti in continua. Causate dalla resistenza offerta dai cavi elettrici, e dalle resistenze di contatto sugli interruttori.
- E - Perdite negli inverter. Le maggiori perdite negli inverter è dovuta alla presenza dei filtri necessari a ridurre le armoniche e per "arrotondare" la forma d'onda al carico.
- F - Perdite nei circuiti in alternata.

Il **totale delle perdite** può essere assunto come:
Tot perdite (%) = [1 – (1 – a – b) x (1 – c) x (1 – e) x (1 – f)] + g
Il totale delle perdite è generalmente assumibile in torno al 25%
L' energia totale annua producibile è ora calcolabile come:

$$P\ producibile =$$

$$= \ rendimento\ (\%)\ x\ P\ installata\ (kWp)\ x\ \ Irraggiamento\ medio\ annuo\ \left(\frac{kWh}{mq}\right)$$

$$\boldsymbol{P\ producibile\ annua} = 0.75\ x\ 96.5\ x\ 1220 = \ \mathbf{88300\ kWh}$$

La potenza installata è data invece da:

$$P\ installata\ (kWp) = Numero\ moduli\ x\ Producibilità\ di\ ogni\ modulo\ (W)$$

$$\boldsymbol{P\ installata} = 772\ x\ 0.125 = \mathbf{96.5\ kWp}$$

La potenza installata, detta anche nominale, di un impianto fotovoltaico coincide quindi con la somma delle potenza istantanea/nominale di picco (producibilità) di ogni singolo modulo.
La producibilità di ogni modulo è una dato di fabbrica, è per i nostri pannelli è, come già avevamo visto, 125 W a modulo con un irraggiamento di 1000 W al m².
Naturalmente a noi occorre calcolare prima il numero dei pannelli necessari a soddisfare le nostre richieste energetiche, tale calcolo è velocemente fatto utilizzando le formule inverse.

$$Numero\ pannelli =$$

$$\frac{P\ utilizzata\ media\ annua\ (diurna)}{Irraggiamento\ medio\ annuo\ x\ Producibilità\ modulo\ x\ Perdite\ impianto}$$

$$Numero\ pannelli = \frac{65000\ (kWh)}{1220\ \left(\frac{kWh}{mq}\right) x\ 0.125\ (kW) x\ 0.75} = \frac{65000}{114} =$$

$$= 570\ moduli$$

Con tale numero di moduli si coprono i nostri consumi attuali, la procedura corretta, vista anche l'enorme superficie a disposizione, consiste invece nel sovradimensionare leggermente l'impianto, anche in previsione di un possibile consumo maggiore nel futuro e un calo di produzione dei pannelli.
Si è quindi deciso di installare un numero maggiore di pannelli 772 per la precisione cosi da ottenere un margine di sicurezza per una potenza producibile di 88300 kWh all'anno.

6.3 *I conti energia*

Attualmente l'erogazione del contributo per energia prodotta dagli impianti a energia rinnovabile è operata dal GSE tramite il conto energia.
Il Gestore dei Servizi Energetici è una società partecipata interamente dal Ministero dell'Economia e delle Finanze che opera per la promozione dello sviluppo sostenibile, creata nel 1999 in seguito alla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica.
Il Conto Energia è stato introdotto in Italia con la Direttiva comunitaria per le fonti rinnovabili (Direttiva 2001/77/CE), recepita con l'approvazione del Decreto legislativo 387 del 2003.
Questo meccanismo, che premia con tariffe incentivanti l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici per un periodo di 20 anni, è diventato operativo con l'entrata in vigore dei Decreti attuativi del 28 luglio 2005 e del 6 febbraio 2006 (**Primo Conto Energia**)
l principio che regge il meccanismo consiste nell'incentivazione della produzione elettrica, e non dell'investimento necessario per ottenerla.
Il tetto massimo annuo finanziabile, con il primo conto energia è stato fissato a 85 MWp, divisi in 60 MWp di impianti inferiori a 50 kWp e 25 MWp di impianti superiori.
Con il D.M. del 19 febbraio 2007, cosiddetto **Secondo Conto Energia**, il Ministero dello Sviluppo Economico ha fissato nuovi criteri per incentivare la produzione elettrica degli impianti fotovoltaici.
Tra le principali novità introdotte dal Secondo Conto Energia c'era l'applicazione della tariffa incentivante su tutta l'energia prodotta e non solamente su quella prodotta e consumata in loco. lo snellimento delle pratiche burocratiche per l'ottenimento delle tariffe incentivanti e la differenziazione delle tariffe sulla base del tipo di integrazione architettonica, oltre che della taglia dell'impianto.
Nel 2010 è entrato in vigore il Terzo Conto Energia (D.M. 6 agosto 2010, esso tiene in considerazione la significativa riduzione del costo dei componenti fotovoltaici, prevedendo una progressiva diminuzione della tariffa incentivante durante i 20 anni di contributo, mentre le 3 tipologie di installazione del vecchio conto energia (integrato, parzialmente integrato, non integrato) vengono ridotte a 2 e riclassificate come "su edificio" e "altri impianti".

6.3.1 IL IV° CONTO ENERGIA

Approvato con il D.M 5 maggio 2011 il quarto conto energia stabiliva le regole per l'accesso agli incentivi nel periodo dal 1 giugno 2011 fino al dicembre 2012, data oltre la quale la regolazione dei contributi è stata sostituita dal nuovo e attuale (quinto) conto energia.
Tale decreto prevedeva una riduzione delle tariffe incentivanti rispetto al terzo conto energia cosi da allinearsi con le direttive della Comunità europea.
Il contributo veniva erogato su ogni KWh prodotto , indipendentemente dal fatto che l' energia prodotta venisse consumata o no.
Le caratteristiche sulle quali l'incentivo veniva calcolato erano tre e più precisamente: la produttività, le dimensioni e la tipologia dell' impianto fotovoltaico.
La dimensione e la tipologia dell' impianto fotovoltaico determinavano la tariffa incentivante per kilowattora, mentre la produttività determinerà la quantità totale dell' incentivo (ossia kWh prodotti per tariffa incentivante).
La sola differenza del quarto conto energia rispetto a quelli precedenti era la variazione (in diminuzione) delle tariffe incentivanti mese per mese in base alla potenza installata, ad esempio:

IMPIANTI DA 1/3 KW
GIUGNO: su edificio 0,387 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,344
LUGLIO: su edificio 0,379 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,337
AGOSTO: su edificio 0,368 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,327
SETTEMBRE: su edificio 0,361 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,316
OTTOBRE: su edificio 0,345 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,302
NOVEMBRE: su edificio 0,320 euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,281
DICEMBRE: su edificio 0,298 a euro per ogni kilowattora altre configurazioni 0,261

Le tariffe facevano riferimento al momento in cui l' impianto viene allacciato alla rete elettrica, questo si traduceva in un notevole vantaggio per chi avesse messo in funzione l'impianto nei primi mesi successivi all'entrata in vigore del quarto conto energia.

6.3.2 IL V° CONTO ENERGIA

Il Quinto Conto Energia per il fotovoltaico è un decreto ministeriale che sostituisci i precedenti conti energia, obbiettivamente speculativi, in quanto, non andavano a incentivare la produzione necessaria a coprire i propri consumi, ma, il fine ultimo, era quello di ricevere più contributo possibile .

Tale innalzamento della richiesta e l'alto contributo degli incentivi, rispetto alla media che si ha in Europa, ha fatto si che esplodesse un vero e proprio fenomeno di installazioni di impianti fotovoltaici.

Questa esplosione però ha avuto un riscontro negativo nelle bollette dell'energia elettrica (+18% solo nell'ultimo anno) che hanno subito un notevole rialzo alla voce "incentivi alle rinnovabili".

Questa prima fase con contributi cosi elevati non deve essere vista solo come speculazione pura, vi erano infatti scadenze da rispettare come il protocollo di Kyoto.

Il trattato di Kyoto prevede l'obbligo dei Paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (considerato come anno base) nel periodo 2008-2012. L'Italia è riuscita ad ottenere una riduzione del 7% grazie soprattutto a questi incentivi.

Il 16 aprile 2012 il ministero dello Sviluppo Economico ha diffuso il testo ufficiale del decreto sul quinto conto energia fotovoltaico, in vigore dal 1 gennaio 2013, che cesserà di applicarsi decorsi 30 giorni dalla data in cui si raggiungerà un costo indicativo cumulato degli incentivi di 6,7 miliardi di euro l'anno.

Le novità presentate dal decreto sono tagli per tutti e l'obbligo di iscrizione a registri per impianti aventi potenza installata superiori ai 20 kW.

Inoltre è stato rivista completamente l'erogazione del contributo.

Attualmente, se si installa un impianto fotovoltaico e si inizia a produrre energia elettrica, tutta l'energia prodotta e non consumata, viene immessa nella rete e viene pagata, questa si **chiama tariffa omnicomprensiva**.

L'energia prodotta e consumata direttamente, non solo fa risparmiare sulla bolletta (visto che si utilizza l'energia prodotta sul posto), ma la stessa viene anche pagata: questo si chiama **premio sull'autoconsumo.**

I due incentivi restano quindi ben separati: da una parte lo Stato paga con la tariffa omnicomprensiva per l'energia che viene immessa in rete, dall'altra premia per l'autoconsumo dell'energia prodotta.

Infine le tariffe omnicomprensive e le tariffe premio sull'energia consumata in sito sono incrementate dai premi tra loro cumulabili se:

- Gli impianti utilizzano componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o dello Spazio Economico Europeo (Islanda, Liechtenstein e Norvegia).
- Gli impianti sono realizzati su edifici con moduli installati in sostituzione di coperture su cui è operata la completa rimozione dell'eternit (o di altre coperture contenenti amianto).

	Impianti sugli edifici		**Altri impianti fotovoltaici**	
Intervallo di potenza [kW]	**Tariffa omnicomprensiva [€/MWh]**	**Tariffa premio sull'energia auto consumata [€/MWh]**	**Tariffa omnicomprensiva [€/MWh]**	**Tariffa premio sull'energia consumata [€/MWh]**
1<=P<= 3	208	126	201	119
3<P<= 20	196	114	189	107
20 < P <= 200	175	93	168	86
200 < P < 1000	142	60	135	53
1000 < P <= 5000	126	44	120	38
P > 5000	119	37	113	31

Dalla tabella ufficiale otteniamo quindi i nostri due contributi, sia per l'energia venduta sia per quella auto consumata. L'impianto è stato diviso in due sezioni cosi da poter sfruttare i due centesimi in più a KWh per la parte installata in sostituzione dell'amianto.
I 772 pannelli scelti permetteranno di installare una potenza di 96.5 KWp suddivisa nelle due sezioni:

- Impianto **standard** per la parte non installata su amianto **50 KW**.
- Impianto **amianto**, la parte che riceverà un contributo maggiore **46.5 KWp**.

L'incentivo per l'utilizzo di componenti prodotti nell'unione europea non può essere sfruttato trattandosi di pannelli costruiti in Cina.

Dalla precedente tabella possiamo ottenere il valore dei due contributi e stimando il rapporto tra energia prodotta e immessa in rete e energia prodotta e auto consumata (prima parte del dimensionamento) possiamo ottenere il tempo di ammortamento dell'impianto.

Trovo interessante questo tipo di incentivazione/quinto conto energia, con tale strumento si è finalmente cercato di premiare chi produce energia per il proprio utilizzo e non la sola produzione e immissione in rete.
Questo potrebbe limitare le controversie nel caso di installazione su terreni agricoli, accusati di sfigurare l'ambiente paesaggistico e naturale e di provocare danni all'agricoltura, agli allevamenti e agli animali, impoverendo i terreni e aumentandone il rischio di desertificazione.
Non avrebbe infatti più senso produrre enormi quantitativi di energia se poi, non utilizzandoli, ci venissero pagati molto meno.

6.4 *Costo e ammortamento impianto*

Come precedentemente detto una parte del tetto era ancora in amianto, era quindi conveniente rimuoverlo ed installare i pannelli fotovoltaici, che quindi, come prevede il **V conto energia**, avrebbero ricevuto un premio sulla tariffa omnicomprensiva di 2 cent al kWh prodotto.
Per tale motivo è stato necessario frazionare in due impianti che d'ora in avanti chiameremo:

- Impianto **standard** per la parte non installata su amianto.
- Impianto **amianto** la parte che riceverà un contributo maggiore.

Il costo di un impianto fotovoltaico è molto variabile, il fattore che più di tutti determina il costo al kilowatt installato è la dimensione dell'impianto.
Più l'impianto è grande più il costo al KW può essere minore in quanto la parte di costi fissi viene "ammortizzata".
Altri fattori che in maniera minore possono incidere sul costo sono:

- L'altezza del tetto, e quindi la necessità di noleggio gru o operai specializzati.
- La distanza tra gli inverter e la cabina di trasformazione
- La distanza tra i moduli e il luogo di posa degli inverter, che soffrendo molto il caldo, devono essere posizionati in luoghi freschi e ombreggiati per non diminuirne l'efficienza.

Nel nostro caso è stato preventivato un costo di circa 2773 euro al kilowatt di potenza installato per un costo complessivo di:

$$Costo\ impianto\ chiavi\ in\ mano = Prezzo\ al\ kilowatt\ x\ Potenza\ installata\ (nominale\ o\ di\ picco)$$

$$Costo\ impianto\ chiavi\ in\ mano = 2773\ \left(\frac{euro}{kWp}\right) x\ 96.5\ (kWp) = 267500\ euro$$

Comprensivo di:

- Fornitura e posa dei moduli e delle strutture di fissaggio, queste ultime in alluminio, dotate di accessori necessari al passaggio dei cavi di tipo solare per il collegamento delle stringe (serie di moduli connessi in serie) adatti all'installazione esterna.
- Quadri elettrici in corrente continua con Indice di protezione IP 67
- Sezionatori CC, installati a monte dell'inverter permettono di isolare i moduli consentendo la manutenzione degli inverter e dei pannelli separandoli fisicamente dalla linea in tensione.
- Scaricatore lato CC, per la protezione dei circuiti contro sovracorrenti.
- Inverter, adatti a lavorare in parallelo a una tensione di 380 V.
- Quadri elettrici in corrente alternata, per l'alloggiamento degli inverter e dei dispositivi di protezione, i quadri sono collegati alla rete tramite conduttori di rame dotati di doppio isolamento, protetti da tubazioni e guaine.
- Protezione da fulmini e collegamento a terra, collegamenti equipotenziali tra le cornici dei moduli, massa metallica degli inverter e nodo di terra.
- Documentazione GSE necessaria per l'erogazione del contributo, collaudo finale, formazione al cliente sul funzionamento del impianto e documentazione aggiuntiva eventualmente necessari per definire l'impianto a norma.

6.4.1 SEZIONE **STANDARD**

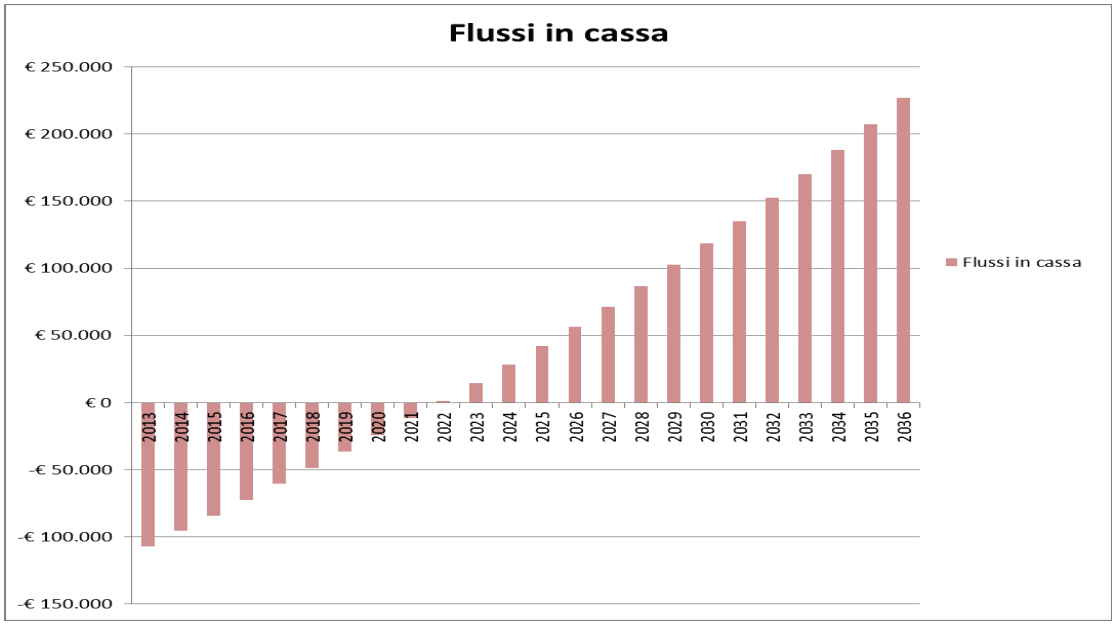
Sezione Impianto	STANDAR	
Potenza installata	50	Kwp
Irraggiamento medio (PVGIS)	1220	Kwh/mq
Perdite impianto	25	%
Autoconsumo stimato	35000	Kwh
Producibilità elettirca	48190	Kwh
Investimento Iniziale	€ 129.200	€
Ricavo annuo	€ 13.116	€
Tasso di inflazione	3	%
Decadiemnto prestazione annua	0,75	%
Tariffa omnicomprensiva	0,166	€
Premio all'autoconsumo	0,093	€
Prezzo energia attuale F1	0,18	€

La sezione standard sarà installata sopra il fienile e per fornire tale potenza elettrica sarà divisa in due sottosezioni composte da 380 moduli, che occuperanno una superfice di 532 mq. La trasformazione da corrente continua ad alternata sarà operata da due inverter.

Stimando il consumo delle utenze diurne elencate in precedenza, con un aumento annuale dell'1%, otterremo, calcolando un decadimento di prestazione dello 0.75% annuo, e un aumento del costo dell'elettricità del 3% annuo, il tempo necessario ad ammortizzare l'impianto e quindi iniziare il guadagno.

STANDAR	Anni	Investimento	Producibilità elettrica (-0,75%)	Aumento autoconsumi (1%)	Incentivo tariffa amnicomprensiva	Premio autoconsumo	Risparmio energia non acquistata (+3%)	Flussi in cassa
	2013	-€ 129.200	48190	35000	€ 2.190	€ 4.626	€ 6.300	-€ 116.084
1	2014		47829	35350	€ 2.071	€ 4.592	€ 6.554	-€ 102.867
2	2015		47470	35704	€ 1.953	€ 4.557	€ 6.818	-€ 89.539
3	2016		47114	36061	€ 1.835	€ 4.523	€ 7.093	-€ 76.088
4	2017		46760	36421	€ 1.716	€ 4.489	€ 7.379	-€ 62.505
5	2018		46410	36785	€ 1.598	€ 4.455	€ 7.676	-€ 48.776
6	2019		46062	37153	€ 1.479	€ 4.422	€ 7.985	-€ 34.889
7	2020		45716	37525	€ 1.360	€ 4.389	€ 8.307	-€ 20.834
8	2021		45373	37900	€ 1.241	€ 4.356	€ 8.642	-€ 6.595
9	2022		45033	38279	€ 1.121	€ 4.323	€ 8.990	€ 7.839
10	2023		44695	38662	€ 1.002	€ 4.291	€ 9.352	€ 22.484
11	2024		44360	39048	€ 882	€ 4.259	€ 9.729	€ 37.354
12	2025		44027	39439	€ 762	€ 4.227	€ 10.121	€ 52.463
13	2026		43697	39833	€ 641	€ 4.195	€ 10.529	€ 67.829
14	2027		43369	40232	€ 521	€ 4.163	€ 10.954	€ 83.467
15	2028		43044	40634	€ 400	€ 4.132	€ 11.395	€ 99.395
16	2029		42721	41040	€ 279	€ 4.101	€ 11.854	€ 115.629
17	2030		42401	41451	€ 158	€ 4.070	€ 12.332	€ 132.190
18	2031		42083	41865	€ 36	€ 4.040	€ 12.829	€ 149.095
19	2032		41767	42284	€ 0	€ 4.010	€ 13.346	€ 166.451
20	2033		41454	42707	€ 0	€ 0	€ 13.884	€ 180.334
21	2034		41143	43134	€ 0	€ 0	€ 14.443	€ 194.778
22	2035		40835	43565	€ 0	€ 0	€ 15.026	€ 209.803
23	2036		40528	44001	€ 0	€ 0	€ 15.631	€ 225.435
24	2037		40224	44441	€ 0	€ 0	€ 16.261	€ 241.696

Che visualizzato graficamente rende subito evidente il guadagno:



Il tempo di ammortamento è quindi pari a 9/10 anni.

6.4.2 SEZIONE AMIANTO

Sezione Impianto	AMIANTO	
Potenza installata	46,5	Kwp
Irraggiamento medio (PVGIS)	1040	Kwh/mq
Perdite impianto	25	%
Autoconsumo stimato	30000	Kwh
Producibilità elettirca	38204	Kwh
Investimento Iniziale	€ 128.945	€
Ricavo annuo	€ 10.430	€
Tasso di inflazione	3	%
Decadiemnto prestazione annua	1	%
Tariffa omnicomprensiva	0,186	€
Premio all'autoconsumo	0,096	€
Prezzo energia attuale F1	0,18	€

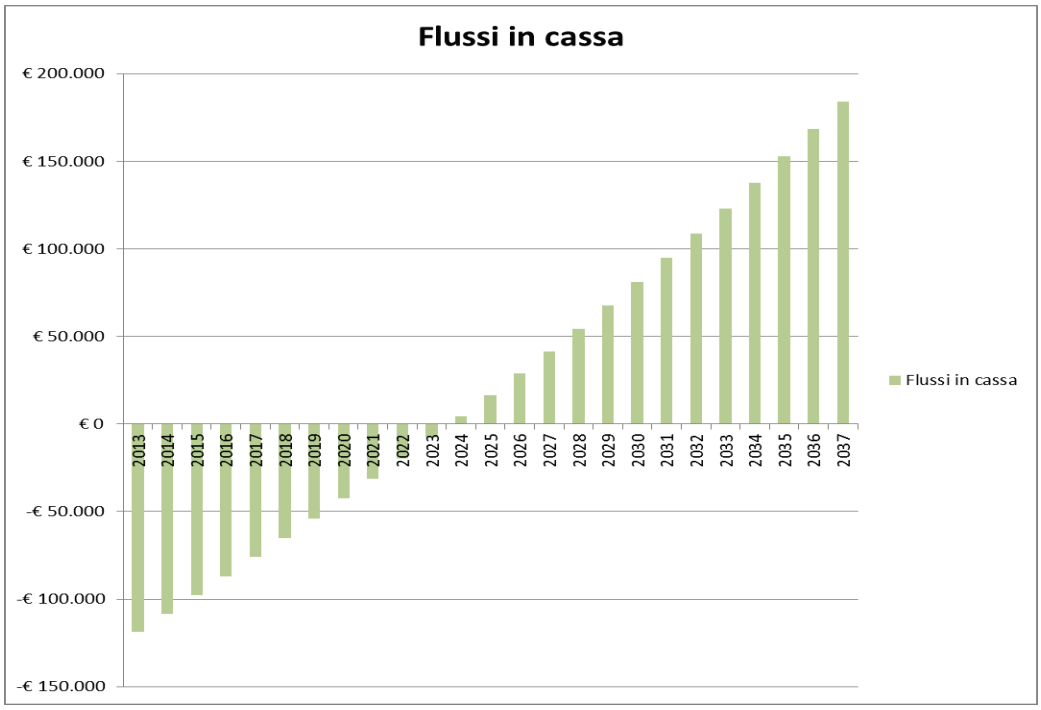
La sezione amianto sarà installata sopra la stalla e per fornire tale potenza elettrica sarà divisa in tre sotto sezioni composte da 472 moduli, che occuperanno una superfice di 674 m², e tre inverter.

Stimando il consumo delle utenze diurne elencate in precedenza, con un aumento dell'1 % annuo, otterremo, calcolando un decadimento di prestazione dello 0.75% annuo, e un aumento del costo dell'elettricità del 3% annuo, il tempo necessario ad ammortizzare l'impianto e quindi iniziare il guadagno.

Il contributo erogato sarà maggiore di due centesimi al kWh in quanto i moduli vengono montati rimuovendo amianto, maggiorazione applicata sia sulla tariffa omnicomprensiva che sul premio all'autoconsumo.

AMIANTO	Anni	Investimento	Producibilità elettrica (-0,75%)	Aumento autoconsumi (1%)	Incentivo tariffa amnicomprensiva	Premio autoconsumo	Risparmio energia non acquistata (+3%)	Flussi in cassa
	2013	€ 128.945	38204	30000	€ 1.362	€ 3.668	€ 5.400	-€ 118.770
1	2014		37918	30300	€ 1.265	€ 3.640	€ 5.618	-€ 108.248
2	2015		37633	30603	€ 1.167	€ 3.613	€ 5.844	-€ 97.624
3	2016		37351	30909	€ 1.069	€ 3.586	€ 6.080	-€ 86.890
4	2017		37071	31218	€ 972	€ 3.559	€ 6.325	-€ 76.035
5	2018		36793	31530	€ 874	€ 3.532	€ 6.579	-€ 65.050
6	2019		36517	31846	€ 775	€ 3.506	€ 6.845	-€ 53.924
7	2020		36243	32164	€ 677	€ 3.479	€ 7.120	-€ 42.647
8	2021		35971	32486	€ 579	€ 3.453	€ 7.407	-€ 31.208
9	2022		35702	32811	€ 480	€ 3.427	€ 7.706	-€ 19.595
10	2023		35434	33139	€ 381	€ 3.402	€ 8.016	-€ 7.796
11	2024		35168	33470	€ 282	€ 3.376	€ 8.339	€ 4.202
12	2025		34904	33805	€ 183	€ 3.351	€ 8.676	€ 16.411
13	2026		34643	34143	€ 83	€ 3.326	€ 9.025	€ 28.845
14	2027		34383	34484	€ 0	€ 3.301	€ 9.371	€ 41.516
15	2028		34125	34829	€ 0	€ 3.276	€ 9.641	€ 54.433
16	2029		33869	35177	€ 0	€ 3.251	€ 9.925	€ 67.609
17	2030		33615	35529	€ 0	€ 3.227	€ 10.226	€ 81.062
18	2031		33363	35884	€ 0	€ 3.203	€ 10.542	€ 94.807
19	2032		33113	36243	€ 0	€ 3.179	€ 10.876	€ 108.862
20	2033		32864	36606	€ 0	€ 3.155	€ 11.227	€ 123.244
21	2034		32618	36972	€ 0	€ 0	€ 11.596	€ 134.841
22	2035		32373	37341	€ 0	€ 0	€ 11.985	€ 146.825
23	2036		32130	37715	€ 0	€ 0	€ 12.393	€ 159.218
24	2037		31889	38092	€ 0	€ 0	€ 12.822	€ 172.040

Tramite questi dati si può ottenere il flusso in cassa graficamente:



Come per l'altra sezione il guadagno è possibile a partire dal 10°/11° anno.

7 MIGLIORAMENTO DELL'IMPATTO AMBIENTALE

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le **T.E.P.** (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.
La produzione annuale del nostro impianto abbiamo detto essere di 88.3 MWh.

Risparmio di combustibile	**TEP**
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.51
TEP risparmiate in 20 anni	330.2

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Tali emissioni possono essere ricavate dalle TEP calcolate:

Emissioni evitate in atmosfera	**CO_2**	**SO_2**	**NO_X**	**Polveri**
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	443.0	0.525	0.498	0.024
Emissioni evitate in un anno [kg]	39.116	46,35	43,9	2,19
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	782.33	927	879,4	42,38

Per finire un ultimo esempio pratico rende immediato l'impatto ambientale evitato.

Una tonnellata di gasolio pari a circa 1200 litri, corrisponde a 1.20 TEP.
In venti anni il nostro impianto avrà quindi permesso di evitare la combustione di circa 330.000 litri di gasolio!

8 CONCLUSIONI

L'obbiettivo di questo studio è quello di dare un'immagine il più possibile oggettiva e generalizzata della "situazione energia" nell'azienda agricola ad oggi.

Durante le uscite in campo ma soprattutto nell'analisi delle rilevazioni ci si accorge di come gli sprechi e l'usura dei macchinari siano la causa diretta di eccessive spese per gli imprenditori.

Banalità quali la revisione dei contratto di fornitura, l'adozione di inverter o la semplice sostituzione di vecchi motori elettrici con nuovi motori più efficienti, senza rinnovare l'intero impianto, garantiscono risparmi annui nell'ordine del 40%, dove non sia stato effettuato nessun tipo di "aggiornamento" e del 15-20% dove si è già leggermente intervenuti o sul contratto o sugli impianti.

La costante rimane comunque una sola, in tutte le aziende è opportuno realizzare uno studio energetico con una scadenza programmata per poter risparmiare laddove ci siano aumenti delle tariffe da parte dell'ente gestore o usura dei macchinari che nel caso di 10 anni di utilizzo si può stimare in un 20% circa del consumo in più.

I titolari dell'azienda hanno pienamente compreso che un piccolo investimento di qualche centinaio di euro, come può essere l'automatizzazione delle luci (formato da temporizzatore più interruttore crepuscolare) può portare a ingenti risparmi e a una semplificazione del lavoro.

Sempre rimanendo nell'ambito dell'illuminazione, anche la sostituzione degli attuali neon con i più recenti LED è sicuramente una strada, che se si decidesse di percorrere, porterebbe ad enormi vantaggi, sia in termini di consumi che dal punto di vista del benessere animale.
Piccoli accorgimenti e l'utilizzo razionale degli impianti garantiscono un netto risparmio nel bilancio aziendale non che in quello ambientale, non è necessario compiere studi approfonditi o complessi ma quanto sfruttare e

razionalizzare al massimo l'utilizzo dell'impiantistica presente con un particolare occhio di riguardo alle nuove tecnologie.

Rappresentativo di quanto detto è lo scambiatore di calore in serie con il condensatore dell'impianto di refrigerazione.

Tale soluzione è poco conosciuta rispetto allo scambiatore a piastre "classico" solitamente installato sulla linea del latte, ma che, come dimostrato, è capace anch'esso di creare considerevoli risparmi evitando lo stress del latte e le operazioni di pulizia (per prevenire la prolificazione di batteri all'interno delle piastre) obbligatorie che comporta l'utilizzo di uno scambiatore tradizionale latte/acqua.

Il suo inserimento, va specificato, non è invasivo e oltre a non danneggiare l'impianto di refrigerazione già esistente può portare persino a un lieve miglioramento di rendimento dello stesso.

L'impianto fotovoltaico, attualmente già in funzione, ha portato enormi vantaggi e una volta che il costo sarà totalmente ammortizzato il guadagno sarà ancora maggiore.

Unica considerazione negativa, ma che molto spazio lascia alla moralità del singolo, è il suo utilizzo in rapporto al quinto conto energia.

Come già detto il quinto conto energia premia sia per l'energia prodotta e venduta che per quella prodotta e auto consumata.

Tale soluzione è a mio parere in conflitto con il principio di miglioramento energetico.

Se produrre e consumare porta a un rientro economico, (minore del produrre e vendere, ma comunque esistente) per quale motivo dovrei sentire la necessità di ridurre i miei consumi attraverso opere di miglioramento energetico?

9 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia:

- Pazzona A, *Mungitura meccanica e refrigerazione del latte ovino e caprino,* ERSAT Sardegna, 2009
- CEI, *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione*, CEI, 2008.
- Ferrari P, Rossi P, *Consumi di energia e strutture di allevamento*, Informatore Agrario, numero 52, 1996, pagine 53-60.
- Lorenzini A, *Il risparmio energetico*, il mulino, 2012
- Luoni G, *Impianti fotovoltaici*, Sandit, 2003
- Ortolani G, Venturi E*, Manuale di elettrotecnica e automazione* , Hoepli, 2007.
- Rapin P.J*, Impianti frigoriferi*, Tecniche Nuove, Milano, 1993
- Robotti, Aurelio C, *Conversione diretta dell'energia solare in elettricita': il processo fotovoltaico,* Utet, 1984.
- Riva G, Boria A, *Il contenimento dei consumi energetici negli allevamenti suinicoli e avicoli*. Genio Rurale, numero 7/8, 1990.
- Zappavigna P, *Consumi di energia in stalla, quanto si può risparmiare,* Informatore Agrario, numero 66, 2010, pagina 40.

Sitogafia:

- http://www.analistgroup.it/certificazione_energetica/Fotovoltaico/Guida_alla_progettazione_degli_impianti_fotovoltaici.
- http://www.agricolturasolare.it/.
- http://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Settori/Edilizia/Download/Archivio%202012/IA_2012_suppl3_p45.pdf.
- http://www.gse.it/it/Conto%20Energia/Pages/home.aspx.
- http://www.heliosphera.com/.
- http://www.klimaled.it/.
- http://www.ingeteam.it/divisioneenergia/fotovoltaico/ingeconsunSmart/.
- https://it.wikipedia.org/wiki/Energie_rinnovabili.
- https://it.wikipedia.org/wiki/Modulo_fotovoltaico.
- https://it.wikipedia.org/wiki/Inverter.
- https://it.wikipedia.org/wiki/Conto_energia.
- http://it.wikipedia.org/wiki/Elettricit%C3%A.
- http://www.ledeconomy.com/lampada-stalle.php.
- http://www.milkline.it/it/raffreddamento/scambiatori-e-recuperatori-di-calore/index.aspx?m=53&did=178.
- http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/
- http://www.philips.it/c/luce-a-led/30019/cat/.