

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI INGEGNERIA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRICA

TITOLO: EFFICIENZA ENERGETICA IN UN'INDUSTRIA DI
ELETTRODOMESTICI

RELATORE: CH.MO PROF. ARTURO LORENZONI
Dipartimento di Ingegneria Elettrica

LAUREANDO: MUNARON ENRICO
MATRICOLA:

626432 IE

Anno Accademico 2010 - 2011

Negli ultimi decenni la “gestione dell’energia” ha assunto un peso sempre maggiore per l’industria italiana. Con questa espressione ci si riferisce a tutta una serie di meccanismi e valutazioni economiche, gestionali, strategiche, burocratiche che oggi sono richieste all’industria.

Da una parte i combustibili fossili hanno prezzi sempre crescenti che pesano notevolmente fra i costi dell’azienda, dall’altra le recenti normative in materia di tutela ambientale impongono un limite (ma la tendenza è verso una riduzione) alle emissioni inquinanti derivanti dalle centrali che producono energia elettrica.

In un contesto di questo tipo l’industria si trova fra l’esigenza propria di un incremento della produzione, l’abbattimento dei costi energetici ed il rispetto degli adempimenti normativi.

Questo trinomio, interpolato con l’andamento del prezzo delle fonti fossili e il sempre più accentuato aumento della richiesta di energia per gli usi finali, fa sì che gestire al meglio i propri consumi generi benefici sia alle industrie stesse in termini di minori costi di gestione sia alla collettività, in quanto il risparmio di energia è spesso riconducibile in modo proporzionale ad un abbattimento delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, uno dei gas imputati a generare l’effetto serra.

INTRODUZIONE

Lo scopo della seguente tesi è l'applicazione in ambito industriale delle conoscenze acquisite in materia tecnico economica, valutando laddove sia conveniente agire per migliorare produttività, affidabilità e spese di gestione.

E' stata redatta successivamente al tirocinio svolto presso Haier Italy Appliances (Campodoro, Padova), stabilimento della multinazionale cinese Haier, leader mondiale dal 2010 nella produzione di elettrodomestici.

Questa relazione sui progetti portati a termine durante il tirocinio è divisa in diversi ambiti, dall'analisi del contratto di fornitura dell'energia elettrica alla valutazione della sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con plafoni dotati di luxmetro, dall'analisi dei consumi del reparto produttivo alla possibilità di sostituire i motori esistenti in catena di montaggio con motori ad alta efficienza.

Giocoforza delle conclusioni tratte è la politica dell'azienda, che vuole evitare di rimanere statica in un momento nella quale la dinamicità e il continuo "adattamento" all'evoluzione del sistema energetico pagano.

Non per niente Haier sceglie, in questa collaborazione con l'Università di Padova, di eseguire una approfondita analisi dell'efficienza energetica di un suo stabilimento produttivo italiano.

Dopo un inquadramento generale sull'efficienza energetica e su una breve presentazione di Haier Italy Appliances, la tesi si articolerà nei diversi progetti analizzati:

- Contratto di fornitura dell'energia elettrica: ad oggi Haier Italy Appliances è dispiaciata dal fornitore Acea, con un contratto nella quale il prezzo dell'energia è legato al Brent petrolifero. Dopo la crisi libica di inizio anno, visto a parità di consumo bollette il 30% più care, Haier decise di cambiare fornitore, stipulando un contratto con la svizzera RePower a decorrere da Gennaio 2012, la quale offre un prezzo del kWh legato al valore dell'energia nel mercato elettrico. Nella mia analisi, ho accertato la convenienza di tale contratto, confrontandolo con altri fornitori che hanno proposto un contratto a decorrere dal secondo semestre 2012.
- Efficienza Energetica nell'illuminazione: spesso non ci si rende conto di quanto "basterebbe" illuminare in certe situazioni, e l'utilizzo di plafoniere (con reattore elettromeccanico o elettronico) senza sensore d'illuminamento non aiuta a segnalare questo handicap. E' stata valutata la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con i corpi illuminanti del progetto Beghelli "Un mondo di luce a costo zero", plafoni (composti da due tubi fluorescenti da 58 W) di ultima generazione dotati di sensore in grado di dimmerare il flusso emesso dal corpo illuminante in funzione della luce già presente in ambiente. Ulteriore valutazione è stata fatta pensando di sostituire nelle plafoniere esistenti i tubi fluorescenti con tubi a led.

- Recupero dell'entalpia dei fumi caldi emessi dalle macchine di termoformatura: nel processo produttivo di H.I.A. vi sono due processi altamente energivori: sono composti da banchi di resistenze (lampade a infrarossi) che devono rammollire del materiale plastico per modellarlo, termoformarlo. Ad oggi la quantità massiva e continua di calore prodotto è emessa nel reparto produttivo, senza mai aver valutato effettivamente quanto converrebbe captarla. Grazie a una collaborazione con lo studio termotecnico Dueffe srl si è cercato di analizzare questa convenienza, eseguendo dapprima un campionamento in profondità per capire con che livelli di temperatura si stesse lavorando e valutare la portata, per poi vedere come riutilizzarlo.
- Efficienza energetica nei motori: vista l'imponenza della catena di montaggio per la produzione dei frigoriferi in Haier, dopo un inventario di tutti i motori elettrici presenti in produzione si è valutato laddove sia conveniente andare a sostituire un motore elettrico standard con uno ad alta efficienza, conteggiando dal costo della sostituzione al pay-back.
- Analisi del reparto produttivo: l'ultima analisi effettuata riguarda un aspetto prettamente economico: tramite una registrazione dei consumi si è monetizzato il consumo del riscaldamento delle macchine e dello stand-by delle stesse durante la pausa pranzo. L'obiettivo è quello di valutare se durante la pausa a metà giornata convenga realmente tener le macchine in stand by o se convenga spegnerle e successivamente riaccenderle. Oltre a questo, è stata valutata la convenienza ad anticipare di un'ora i cicli produttivi più energivori, tenendo conto del risparmio derivante dal consumo nella fascia F3 anziché F1, e dell'extracosto delle ore lavorative straordinarie degli operai.

A tutti i lettori con elevata sensibilità a queste tematiche attuali,
Buona lettura.

Indice

1 L' EFFICIENZA ENERGETICA INDUSTRIALE	11
1.1 INTRODUZIONE ALL'EFFICIENZA ENERGETICA NELLE INDUSTRIE	11
1.2 L'AUDIT ENERGETICO	15
1.3 I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA	17
1.4 L'ASINTOTO DI RIFERIMENTO PER L'AZIENDA: LA CERTIFICAZIONE EN 16 001	19
2 HAIER ITALY APPLIANCES	21
2.1 L'AZIENDA	21
2.2 IL REPARTO PRODUTTIVO DELLO STABILIMENTO PADOVANO	25
3 EFFICIENZA ENERGETICA NELLE ILLUMINAZIONI	31
3.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NELLE ILLUMINAZIONI INDUSTRIALI	31
3.2 LA SITUAZIONE ATTUALE	35
3.3 IL PROGETTO LED	39
3.4 PROGETTO BEGHELLI – UN MONDO DI LUCE A COSTO ZERO	45
4 EFFICIENZA ENERGETICA NEI MOTORI ELETTRICI	55
4.1 L'EFFICIENZA ENERGETICA NEI MOTORI ELETTRICI.....	55
4.2 LA SITUAZIONE ATTUALE.....	61
4.3 ANALISI TECNICO ECONOMICA SULLE SOSTITUZIONI.....	69
5 RECUPERO E TRASFERIMENTO ENTALPIA	71
5.1 LE MACCHINE DI TERMOFORMATURA	71
5.2 IL PROGETTO DI RECUPERO E TRASFERIMENTO.....	77
5.3 ANALISI DI FATTIBILITA'	83

6	CONTRATTO DI FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA	89
	6.1 PANORAMICA SUI CONSUMI AZIENDALI	89
	6.2 IL CONTRATTO DI FORNITURA ATTUALE.....	93
	6.3 CONFRONTI ECONOMICI CON ALTRI POSSIBILI FORNITORI.....	97
7	ANALISI ECONOMICHE RIGUARDANTI IL REPARTOPRODUTTIVO	105
	7.1 L'OBIETTIVO.....	105
	7.2 VALUTAZIONE DELLA CONVENIENZA DELLO STAND BY DURANTE LA PAUSA PRANZO.....	109
	7.3 ANALISI SULL' ANTICIPO DELL'ORARIO DI PRODUZIONE	111

INTRODUZIONE ALL'EFFICIENZA ENERGETICA

Con il termine efficienza energetica si intendono tutte quelle azioni che hanno come obiettivo la riduzione dei consumi energetici migliorando affidabilità e spese di gestione del sistema energetico.

E' quello che potremmo definire l'asintoto di riferimento del settore industriale, in quanto proprio l'industria risulta essere tra le principali voci di consumo finale sia in termini economici che energetici: secondo l'IEA il settore industriale consuma il 42% di tutta l'energia elettrica generata, con in primis le industrie chimiche, metallurgiche e del cemento.

Anche se considerassimo i soli sistemi motorizzati, il potenziale di risparmio è enorme: centinaia di milioni di macchine elettriche azionano macchine utensili, pompe, compressori od altro, assorbendo circa il 67% dell'energia elettrica utilizzata nell'industria. Se pensiamo che circa il 90% di questi motori non dispone di sistemi per regolare il consumo di energia o adotta sistemi inefficienti...

La necessità di concentrarsi sul come utilizzare l'energia deriva dal fatto che ad oggi neanche la metà dell'energia primaria impiegata è effettivamente utilizzata, e questo livello di efficienza deve essere migliorato. Deve essere migliorato soprattutto per fronteggiare l'aumento dei consumi e l'emissione di carbonio, uno degli elementi imputati di causare l'effetto serra: proteggere il clima (contenendo queste emissioni) è una delle più grandi sfide del nostro tempo.

Quello di cui abbiamo bisogno è di concentrarci su come usare l'energia nel modo più efficiente possibile, cioè:

- utilizzare meno energia per ottenere lo stesso risultato
- utilizzare la stessa quantità di energia per ottenere un risultato migliore.

Analizzando dal punto di vista tecnico questo concetto, l'efficienza energetica risulta essere pari a:

$$\text{Efficienza Energetica} = \frac{\text{Energia usata}}{\text{Energia prodotta}} = \frac{E_{OUT}}{E_{IN}}$$

Formula per il calcolo dell'efficienza energetica

In generale però possiamo esprimerla come il rapporto tra l'Energia in Uscita (Energia Sviluppata) ed Energia in Ingresso (Energia Assorbita), rappresentando così un rendimento sempre inferiore all'unità.

Questa formula è molto importante dal punto di vista economico: i costi per l'energia elettrica aumenteranno notevolmente in futuro, sia in edifici privati che in edifici commerciali: gli investimenti in efficienza energetica potranno allora essere ammortizzati più velocemente grazie ai minori costi di gestione.

Il punto focale è dunque l'aumento dell'efficienza energetica: al fine di migliorarla oggi non è più indispensabile effettuare una riduzione dei consumi, ma è migliorando i rendimenti che riusciremmo a consumare meno energia per ottenere lo stesso risultato.

Chiusa questa parentesi sull'approccio tecnico e tornando ad una visione globale, nello scenario internazionale un forte segnale nei confronti dell'efficienza energetica arriva dall'Europa. Con la pubblicazione del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica, l'Europa ha posato la pietra miliare per iniziale a risolvere il problema energetico. Esso mette in luce l'importanza di applicare norme minime di rendimento energetico, per elettrodomestici, edifici, servizi energetici, escludendo dal mercato ciò che consuma troppo e tenendo sempre informato il cittadino sull'alternativa più efficiente.

Il potenziale di risparmio che viene a delinarsi per l'Europa può esser riassunto nella seguente tabella:

Settori	Consumi (Mtep 2005)	Consumi (Mtep 2020)	Potenziale risparmio (Mtep 2020)	Potenziale risparmio (% 2020)
Edilizia residenziale	280	338	91	27%
Edilizia commerciale	157	211	63	30%
Trasporti	332	405	105	26%
Industria manifatturiera	297	382	95	25%
TOTALE	1.066	1.336	354	26%

Fonte: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, EC 19 Ottobre 2006
Potenziale di risparmio dei vari settori

Ma un altro input che ci arriva dall'Europa è la direttiva 2006/32/CE, la quale ha definito i primi interventi da eseguire in materia di efficienza energetica. Essa definì:

- Che gli stati membri ottengano un risparmio pari al 9% (da conseguire entro un periodo di 9 anni) rispetto al valor medio annuo dell'energia distribuita o venduta ai clienti finali nei 5 anni antecedenti l'entrata in vigore della direttiva (per l'Italia questo valore è circa di 15 Mtep/anno)
- un miglioramento dell'efficienza energetica tramite servizi;
- l'utilizzo dei certificati bianchi per conseguire gli obiettivi di risparmio energetico
- La redazione di tre Piani d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE) da trasmettere alla commissione europea rispettivamente a: Giugno 2007, Giugno 2011, Giugno 2014.

Guardando più in dettaglio cosa comporta il recepimento della direttiva in oggetto per il nostro paese, la seguente tabella riporta i consumi medi e gli obiettivi:

Consumo medio negli ultimi 5 anni	1.316.261
Obiettivo indicativo di risparmio energetico al 2016 (9% del consumo medio)	118.464
Obiettivo adottato di risparmio energetico nel 2016 (maggiore o uguale al 9%)	126.327 (9.6%)

Consumi medi ed obiettivi previsti dalla direttiva 2006/32/CE per l'Italia

Di questo risparmio, le quote parti percentuali dei vari settori sono:

Residenziale	45 %
Terziario	20 %
Trasporti	18 %
Industria	17 %

Consumi medi ed obiettivi per settore

Ecco quindi che l'adozione di una politica energetica legata all'efficienza nell'industria è fondamentale, considerandola un'opportunità che miri alla razionalizzazione dei consumi.

L'AUDIT ENERGETICO

La chiave di Volta per una valutazione oggettiva dell'efficienza energetica in un'industria è l'audit energetico. Con questa espressione si intende un processo sistematico e documentato per ottenere un report sugli aspetti energetici dell'edificio. Si tratta quindi di un'analisi più o meno approfondita condotta attraverso sopralluoghi presso l'unità produttiva e l'esame di documenti forniti dall'azienda.

La stesura di questo documento è alla base di un qualsiasi progetto di aumento dell'efficienza energetica, e gli obiettivi che si ottengono con esso vanno dalla definizione del bilancio energetico all'individuazione degli interventi di riqualificazione, dalla riduzione delle spese di gestione alla valutazione per ciascun possibile intervento delle opportunità tecnico-economiche.

E' rivolto a soggetti sia del pubblico che del privato, la cui lungimiranza miri alla progressiva riduzione dei consumi energetici; inoltre, attira tutti i soggetti che sono interessati allo studio di fattibilità di nuove migliorie da implementare per l'utilizzo corretto dell'energia (elettrica e termica).

Questo inquadramento energetico si può scomporre in due componenti: una preliminare ed una di dettaglio. La prima mira a un'analisi generale dello stato dell'impianto elettrico e termico, evidenzia punti critici nella gestione e i costi correnti. La seconda consiste in un'analisi puntuale dei macrosistemi analizzati nell'audit preliminare. Vi è lo scorporo di tutte le voci di consumo presenti nei settori analizzati in precedenza e lo studio di fattibilità di "sistemi" a sé stanti (cogenerazione, impianto fotovoltaico, impianti a biomasse).

Ma chi può redarre questo documento?

Il compito della redazione di questo documento è affidato a coloro i quali abbiano competenze in ambito energetico ed economico, per valutare sia laddove convenga agire, sia dove sia tecnicamente possibile metter mano.

Tra le imprese che svolgono i servizi audit energetico ci sono le così dette Energy service company (E.S.Co.) le quali sono in grado di effettuare l'Audit Energetico e di implementare le soluzioni avvalorate a valle dell'Audit stesso.

Queste, sono soggetti specializzati all'interno delle quali lavorano persone con un equilibrato mix tra conoscenze tecniche ed economico-finanziarie; l'unione di queste due discipline di studio permette di effettuare molteplici tipologie di intervento nel settore dell'efficienza energetica, sollevando in genere il cliente dalla necessità di reperire risorse finanziarie per la realizzazione dei progetti e dal rischio tecnologico, in quanto gestiscono sia la progettazione/costruzione, sia la manutenzione per la durata del contratto.

Uno degli aspetti più innovativi e promettenti di una E.S.Co. è la possibilità di offrire un servizio globale a "costo zero" per il cliente. Infatti, nonostante i progetti richiedano in genere notevoli investimenti iniziali, la E.S.Co. si impegna a:

- Coprire il costo iniziale dell'installazione;
- Coprire i costi dei servizi annessi all'installazione;
- Coprire i costi di gestione, manutenzione, monitoraggio e verifica per tutta la durata del contratto.

La E.S.Co., dunque, si occupa di reperire il capitale necessario ad effettuare l'investimento e a recuperarlo secondo diverse modalità di finanziamento, in particolar modo attraverso lo sfruttamento di incentivi statali regionali od europei oppure attraverso un finanziamento tramite terzi.

Il cliente, da parte sua, ripaga i servizi forniti da queste società tramite la cessione parziale o totale del risparmio ottenuto rispetto alla spesa energetica media pre-intervento.

I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA

La normativa italiana per l'efficienza energetica è stata introdotta in primis dai decreti "Bersani" e "Letta", definendo gli obiettivi nazionali di "incremento dell'efficienza energetica" per le imprese distributrici elettriche, e di "risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili" per le imprese distributrici del gas naturale.

E' proprio l'impresa distributtrice l'attrice di questo mercato per l'efficienza energetica, in quanto:

- essendo titolare di licenza può essere obbligata a farsi carico di nuovi meccanismi di mercato;
- il quadro tariffario delineato nel 1999 da AEEG la rende neutrale ad azioni di aumento dell'efficienza energetica;

Il bisogno di quantificare questo risparmio energetico è stato soddisfatto mediante l'introduzione dei certificati bianchi (o titoli di efficienza energetica). Sono titoli della durata di 5 anni che certificano i risparmi energetici conseguiti attraverso la realizzazione di interventi e rappresentano un incentivo atto a ridurre il consumo energetico.

I metodi di valutazione del risparmio, per la quantificazione dei TEE a cui si ha diritto, sono:

- standard: il risparmio viene calcolato sul numero di unità fisiche oggetto di intervento;
- analitico: il risparmio è conteggiato in base ad un algoritmo e alla misura di pochi parametri di funzionamento del sistema considerato;
- consuntivo: tramite un piano di monitoraggio, tenendo in debito conto le variabili esterne che potrebbero influenzare il risparmio stesso.

Tornando ai protagonisti di questo vero e proprio mercato, i soggetti che troviamo sono sia gli obbligati che i volontari: l'obbligo di possesso di TEE è stato posto solo ai distributori di energia elettrica e gas (con un numero di clienti maggiore alle 50.000 unità); oltre a questi troviamo i distributori non obbligati, le società controllate dai distributori, le società operanti nei servizi energetici (ESCO) e soggetti che abbiano nominato il responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia (sono enti o aziende aventi un consumo energetico annuo superiore a quello previsto dalla normativa).

Questo mercato, nella quale i TEE sono scambiati in maniera bilaterale poiché bancabili, è gestito dal GME sotto il controllo dell'autorità (la quale gestisce l'adempimento dell'obbligo e prescrive le sanzioni per inadempienza). L'osservanza

dei limiti di risparmio energetico viene premiata dall'Autorità e da altre fonti governative di finanziamento con un contributo economico, il cui valore viene stabilito annualmente. Inoltre è possibile guadagnare vendendo i titoli in eccesso grazie al raggiungimento di un risparmio superiore a quello annualmente prestabilito. Questo perché i distributori obbligati possono ottemperare ai proprio obblighi mediante una strategia “make or buy”: cioè possono effettuare interventi diretti nell’attuazione dei progetti di risparmio energetico, oppure nel caso questa opzione comportasse costi marginali elevati decidere di acquistare i TEE da soggetti terzi. Concludiamo questa panoramica sul mercato dei TEE quindi con una visione d’insieme sui lati domanda ed offerta: nella prima fazione abbiamo i soggetti obbligati (distributori), i quali attraverso i loro progetti hanno ottenuto un risparmio inferiore al loro obiettivo annuo e pertanto dovranno acquistare sul mercato i titoli mancanti per ottemperare l’obbligo, dalla parte opposta incontriamo i distributori che han conseguito risparmi superiori ai loro obiettivi e che quindi potranno offrire sul mercato dei TEE, altri distributori non soggetti all’obbligo e le società di servizi energetici.

L'ASINTOTO DI RIFERIMENTO: LA CERTIFICAZIONE EN 16 001

La gestione efficiente dell'energia è attualmente uno dei punti chiave per il successo di ogni tipo di organizzazione o impresa.

Il Sistema di Gestione per l'Energia - Energy Management System (EnMS) - proposto dalla norma EN 16001, consente di sviluppare e implementare politiche e obiettivi che prendano adeguatamente in considerazione la problematica relativa al consumo energetico.

Essa sollecita lo sviluppo di una politica energetica, partendo dall'identificazione dei consumi energetici passati, presenti e futuri fino all'adozione di un piano di monitoraggio.

Dalla comparazione e analisi dei consumi, si possono ottenere informazioni utili per mettere in atto piani di miglioramento dell'efficienza energetica, con conseguente riduzione dei costi per l'energia.

Non descrive nel dettaglio la modalità con cui le attività operative aziendali devono essere condotte, bensì identifica il quadro di riferimento che consente di avere un sistema di gestione energetico efficace. Inoltre, anziché suggerire una vasta gamma di soluzioni tecniche da adottare nelle aree di maggiore consumo, preferisce sollecitare un vero e proprio cambiamento delle abitudini individuali e collettive, al fine di integrare considerazioni di efficienza energetica nei processi decisionali quotidiani.

Tornando alla struttura della norma, essa si basa su una metodologia consolidata, nota come PDCA (Plan, Do, Check, Act), che può essere utilizzata da tutte le organizzazioni di qualsiasi dimensione e tipologia, con benefici sia in grosse multinazionali che in piccole e medie imprese.

I requisiti necessari per implementare lo standard includono:

- Plan: identificare aspetti energetici e obblighi legali, stabilire obiettivi energetici e i relativi target.
- Do: assegnare risorse e responsabilità; accrescere la consapevolezza dell'organizzazione e fornire training adeguato; promuovere la comunicazione interna ed esterna; implementare controlli operativi.
- Check: stabilire un programma di monitoraggio della gestione energetica; valutare la conformità con obblighi legali; identificare e gestire non conformità; controllare le rilevazioni; effettuare verifiche interne sul sistema di gestione energetico.
- Act: revisione del sistema di gestione dell'energia da parte del top management, per attuare potenziali migliorie e cambiamenti.

Oltretutto i requisiti dello standard possono essere allineati con quelli di altre norme ampiamente utilizzate per altri sistemi di gestione, come ISO 9001 e 14001.

Le organizzazioni che desiderano dimostrare conformità ai requisiti della EN 16001, o assicurare ai

loro clienti che hanno un sistema di gestione dell'energia appropriato, potranno farlo tramite una certificazione indipendente.

Volendo riassumere in quattro punti i vantaggi che porta la certificazione in oggetto:

- la riduzione dei costi energetici attraverso un processo di identificazione, misura e gestione del consumo di energia. La diminuzione dei consumi, soprattutto durante le ore di picco, consente, inoltre, di ottenere vantaggi contrattuali nei confronti dei fornitori di energia garantendo così anche un approvvigionamento energetico sicuro;
- ha un approccio sistematico al miglioramento continuo e permanente dell'efficienza energetica delle organizzazioni di ogni tipo o dimensione;
- ha un impatto sulla catena di fornitura: nell'acquisto di strumenti/impianti con impatto elevato sul consumo di energia, l'organizzazione dovrebbe informare i fornitori che l'acquisto viene valutato anche sulla base di parametri di efficienza energetica;
- consente la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e di carbonio, ottimizzando la performance ambientale nel rispetto dei limiti di legge attuali e futuri, contribuendo inoltre al miglioramento dell'immagine aziendale.

In conclusione possiamo dire che i principali motivi per ottenere la Certificazione EN 16001 vanno dalla riduzione dei costi energetici mediante una sistematica gestione dell'energia

(razionalizzazione) al continuo miglioramento dei sistemi di gestione della performance energetica anno dopo anno; non trascurando che il segnale dell'impegno sostenuto dall'azienda nei confronti delle emissioni di carbonio è un valore aggiunto da non trascurare per la pubblicità a livello internazionale.

L'AZIENDA: HAIER ITALY APPLIANCES

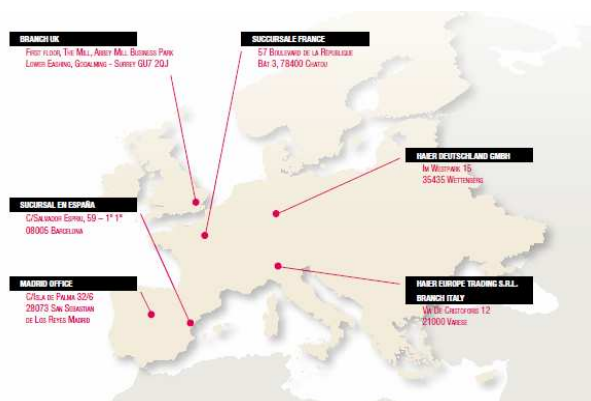
L'azienda nella quale sono stato ospitato per il tirocinio è Haier Italy Appliances, il segmento italiano della multinazionale cinese Haier, diventata leader mondiale degli elettrodomestici lo scorso anno. Con un fatturato annuo superiore ai 18 miliardi di dollari è presente oggi nei cinque continenti con più di 50.000 dipendenti a livello globale, presentando soluzioni complete attraverso un'ampia gamma, che comprende prodotti per ogni necessità, rispondendo all'evoluzione dei gusti e delle richieste di mercato.



Haier, sponsor ufficiale delle olimpiadi di Pechino del 2008

L'azienda ha fatto della localizzazione la sua strategia globale, attraverso una “de-localizzazione al contrario” che l’ha portata dall’Asia in Europa nel 1990, in Germania.

Da allora Haier ha allargato la sua presenza sia da un punto di vista produttivo che commerciale insediando la sua sede europea in Italia, a Varese.



Lo stabilimento produttivo italiano nella quale ho svolto il tirocinio si trova a Campodoro, in provincia di Padova.

E' il primo stabilimento produttivo di Haier in Europa che realizza sistemi di raffreddamento, occupa una superficie di 10.000 m² e impiega più di 100 persone: qui vengono fabbricati i frigoriferi Haier (quasi 500 al giorno). Grazie alla nuova linea "3D Fridge", il sito italiano è diventato il cuore dell'innovazione e primario centro di produzione del gruppo sul territorio europeo.



Haier, stabilimento di Campodoro

Come se non bastasse, la sede padovana della multinazionale cinese è punto di riferimento anche per i reparti produttivi cinesi, nonostante i numeri - ovviamente - parlino chiaro: produzioni dell'ordine delle cento mila unità all'anno nello stabilimento italiano, un ordine di grandezza in più anche per la più piccola fabbrica cinese.

Nonostante i volumi diversi, l'intervista fatta al direttore Francesco Albrizio racconta l'importanza della leva strategica italiana: "Camminando una mattina per Shangai in un grande magazzino, vidi il frigorifero che era nato come prodotto europeo solo per europei fatto dalla fabbrica in Italia, in esposizione come il prodotto più importante fra gli altri frigoriferi. Vi era infatti un grandissimo cartellone affianco con scritto Made in Italy, e una Torre di Pisa appiccicata sul frigorifero come simbolo dell'Italia. La gente lì attorno lo guardava e lo apriva: perché era bello, perché era ben fatto, ma soprattutto perché era Made in Italy". "E li capii"-continua Albrizio- "quanto orgoglio avessero questi cinesi che potevano esibire senza falsificare il Made in Italy". "Un'azienda cinese, che ha uno stabilimento in Italia, che progetta e produce un frigorifero in Italia per venderlo in Italia, e che poi lo esporta anche in Cina e li lo vende, è un fatto - per il popolo cinese - incredibile e meraviglioso".



La torre di Pisa su un frigo Haier, simbolo del Made in Italy

IL REPARTO PRODUTTIVO DELLO STABILIMENTO PADOVANO

A Campodoro, Padova, Haier ha insediato l'unico stabilimento italiano dove si producono frigoriferi.



Lo stabilimento è stato acquistato nel 2001 dalla Meneghetti s.p.a., ed il reparto produttivo è entrato in funzione nei primi anni dell'ultimo decennio. Esso impiega oltre un centinaio di persone, la maggior parte delle quali nella catena di montaggio. Il processo produttivo comprende tutte le attività necessarie per la realizzazione dei semilavorati che fanno parte del prodotto frigorifero, e tutti sono realizzati all'interno dello stabilimento in un sistema produttivo verticale. Tali processi sono i seguenti:

- termoformatura celle;
- piegatura dell'U-shell;
- schiumatura mobile;
- termoformatura controporte;
- piegatura lamiera porta;
- schiumatura porte.

Essi vengono realizzati dalle aree tecnologiche, che intrecciano a monte e/o a valle l'Area Premontaggio e l'Area Montaggio Prodotto, fornendo i semilavorati (denominati U-Shell) in funzione degli ordini di lavoro programmati.

Scomponendo più in dettaglio come viene gestita la commessa nel reparto produzione, vediamo i

diversi step della catena di montaggio.

Due sono i cardini del processo: la "schedulazione e documentazione di produzione" e l'organizzazione vera e propria dell'area produttiva.

Il primo punto, prettamente burocratico, viene sviluppato con una proiezione settimanale e trasmesso alla produzione dividendolo in:

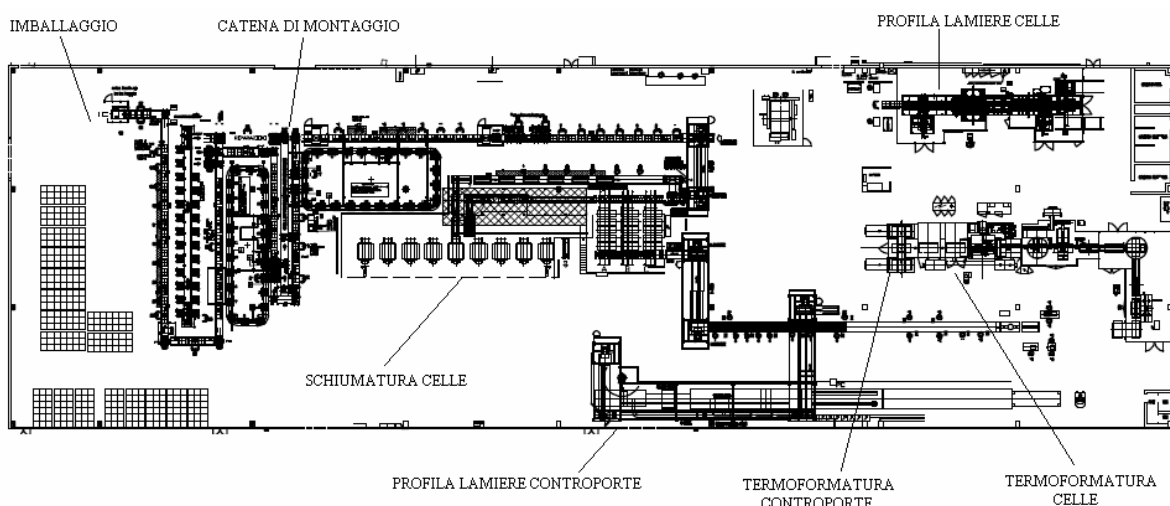
- reparto tecnologico (termoformatura, schiumatura porte, profilatura U-shell);
- reparto premontaggio (mobili schiumati);
- linea di montaggio (semilavorati e prodotti finiti).

Per quanto riguarda invece il cuore della catena di montaggio, vanno diversificate le diverse aree che lavorano in parallelo all'interno dello stabilimento.

L'area premontaggio (APM), inizia le operazioni di montaggio sul semilavorato cella e l'assemblaggio di quest'ultima con il semilavorato U-shell (lo scheletro del frigorifero).

Successivamente il mobile (è formato da semilavorato cella e semilavorato U-shell) è inviato al processo di schiumatura, per poi essere lanciato in produzione dall'AMP.

La Termoformatura Controporte e la Profilatura U-shell devono pertanto alimentare l'AMP producendo in funzione dei suoi fabbisogni; l'area montaggio prodotto (AMP) è servita invece dalla Schiumatura che a sua volta è alimentata dalla Termoformatura Controporte e dalla Piegatura lamiera-porta.



Spaccato del reparto produzione dello stabilimento

Analizziamo in dettaglio le aree tecnologiche più importanti presenti nello stabilimento.

Termoformatura controporte

In base al “Programma di produzione”, controllato il pacco di lastre per la termoformatura della controporta e verificata l’assenza di residui di taglio laterali lungo il perimetro si preleva da ogni bancale la prima lastra, per verificare l’assenza di impurità evidenti e la dimensione. Uno dei driver importanti per il corretto funzionamento della macchina termoformatrice è che le lastre di termoformatura vengano conservate ad una temperatura ambiente ($t = 18-20\text{ C}^\circ$).

Sempre secondo il Programma di produzione, si carica lo stampo previsto nella macchina, se ne verifica l’assenza di sporchie superficiali, e, una volta accesa, dal quadro macchina si imposta il corretto programma di termoformatura in base ai database presenti, verificando le temperature e le pressioni.

Dopo il primo ciclo produttivo si verifica la prima controporta termoformata e si esegue lo controllo ogniqualvolta si effettua un cambio stampo o dopo un fermo macchina, registrandone l’esito nel documento relativo a questa lavorazione.

I controlli di natura estetica e dimensionale sono effettuati sul 2% della produzione giornaliera e vanno dall’assenza di rotture e/o impurità, alla robustezza nelle spalle laterali e nelle zone di aggancio dei balconcini.

Se ad inizio del lotto di produzione le controporte risultano essere conformi, si prosegue con la produzione e si deposita nell’apposito carrello il prodotto finito; in caso contrario, è necessario avviare tempestivamente il flusso di documenti per il “Reso materiale non conforme”.

Profilatura porte

Il controllo della materia prima di questa lavorazione viene fatto all’apertura del pacco di lamiera, verificando sulla prima lastra che non siano presenti ammaccature causate dallo stoccaggio del materiale; si effettuano successivamente i seguenti controlli estetici:

- planarità
- assenza di deformazioni
- assenza di botte
- assenza di strisci
- omogeneità del colore.

Misurato il primo foglio di ogni bancale, verificandone lunghezza, larghezza e spessore in conformità ai diversi articoli, si può avviare il processo di piegatura lamiera per le porte.

Anche qui è importante verificare sempre la prima lamiera piegata all’inizio del turno produttivo e ogni qualvolta si effettua un cambio stampo o dopo un fermo macchina; registrare l’esito dei controlli dimensionali nell’apposito registro.

I controlli di natura estetica sono effettuati sul 100% della produzione giornaliera e sono:

- assenza di ammaccature
- assenza di deformazioni
- assenza di botte
- assenza di strisci

- assenza di impurità sulla verniciatura

Schiumatura porte

La schiumatura porte potremmo identificarla come il processo centrale nella produzione del frigorifero: verificato il corretto assemblaggio si posizionano le lamiere pre-assemblate del frigo (ed eventuale freezer) nella parte superiore dello stampo di schiumatura, mentre nella parte inferiore dello stampo vengono posizionate le controporte, facendo attenzione alle corrette posizioni delle guarnizioni.

Certi della corretta collocazione dei due semilavorati (porta frigo e porta freezer) nello stampo si procede alla schiumatura, verificando visivamente un' uniforme distribuzione della schiuma sulla superficie della controporta.

All' apertura dello stampo (dopo un tempo non inferiore a 5 minuti) estrarre la porta schiumata procedendo con le fasi di controllo della sezione "Controllo porta schiumata".

Nel caso in cui si verificano componenti non conformi, si compila il modulo relativo al materiale non conforme.

I controlli estetici per questa fase consistono nel verificare :

- assenza di ammaccature;
- assenza di deformazioni;
- assenza di rotture;
- assenza di fuoriuscite di schiuma;
- assenza di ritiri di schiuma;
- assenza di difetti di verniciatura e/o strisci sulle testatine.

Area premontaggio

Le operazioni fondamentali dell'APM sono le seguenti:

- montaggio evaporatore frigo;
- montaggio cablaggi;
- montaggio traverse;
- assemblaggio vano compressore;
- assemblaggio della cella con U-shell.

Una volta effettuato l'assemblaggio della cella con l'U-shell, viene realizzato il mobile che dopo il processo di schiumatura mobile (effettuato dalla Schiumatura Mobili), diventa un mobile schiumato.

Durante tali fasi, sono eseguiti eseguiti (ma non registrati), dei controlli estetici.

Area montaggio prodotto

Le operazioni fondamentali comuni a tutti i modelli, realizzate dall'AMP lungo la linea di assemblaggio sono le seguenti:

- montaggio pannello di controllo;
- alloggiamento evaporatore freezer;

- assemblaggio traversa compressore;
- saldature circuito;
- montaggio porte;
- montaggio allestimenti interni e pulizia;
- processo di vuoto (pompe);
- processo di carica gas;
- inserimento loghi;
- inserimento cassette e maniglie;
- inserimento corredi e pulizia esterna;
- imballo.

Controlli durante il processo di montaggio

L'ultima parte della linea di montaggio è dedicata ai principali controlli estetici e funzionali compreso il collaudo finale del prodotto.

I controlli previsti, che devono essere eseguiti secondo quanto previsto in opportune Istruzioni Operative, e sono:

- 1° controllo estetico;
- 1° controllo elettrico;
- 1° controllo fuga gas;
- collaudo funzionale;
- 2° controllo elettrico;
- 2° controllo fuga gas;
- 3° controllo fuga gas;
- 2° controllo estetico.

Alla fine della linea di assemblaggio, lo scarico del prodotto finito in magazzino avviene passando attraverso l'area imballaggio.

Area riparazione prodotto

Nel caso in cui un prodotto non superi uno dei controlli sopra elencati, viene automaticamente inviato all'Area Riparazione Prodotto dove subisce le riparazioni del caso secondo quanto previsto dall'Istruzione Operativa "Riparazione".

Controllo statistico sul prodotto e indicatori di processo

Prima del versamento a magazzino prodotto finito e delle operazioni di imballo, deve essere effettuato a campione (in percentuale dal 4,5% all'8%), un prelievo sulla produzione giornaliera per valutare dal punto di vista estetico e funzionale l'andamento della produzione giornaliera.

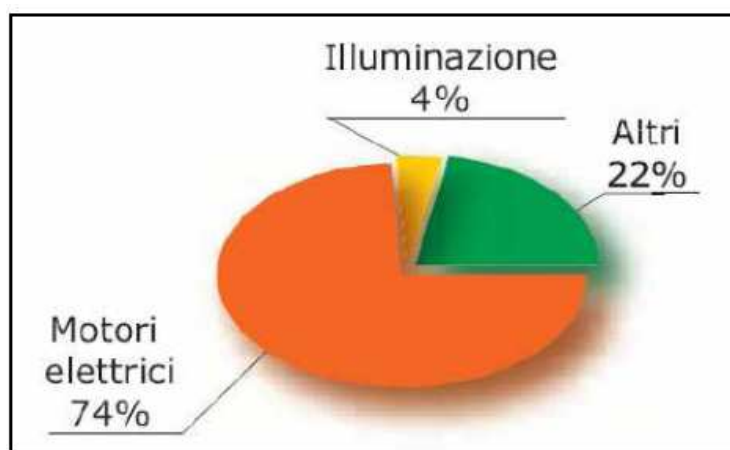
Inoltre, al fine di tenere sotto controllo il processo di produzione, sono stati definiti i seguenti indicatori di Processo:

- rapporto fra la somma del numero dei mobili declassati e il numero di mobili rottamati, e il numero totale di mobili prodotti;
- numero di mobili prodotti.

Conclusa questa parte introduttiva della tesi, possiamo addentrarci nella seconda parte dell'elaborato, la "relazione" sui progetti analizzati in Haier, che più vuole somigliare a una pratica di efficientamento energetico.

EFFICIENZA ENERGETICA NELL'ILLUMINAZIONE

Dall'analisi dell'istogramma relativo alla ripartizione dei consumi nel settore industriale, vediamo come l'illuminazione ricopra una posizione marginale.



Ripartizione dei consumi nell'industria

Ciononostante, anche qui vi può essere un margine di miglioramento, mirando a utilizzare meno energia per ottenere lo stesso illuminamento, oppure utilizzare la stessa quantità di energia per ottenere un illuminamento maggiore, un maggiore comfort.

Al miglioramento dell'efficienza energetica nell'illuminazione industriale si arriva tramite un raffronto tecnico economico tra le diverse tipologie di sorgenti utilizzabili. Se nel panorama generale le sorgenti luminose sono sostanzialmente di quattro tipi (incandescenti, a scarica, a induzione e LED) nel caso particolare dell'illuminazione dei reparti produttivi di un'industria la scelta, o meglio il confronto, ricade sulle lampade fluorescenti (i classici plafoni con la coppia di tubi fluorescenti) o, recentemente, su delle sorgenti di nuova generazione, i LED.

Riguardo le lampade fluorescenti, la tecnologia più affermata per questa tipologia di illuminazione, ha i suoi punti di forza nella:

- Varietà di temperatura di colore (ma costanza con la tensione) e buona resa cromatica
- l'alta efficienza luminosa (50-80 lm/W)
- la vita media lunga (circa 5000 h)

- la regolabilità del flusso emesso, ottenuta mediante l'ausilio di un sensore per valutare la quota parte di illuminamento dovuto alla luce proveniente dall'esterno e un reattore elettronico dimmerabile.

D'altro canto gli svantaggi che non si sono mai riusciti a risolvere di questa tecnologia pienamente matura sono la sensibilità alla temperatura ambiente, la necessità di apparecchi ausiliari, il limitato controllo ottico e il costo.

L'altra alternativa, i Light Emitting Diode, gode anch'essa di ottime potenzialità, quali:

- luce bianca priva di UV e IR che rende saturi i colori
- l'alta efficienza luminosa (80-110 lm/W)
- la vita media elevata (50.000 ore).

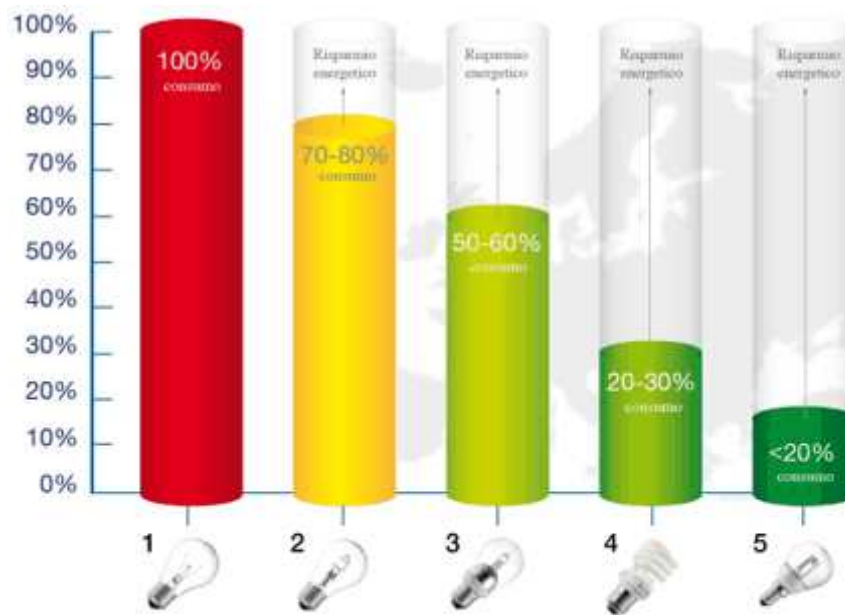
In questa tecnologia, che potremmo definire agli albori a differenza della precedente, vi sono delle questioni irrisolte, come ad esempio i bassi valori di flusso emesso che costringe ad accorpare più unità e la necessità di componenti ausiliari (alimentatori, dissipatori con bassissima resistenza termica per smaltire il calore della giunzione).

Ma per capire pienamente il raffronto che si andrà ad effettuare nel progetto di sostituzione dei corpi illuminanti esistenti nel reparto produttivo di Haier Italy Appliances, vediamo numericamente le potenzialità delle due alternative.

Gli elementi da considerare per definire la soluzione più conveniente sono il costo d'acquisto, l'efficienza, i consumi e la durata.

Per quanto riguarda il costo della sorgente, questo è più elevato per i LED piuttosto che per i tubi fluorescenti, nonostante però quest'ultimi presentino un notevole decadimento del flusso luminoso emesso con il passare delle ore di funzionamento. Bisogna oltretutto ricordare che l'illuminazione LED è ancora agli inizi e presenta ancora un largo margine di sviluppo a differenza delle altre tecnologie; il trend tendenziale della curva di apprendimento (riduzione percentuale del costo ad ogni raddoppio di potenza installata) ci permette di riporre un'ottima fiducia in questa tecnologia.

Il potenziale aumento dell'efficienza energetica legato all'uso di queste due tipologie di illuminazione lo possiamo notare, all'interno di un contesto globale, nel grafico successivo.



- 1: Lampadine a incandescenza convenzionali
- 2: Lampadine a incandescenza migliorate (lampada alogena allo xenon)
- 3: Lampadine a incandescenza migliorate (lampada alogena con rivestimento a infrarossi)
- 4: Lampadine fluorescenti compatte (CFL)
- 5: Diodi a emissione di luce (LED)

Risparmio energetico rispetto il consumo energetico

Nel grafico vediamo come la parte colorata del cilindro corrisponda al consumo, mentre la differenza tra l'intero cilindro e la parte colorata rappresenta il risparmio energetico.

Tralasciando le prime tre tecnologie, oltretutto ritirate dal mercato con una direttiva europea, vediamo le ottime performance delle lampade fluorescenti, che restano comunque dietro all'elevatissimo risparmio energetico che sono in grado di produrre i LED.

Prima di addentrarci nel prossimo paragrafo, dove analizzeremo valutazioni economiche sulla convenienza della sostituzione dei tubi fluorescenti con i LED o della sostituzione dei plafoni esistenti mediante corpi illuminanti dimmerabili, bisogna considerare altri due parametri che influenzano in confronto:

- la durata di vita;
- il coefficiente di utilizzazione.

Il primo numero è tanto delicato quanto fondamentale: esso sfalsa le ipotesi dei costi di manutenzione degli impianti. E' meglio pertanto considerare la vita utile della lampada (prodotto tra decadimento del flusso luminoso e mortalità) piuttosto che la vita media (che tiene conto solamente del decadimento di flusso luminoso). Per le lampade T8 (tubi fluorescenti aventi il diametro classico) la vita utile vale 5.000 ore nel caso di reattore elettromagnetico, 18000 ore nel caso di reattore elettronico con preriscaldamento dei catodi. Per i LED tale parametro è assai più elevato, in quanto non v'è decadimento del flusso luminoso (quando emette lo fa sempre al flusso

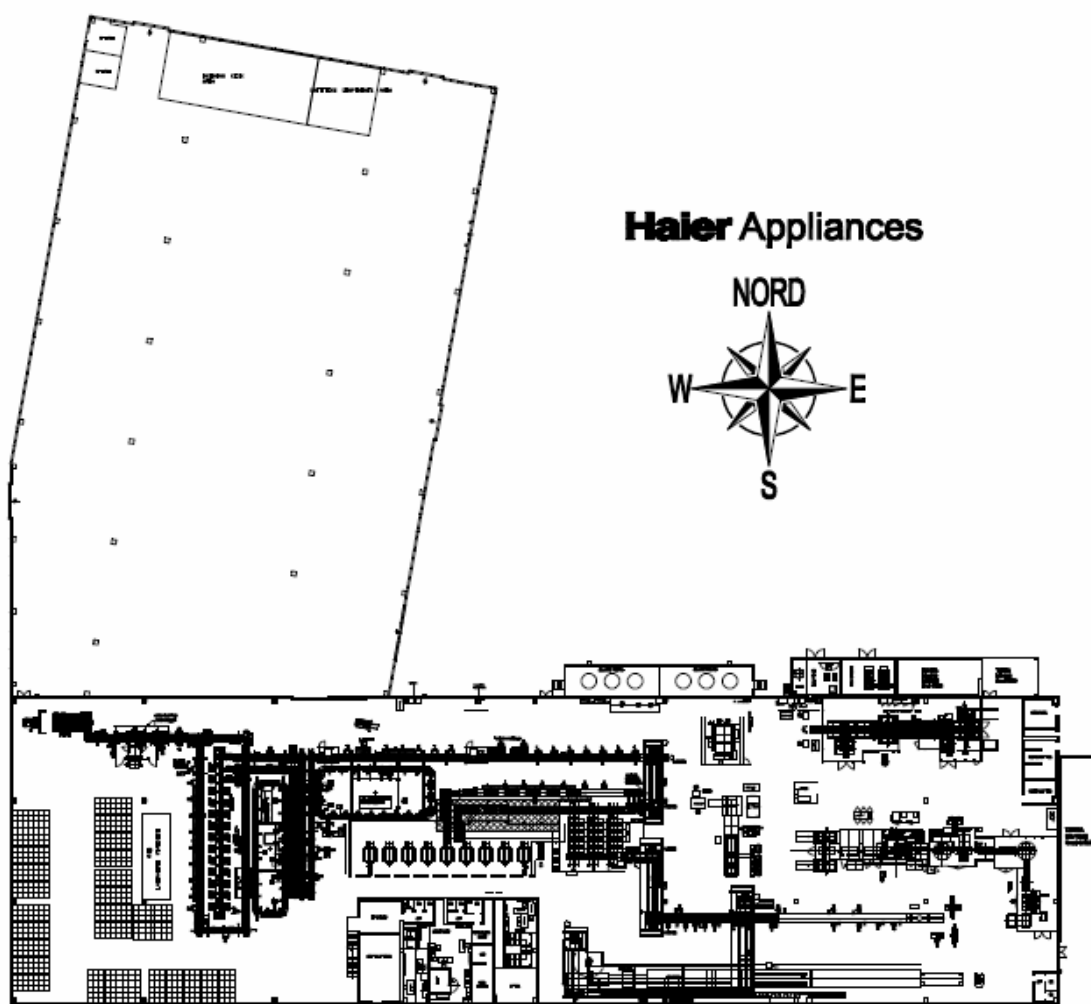
nominale, fino a che la giunzione non si interrompe), e dipende dalla corrente di alimentazione e dalla temperatura di funzionamento.

Il secondo parametro invece identifica la direzionalità della sorgente: i tubi fluorescenti T8 presentano un'emissione a 360° sulla loro sezione, mentre i tubi a LED emettono solamente in un emisfero. Ciò rischia di compromettere seriamente la distribuzione fotometrica dell'apparecchio, e di conseguenza il flusso direttamente utile sul piano di lavoro, soprattutto se la fotometria voluta è di tipo concentrante. Grazie alle ridotte dimensioni dei LED riusciamo a evitare in parte questo inconveniente, indirizzando il flusso luminoso direttamente dove desiderato nel caso di verifici uno scostamento della fotometria dell'apparecchio dopo la sostituzione dei tubi fluorescenti con il tubo a LED.

LA SITUAZIONE ATTUALE

L'analisi dell'impianto di illuminazione eseguita in Haier Italy Appliances, è iniziata con un primo inventario sui corpi illuminanti installati. Con questa prima raccolta dati si è valutato il numero degli apparecchi, la disposizione in campo e la valutazione sul loro uso durante le ore lavorative, per evidenziare anomalie o correggere la gestione d'impianto.

Haier nel suo stabilimento padovano conta ben 501 corpi illuminanti nel reparto produzione, e 80 nei locali adibiti ad ufficio.

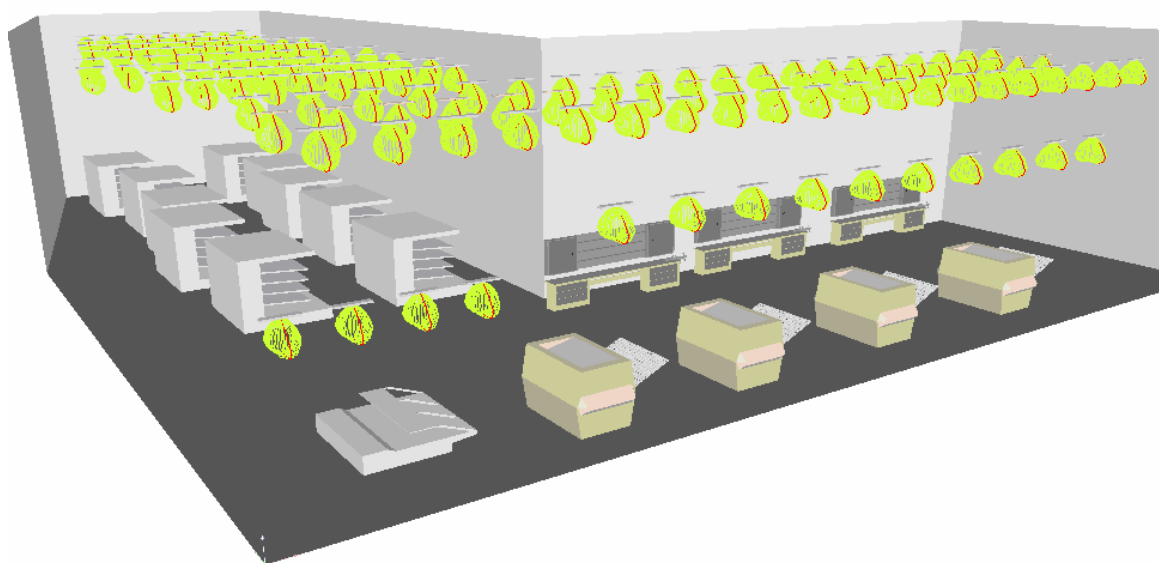


Haier Italy Appliances: planimetria dello stabilimento.

Per dare un ordine indicativo di grandezza, se il magazzino consta in più di 4000 metri quadrati, il reparto produzione con i suoi 136 metri di lunghezza e 40 di larghezza arriva quasi a 5500 metri quadrati.

Entrando un po' più nel dettaglio del reparto produttivo i corpi illuminanti sono plafoni con a bordo due tubi fluorescenti da 58 W, ad un altezza media dal piano di lavoro che varia: dai 7 metri nella zona produttiva dello stabilimento, ai quasi 8 metri nel magazzino.

Una diapositiva che possa dare un'idea sulla disposizione dei plafoni è la seguente.



Simulazione dell'impianto d'illuminazione esistente.

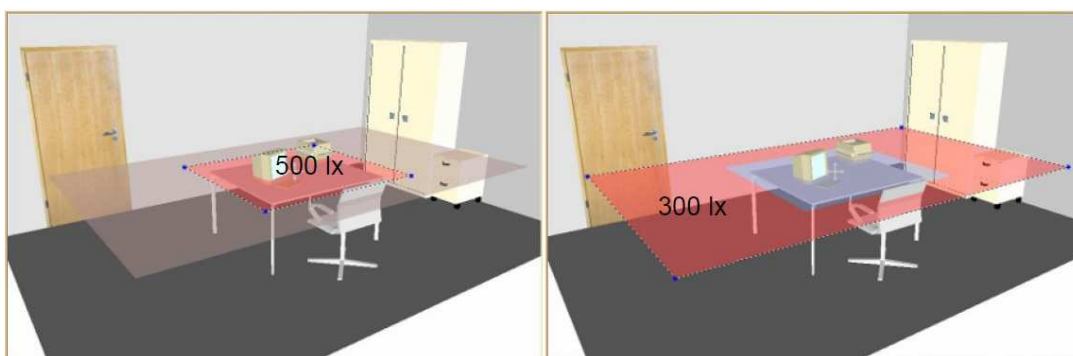
I corpi illuminanti sopra i macchinari del reparto produttivo (sviluppo destro dell'immagine) sono collegati a tre blindosbarre disposte secondo il lato lungo del capannone, garantendo i lux minimi sul piano di lavoro. Queste lavorazioni consistono in esigenze visive semplici (lavorazioni grossolane o tramite macchinari non di precisione), ma laddove vi siano esigenze visive particolari oltre alle normali sorgenti luminose poste sulla blindosbarra a soffitto vi sono delle ulteriori plafoniere installate a un'altezza minore, per garantire in queste aree un maggiore illuminamento.

Nel magazzino invece, situato a sinistra nell'immagine precedente, si ha una disposizione delle plafoniere secondo il lato corto, tutte alla medesima altezza e in un contesto architettonico che sfrutta molto la luce naturale proveniente dall'esterno, grazie alla massiccia presenza di lucernai.

L'ottima integrazione tra luce naturale ed artificiale tuttavia, ad oggi non dà alcun vantaggio economico e di gestione, poiché tutti corpi illuminanti restano accesi durante le otto ore lavorative.

Passando ora a visionare i locali ufficio, essi sono disposti in due piani diversi.

In questi locali troviamo plafoniere composte da quattro tubi fluorescenti da 18 W (lunghezza 600 mm), per garantire come da normativa i 500 lux nel compito visivo, e i 300 lux nella zona circostante mantenendo un'uniformità maggiore uguale a quella di soglia.



Illuminamento minimo da garantire per il compito visivo in ufficio.

IL PROGETTO LED

La prima analisi tecnico economica riguardante l'illuminazione è stata fatta considerando l'installazione di tubi al led, in sostituzione a quelli esistenti.

Puntare all'efficienza energetica tramite l'utilizzo della seguente tecnologia sicuramente è un azzardo dal punto di vista economico, in quanto essendo agli albori di questa tipologia di corpi illuminanti vi è una grande incertezza sulla durata di vita e un costo esorbitante, ma anche dal punto di vista tecnico non sono pochi gli scogli: la certificazione CEI EN per l'utilizzo di tale plafoni in ambito lavorativo in primis (che pochi produttori di led detengono), e le caratteristiche illuminotecniche "deboli", poiché com'è ben noto nonostante i led abbiano uno tra i maggiori rendimenti luminosi il flusso emesso è esiguo.

Tornando alla nostra analisi, la sostituzione viene analizzata in maniera differente per il reparto produttivo e per gli uffici: nel primo, dove sono installati plafoni 2x58W con reattore elettronico, prenderanno posto tubi al led da 21 W di lunghezza 1500 mm, e la proporzione per la sostituzione avverrà secondo di rapporto 1 : 1,6. Questo valore è stato trovato grazie ad un'esperienza eseguita in laboratorio, dove in una blindosbarra ad un'altezza di otto metri sono stati installati dieci corpi illuminanti tradizionali, mentre in una seconda blindosbarra (per aver gli stessi livelli di illuminamento nel piano di lavoro) se ne sono dovute installare 16 con a bordo tubi LED.



- Tubi fluorescenti ottica T8
- Contenitore in PMMA
- Assenza di disturbi RF e flickers
- Senza starter e reattore
- Mantenimento del flusso luminoso
- Durata > 50.000 h
- Temperatura -20 ; +50
- Indice resa cromatica RA > 75
- Alimentazione: 230 V
- Angolo di emissione: 120°
- Flusso luminoso: 2240 lumen

Esempi o di Tubo al Led da 22 W
(Catalogo: DLEDS - Detas spa)

Per quanto riguarda gli uffici invece, la sostituzione avverrà con tubi al led da 8W, ed essendo l'altezza dell'installazione questa volta favorevole è plausibile ipotizzare una sostituzione 1:1.

L'installazione dei tubi al led in entrambe i casi avviene scollegando starter e reattore nel plafone esistente e sostituendo la coppia di tubi: alle estremità del tubo arriveranno fase e neutro (tramite la blindosbarra) senza necessitare dell'alimentatore bassissima tensione per i led, che nella maggior parte dei casi rappresenta un handicap per questa tecnologia.

Per monetizzare il costo della sostituzione è stata effettuata una stima, nella quale si è considerato un costo della manodopera di 25 euro/ora e un numero di lampade manutentate all'ora pari a 12 (per gli uffici la stima sul costo orario è la stessa, mentre si è allungato il tempo per la sostituzione, ipotizzando una lampada ogni 15 minuti).

Vediamo ora un riepilogo delle voci di consumo e dei costi di gestione per quanto riguarda il reparto produttivo, per redarre un conto economico che quantifichi il pay back.

Dati iniziali:

- Numero di tubi tradizionali installati: 1002
- Numero di tubi al led: 1605
- Ore di funzionamento al giorno: 9
- Giorni lavorativi all'anno: 230
- Costo medio del kWh (anno 2010): 14,5 c€ / kWh

	Corrente	Tensione	Potenza	Costo unitario	Costo totale
Neon tradizionale 58W	0,3 A	230 V	60 W	€ 3	€ 3.006,00
Costo manutenzione				€ 2	€ 2.004,00
Neon Led 22 Watt	0,1 A	230 V	22 W	€ 100	€ 160.500,00
Costo montaggio				€ 6	€ 9.630,00

Tabella delle spese di manutenzione dell'impianto esistente e dell'ipotetico impianto con illuminazione a Led

Per effettuare il confronto è necessario partire da una condizione di costo di partenza, ovvero il raffronto va fatto secondo le spese di manutenzione dell'impianto esistente. Pertanto vanno considerate, oltre alle spese di manutenzione, anche le spese di gestione riassunte nella tabella sottostante.

	Potenza	Quantità	N.°ore	N.°giorni	Costo energia	Costo totale	
NEON 58W	60 W	1002	9 h	230 gg	0,145 c€/kWh	5.010,00	EURO
LED 22W	22 W	1605	9 h	230 gg	0,145 c€/kWh	170.130,00	EURO

Tabella delle spese di gestione dell'impianto esistente e dell'ipotetico impianto con illuminazione a Led

Infine possiamo riassumere i costi totali (gestione e manutenzione) e vedere con il risparmio atteso in quanti anni viene ripagato l'investimento sostenuto, assumendo un costo al primo anno pari alla differenza tra l'investimento per la sostituzione dei corpi illuminanti e il costo di gestione e manutenzione dell'impianto esistente.

	Consumo giornaliero	Consumo annuale	Costo energia	Costo totale
NEON 58 W	540 kWh	124.200 kWh	18.009 €/anno	€ 23019,00
LED 22 W	198 kWh	45.540 kWh	6.603 €/anno	€ 176.733,30
INVESTIMENTO PRIMO ANNO			€	153.714,30
RISPARMIO ANNUO			€	11.405,70
RITORNO INVESTIMENTO				13,48 anni

Analogamente, può essere calcolato il payback per la sostituzione dei corpi illuminanti nel reparto uffici, come vediamo nella seguente tabella.

Dati iniziali:

- Numero di tubi tradizionali installati: 320
- Numero di tubi al led: 320
- Ore di funzionamento al giorno: 9
- Giorni lavorativi all'anno: 230
- Costo medio del kWh (anno 2010): 14,5 c€ / kWh

	Corrente	Tensione	Potenza	Costo unitario	Costo totale
Neon tradizionale 18W	0,12 A	230 V	24,6 W	€ 2	€ 640,00
Costo manutenzione				€ 10	€ 3200,00

Neon Led 8 Watt	0,04 A	230 V	8,8 W	€ 65	€ 20.800,00
Costo montaggio				€ 10	€ 3.200,00

	Potenza	Quantità	N.°ore	N.°giorni	Costo energia	Costo totale	
NEON 18W	24,6 W	320	9 h	230 gg	0,145 c€/kWh	3.840,00	EURO
LED 8W	8,8 W	320	9 h	230 gg	0,145 c€/kWh	24.000,00	EURO

	Consumo giornaliero	Consumo annuale	Costo energia	Costo totale
NEON 18 W	221,4 kWh	50.922 kWh	7.384 €/anno	11.223,69 €
LED 8 W	79,2 kWh	18.216 kWh	2.641 €/anno	26.641,32 €

INVESTIMENTO PRIMO ANNO 15.417,71 €

RISPARMIO ANNUO 4.772 €

RITORNO INVESTIMENTO 3,25 anni

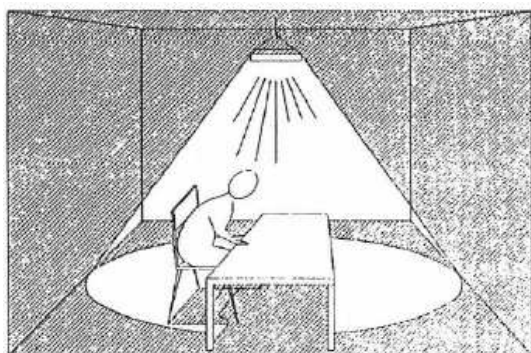
Possiamo concludere questa analisi dimostrando che la sostituzione non si è rivelerebbe conveniente per quanto riguarda il reparto produttivo, a causa del sostanziale aumento dei corpi illuminanti da installare dovuto all'altezza dei locali.

La sostituzione si sarebbe rivelata vantaggiosa con i volumi in gioco qualora l'azienda lavorasse in più turni, nella fattispecie il ritorno dell'investimento si ridurrebbe a poco meno di cinque anni facendo produrre in due turni anziché in uno, o meglio ancora il payback si attesterebbe al terzo anno qualora vi fosse una produzione continua in 3 turni.

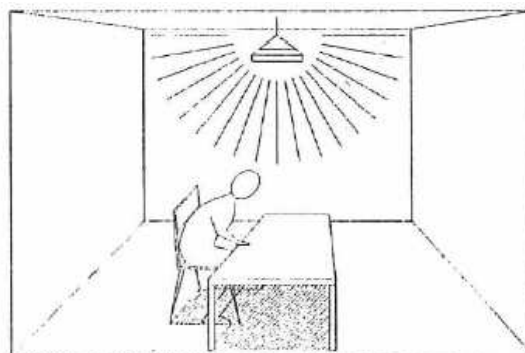
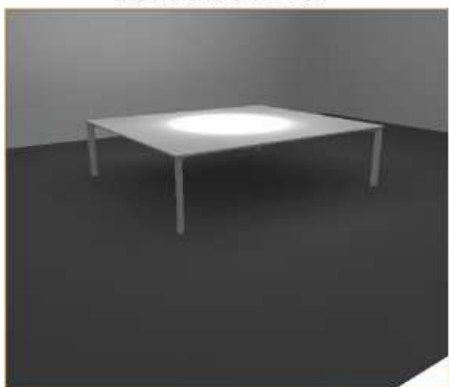
Per quanto riguarda invece il reparto uffici, la sostituzione potrebbe ritenersi vantaggiosa anche da subito, in quanto il tempo di ritorno è inferiore ai quattro anni. Giocoforza di questa soluzione è l'altezza favorevole che, studio illuminotecnico approfondito a parte, potrebbe permettere una sostituzione 1:1.

Con uno studio illuminotecnico verificherebbero questa soluzione in profondità, analizzando il rispetto dei valori minimi di illuminamento e dell'uniformità dell'illuminamento.

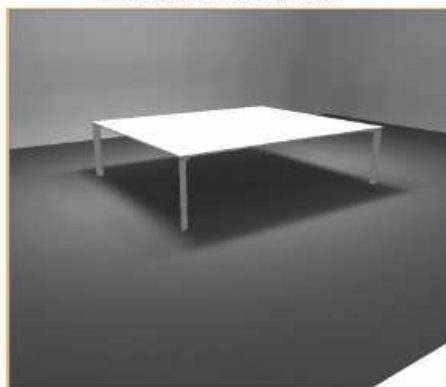
Soprattutto quest'ultimo vincolo da rispettare è stringente, in quanto devo garantire una soglia minima di illuminamento anche al di fuori del compito visivo.



Soluzione errata



Soluzione corretta



Ad oggi nel mercato non esistono ancora i datasheet da caricare in programmi di simulazione e verifica (es. Dialux) per avere la garanzia di rispetto di tutti i vincoli dell'illuminazione nei luoghi di lavoro; tornando al nostro caso, se l'esito del programma però andasse nella direzione del dover aumentare il numero di corpi illuminanti in una proporzione del tipo 1:1,5 il payback sarebbe ben oltre l'ottavo anno conteggiando i costi di installazione dei nuovi corpi illuminanti.

IL PROGETTO BEGHELLI: UN MONDO DI LUCE A COSTO ZERO

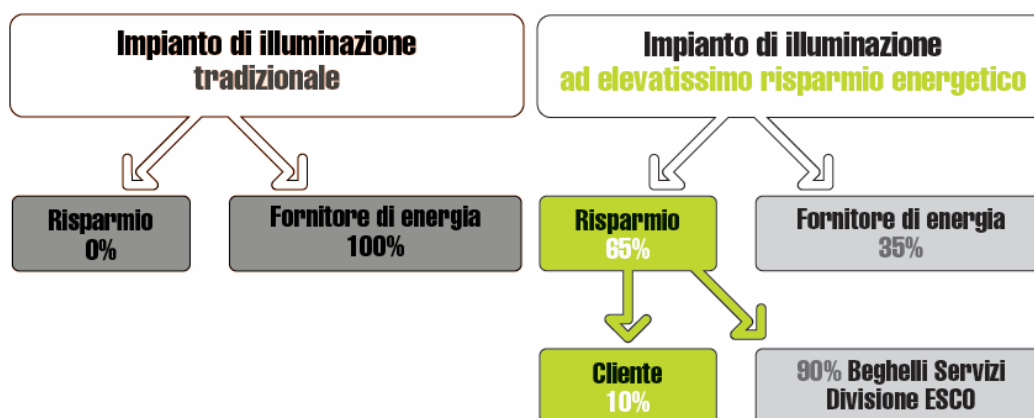
Il progetto “un mondo di luce a costo zero” di Beghelli è un sistema di illuminazione in grado di risparmiare fino ad oltre il 70% dei costi energetici rispetto ai sistemi di illuminazione tradizionali mediante l’installazione di corpi illuminanti di ultima generazione.

Il progetto prevede la sostituzione, “a costo zero” per il cliente, degli apparecchi di un impianto di illuminazione convenzionale, con gli apparecchi Beghelli ad elevatissimo risparmio energetico: grazie ad un sistema elettronico è possibile sapere in tempo reale quanto risparmia il nuovo impianto rispetto agli apparecchi di un impianto di illuminazione convenzionale, e monitorarne anomalie e malfunzionamenti.

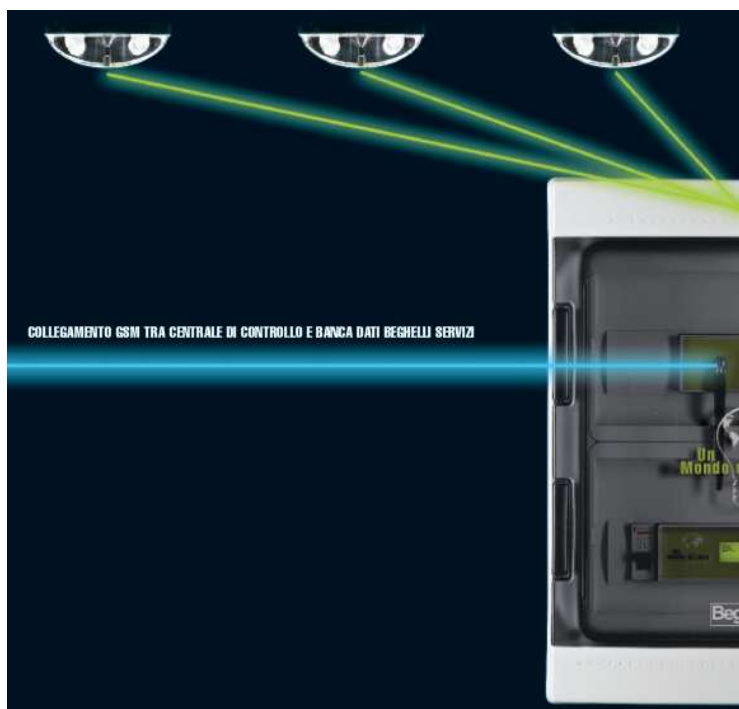
I principali vantaggi di questa offerta Beghelli consistono nell’assenza di un vero e proprio investimento per la realizzazione del nuovo impianto di illuminazione, poiché come vedremo in seguito l’impianto si ripaga “da solo” mediante la propria efficienza energetica.

Proprio questo è punto di forza del progetto Beghelli: il risparmio è immediato e si configura come un mancato esborso per il cliente nella misura del 10% del risparmio stesso, mentre la parte rimanente spetta a Beghelli (Divisione ESCO) per il pagamento del canone di servizio per tutta la durata del contratto: durante questo lasso di tempo Beghelli asservirà gratuitamente alla manutenzione ordinaria e straordinaria, comprese eventuali rotture dei tubi fluorescenti.

IERI... **OGGI...**
facevi i conti col risparmio il risparmio ti paga i conti!



La tecnologia utilizzata in questo progetto da Beghelli ha come componente fondamentale il “Kit Contarisparmio”, il sistema di misura del risparmio energetico. Allocato all’interno di un simil quadro di distribuzione, riceve via onde radio i consumi reali di ciascun plafone, in quanto identificati univocamente da una stringa. Rilevate le misure, il contatore le inoltra via GSM alla banca dati di Beghelli per la pubblicazione dei dati sul web, dove l’utente potrà monitorare anomalie, consumi e risparmio.

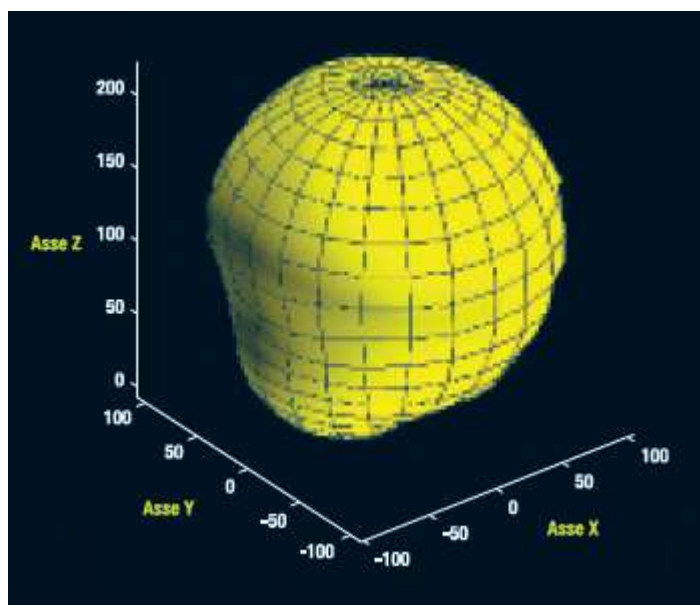


Schema esemplificativo dei collegamenti: via onde radio tra plafoni e contarisparmio e GSM con la banca dati di Beghelli.

L’altro componente fondamentale di questo progetto è il corpo illuminante stesso, un apparecchio per l’illuminazione industriale ad elevatissimo risparmio energetico. Due i modelli presi in considerazione per la sostituzione di quelli esistenti in Haier:

1) Risparmia RX01, questo il nome dell’apparecchio per il reparto produttivo. Pensata per sostituire le plafoniere stagne con tubi al neon 2x58W esistenti ha come caratteristiche fondamentali:

- Potenza elettrica assorbita: 85 W
- Efficienza luminosa: 81 lumen/W
- Rendimento luminoso: 75%
- Reattore elettronico autodimmerabile
- Fotocellula (sensore) di dimmerazione



Curva polare della distribuzione luminosa di Risparmia RX01

2) Risparmia RX02: realizzata appositamente per i locali ufficio, è un apparecchio a luce diretta-indiretta con ottica antiabbagliamento.



Realizzata appositamente per la sostituzione degli apparecchi ad incasso 4x18W, ha un rendimento luminoso pari a 72%, ed un efficienza luminosa di 57 lumen/W.

Tornando alle condizioni contrattuali del presente progetto, Beghelli presenta al cliente un prospetto come quello qui in seguito riportato, dove riassume consumi e risparmi, monetizzando quest'ultimi per calcolare la durata del contratto.

Tipo di apparecchi sostituiti:		Consumo ballast ferromagnetico (Valore medio pesato):		ORA ON:	8:00	ORA OFF:	17:00
DESCRIZIONE:	Risparmia 2x58 RX01	DIRETTIVA EU 2000/55/EC-CLASSE C (WATT):	150	GIORNI AL MESE:	21	MESE ALL'ANNO:	11
CORRISPETTIVO TOTALE MINIMO:	250,00 €	Consumo Risparmia 2x58 RX01 (WATT):	41,6	TOTALE ORE ALL'ANNO: 2079			
Numero di apparecchi sostituiti:	501 pz.	Risparmio energetico medio:	72,3 %	Costo al kWh:	0,145 €	Risparmio per ogni apparecchio sostituito:	33 €/anno

RISPARMIO ENERGETICO

IERI, FACEVI I CONTI CON IL RISPARMIO...

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE TRADIZIONALE	
RISPARMIO €/anno	ENERGIA €/anno
0	22654



OGGI, IL RISPARMIO TI PAGA I CONTI!

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE AD ELEVATISSIMO RISPARMIO ENERGETICO	
RISPARMIO €/anno	ENERGIA €/anno
16368	6286
10% PER TE €/anno	BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO
1637	14731
A RAGGIUNGIMENTO DEL CORRISPETTIVO TOTALE MINIMO: €250,00, anni: 8,50	
RISPARMIO €/anno	ENERGIA €/anno
16368	6286
30% PER TE €/anno	BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO
4910	11458

Spesa di **MANUTENZIONE A CARICO** della tua azienda

Spesa di **MANUTENZIONE COMPRESA NEL SERVIZIO** per tutta la durata del contratto

TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO:	per anni:	8,50	€ 13917	TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO IN 9ANNI:	€ 16361
	per anni:	0,50	€ 2444		

Di fatto si calcola un “corrispettivo totale minimo da raggiungere” pari al prodotto tra il numero di corpi illuminanti e il valore che Beghelli associa ai suoi corpi illuminanti. Ad esempio, nel caso del modello Risparmia RX01, da installare in sostituzione ai plafoni 2x58 W nel reparto produttivo, Beghelli quantifica in 250 € il corrispettivo per ogni plafone: in poche parole stima nei 250 € il costo dell’apparecchio e la sua manutenzione per tutta la durata del contratto.

La durata del contratto è pari proprio al rapporto tra il “corrispettivo totale minimo da raggiungere” e il 90% del risparmio annuo ottenuto, ovvero la quota parte di risparmio annuo che il cliente vede come un canone da versare a Beghelli per pagare l’installazione e la manutenzione dell’impianto di illuminazione.

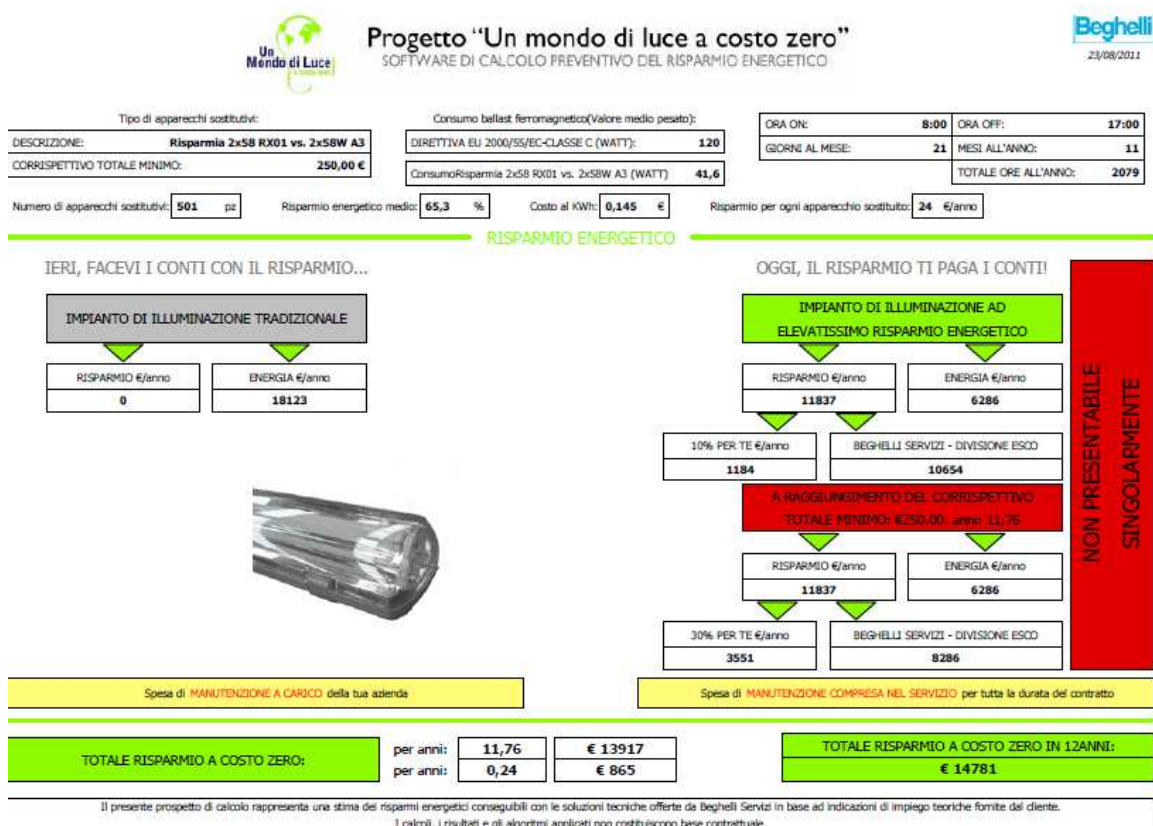
Conclusa questa parte descrittiva sul progetto in analisi, vediamo una valutazione economica sull’effettiva convenienza di questo sistema di illuminazione ad alta efficienza in Haier Italy.

Per quanto riguarda il progetto UMDL nel reparto produzione, i dati di partenza sono:

- Ore annue di funzionamento: 2079 ore (230 giorni lavorativi * 9 ore al giorno)
- Numero tubi fluorescenti: 1002
- Numero corpi illuminanti: 501
- Costo medio del kWh (2010): 14,5 c€/kWh
- Consumo plafoni attualmente installati: 120 W
- Stima consumo plafone Beghelli: 41,6 W ÷ 85 W

Riguardo il consumo della lampada Risparmia RX01, il primo valore sulla stima del consumo è dovuto al fatto che la plafoniera e' corredata dall'apposita fotocellula di dimmerazione in funzione del contributo di luce esterna, pertanto il vantaggio e' che nelle ore diurne non consuma gli 85 W massimi. Analizzando il risparmio testato sugli impianti in funzione dal 2006, si è convenuti a definire tale valore di consumo. Altrimenti annullando il contributo di luce, risultano gli 85 W come da datasheet.

Analizzando i due report riguardanti le due ipotesi marginali, eccone i risultati.



Report estratto dal programma "UMDL" di Beghelli – Caso con stima del consumo di RX01 (produzione) pari a 41,6 W

Quello che ovviamente ci si aspetta dal secondo caso (con la stima maggiore del consumo) è un aumento vertiginoso del payback, in quanto diminuisce in maniera significativa il risparmio energetico (si passa da un gap " 120W → 41,6W " a un intervallo " 120W → 85 W ").

Tipo di apparecchi sostituiti:		Consumo ballast ferromagnetico (Valore medio pesato):		ORA ON:	8:00	ORA OFF:	17:00	
DESCRIZIONE:	Risparmia 2x58 RX01 vs. 2x58W A3	DIRETTIVA EU 2000/55/EC-CLASSE C (WATT):	120	GIORNI AL MESE:	21	MESI ALL'ANNO:	11	
CORRISPETTIVO TOTALE MINIMO:	250,00 €	Consumo/Risparmia 2x58 RX01 vs. 2x58W A3 (WATT)	85	TOTALE ORE ALL'ANNO:				2079
Numero di apparecchi sostituiti: 501 pz		Risparmio energetico medio:	29,2 %	Costo al kWh:	0,145 €	Risparmio per ogni apparecchio sostituito:		11 €/anno

RISPARMIO ENERGETICO

IERI, FACEVI I CONTI CON IL RISPARMIO...

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE TRADIZIONALE	
RISPARMIO €/anno	0
ENERGIA €/anno	18123



OGGI, IL RISPARMIO TI PAGA I CONTI!

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE AD ELEVATISSIMO RISPARMIO ENERGETICO	
RISPARMIO €/anno	5286
ENERGIA €/anno	12837
10% PER TE €/anno	529
BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO	4757
A RAGGIUNTIMENTO DEL CORRISPETTIVO: TOTALE MINIMO: €150,00 - anni: 3,33	
RISPARMIO €/anno	5286
ENERGIA €/anno	12837
30% PER TE €/anno	1586
BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO	3700

NON PRESENTABILE SINGOLARMENTE

Spese di MANUTENZIONE A CARICO della tua azienda	Spese di MANUTENZIONE COMPRESA NEL SERVIZIO per tutta la durata del contratto
---	--

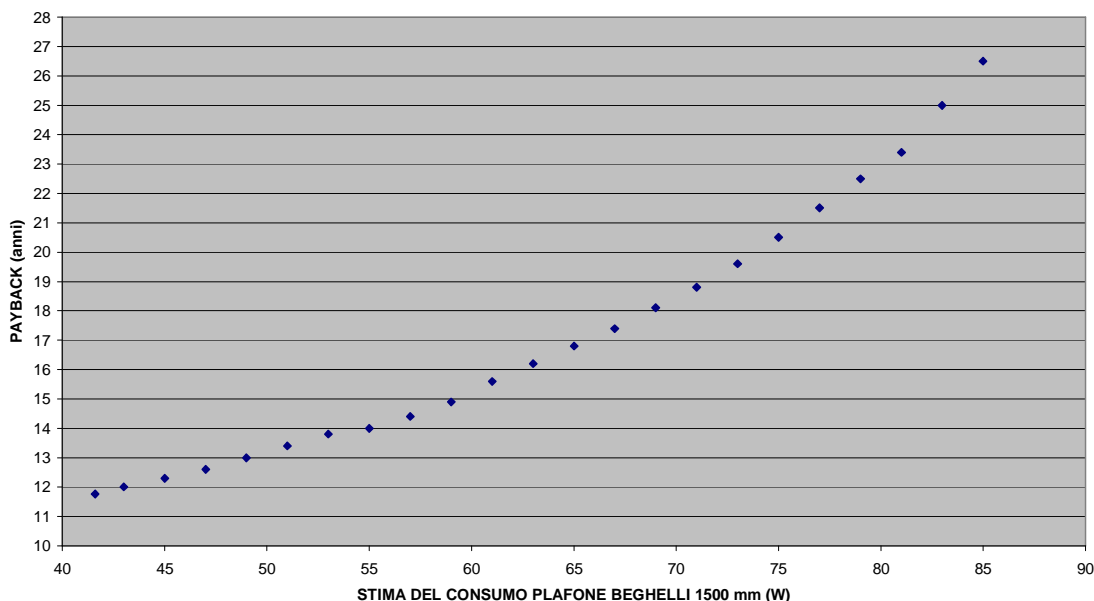
TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO:	per anni:	26,33	€ 13917	TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO IN 27ANNI:	€ 14983
	per anni:	0,67	€ 1067		

Il presente prospetto di calcolo rappresenta una stima dei risparmi energetici conseguibili con le soluzioni tecniche offerte da Beghelli Servizi in base ad indicazioni di impiego teoriche fornite dal cliente. I calcoli, i risultati e gli algoritmi applicati non costituiscono base contrattuale.

Report estratto dal programma "UMDL" di Beghelli - Caso con stima del consumo di RX01 (produzione) pari a 85 W

Nel caso volessimo vedere più da vicino la variazione del payback all'aumentare della stima del consumo di risparmi RX01, nel grafico seguente è stato rappresentato il trend tendenziale.

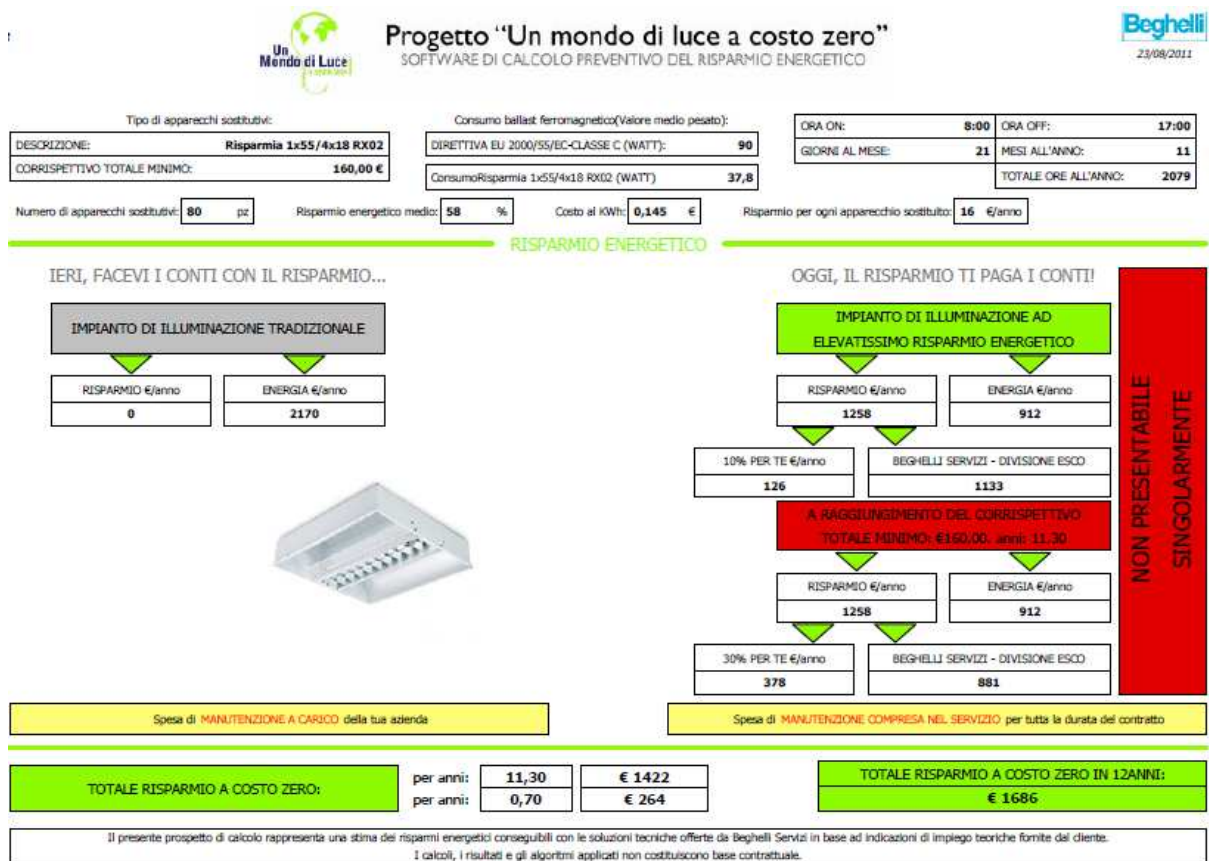
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO IN FUNZIONE DEL RISPARMIO



Nel “secondo” impianto di illuminazione, quello riguardante i locali uffici, vi sono i seguenti dati di partenza:

- Ore annue di funzionamento: 2079 ore (230 giorni lavorativi * 9 ore al giorno)
- Numero tubi fluorescenti: 320
- Numero corpi illuminanti: 80
- Costo medio del kWh (2010): 14,5 c€/kWh
- Consumo plafoni attualmente installati: 90 W
- Stima consumo plafone Beghelli: 37,8 W ÷ 60 W

Anche qui, dal programma Beghelli per l’analisi dei consumi, i due report dei casi limite sono i seguenti.



Report estratto dal programma “UMDL” di Beghelli – Caso con stima del consumo di RX02 (uffici) pari a 37,8 W

Tipo di apparecchi sostituiti:		Consumo ballast ferromagnetico (Valore medio pesato):		ORA ON: 8:00	ORA OFF: 17:00
DESCRIZIONE:	Risparmia 1x55/4x18 RX02	DIRETTIVA EU 2000/55/EC-CLASSE C (WATT):	90	GIORNI AL MESE: 21	MESI ALL'ANNO: 11
CORRISPETTIVO TOTALE MINIMO:	160,00 €	Consumo/Risparmia 1x55/4x18 RX02 (WATT)	60	TOTALE ORE ALL'ANNO: 2079	
Numero di apparecchi sostituiti: 80 pz		Risparmio energetico medio: 33,3 %	Costo al KWh: 0,145 €	Risparmio per ogni apparecchio sostituito: 9 €/anno	

RISPARMIO ENERGETICO

IERI, FACEVI I CONTI CON IL RISPARMIO...

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE TRADIZIONALE	
RISPARMIO €/anno	0
ENERGIA €/anno	2170



OGGI, IL RISPARMIO TI PAGA I CONTI!

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE AD ELEVATISSIMO RISPARMIO ENERGETICO	
RISPARMIO €/anno	723
ENERGIA €/anno	1447
10% PER TE €/anno	72
BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO	651
A RAGGIUNGIMENTO DEL CORRISPETTIVO TOTALE MINIMO: €160,00 - anni: 19,56	
RISPARMIO €/anno	723
ENERGIA €/anno	1447
30% PER TE €/anno	217
BEGHELLI SERVIZI - DIVISIONE ESCO	506

NON PRESENTABILE SINGOLARMENTE

Spesa di MANUTENZIONE A CARICO della tua azienda

Spesa di MANUTENZIONE COMPRESA NEL SERVIZIO per tutta la durata del contratto

TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO:

per anni:	19,66	€ 1422
per anni:	0,34	€ 74

TOTALE RISPARMIO A COSTO ZERO IN 20ANNI:

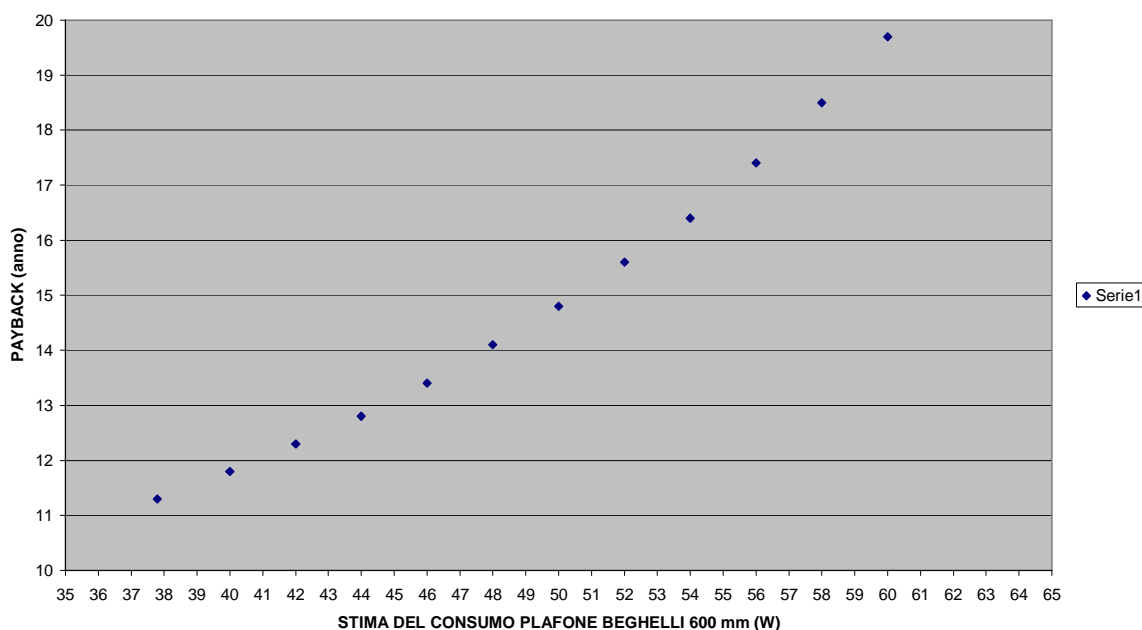
€ 1497

Il presente prospetto di calcolo rappresenta una stima dei risparmi energetici conseguibili con le soluzioni tecniche offerte da Beghelli Servizi in base ad indicazioni di impiego teoriche fornite dal cliente. I calcoli, i risultati e gli algoritmi applicati non costituiscono base contrattuale.

Report estratto dal programma "UMDL" di Beghelli - Caso con stima del consumo di RX02 (uffici) pari a 60 W

Come nel caso riguardante la sostituzione dei plafoni nel reparto illuminazione, anche qui possiamo vedere dal grafico successivo come varia il tempo di ritorno dell'investimento al variare della stima sul risparmio energetico dei corpi illuminanti Beghelli.

TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO IN FUNZIONE DEL RISPARMIO



Le conclusioni che si possono trarre alla luce dei risultati ottenuti, sono che il progetto “Un Mondo Di Luce” a costo zero sia veramente conveniente qualora la produzione lavorasse su più turni, aumentando in questo modo il risparmio ottenuto giornalmente da ciascun corpo illuminante e conseguentemente diminuendo il punto di pareggio.

Nel caso della multinazionale Haier, dove si lavora solamente su di un turno, vedendo i risultati possiamo dire che per quanto ci possa essere una lungimiranza negli investimenti dedicati all’efficienza energetica si può facilmente dedurre quanto difficile sia pensare a orizzonti temporali oltre i dieci anni.

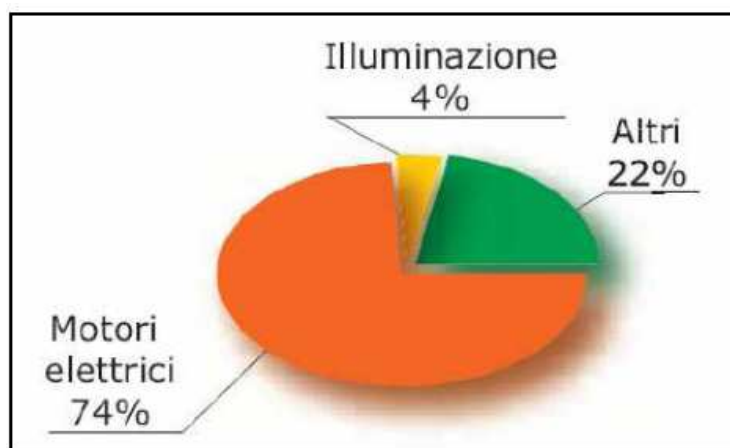
A saldi invariati, solo per dare un ordine di grandezza, ipotizzando una produzione su due turni (e stimando il consumo del plafone Beghelli nel caso migliore) il tempo di ritorno dell’investimento si attesterebbe al sesto anno; se poi volessimo avanzare l’ipotesi di una lavorazione a ciclo continuo (quindi su tre turni) con le condizioni di consumo del punto precedente il payback non arriverebbe nemmeno ai 5 anni.

EFFICIENZA ENERGETICA NEI MOTORI ELETTRICI

I motori elettrici possono essere classificati come la prima fonte di consumo all'interno del comparto industriale, vista la loro massiccia presenza e la loro energivività.

Se nelle industrie del primo dopoguerra, "il" motore elettrico era uno ed uno solo, sospeso a diversi metri dal pian terreno e dalla quale partivano una selva di cinghie e di pulegge, oggi le industrie ne sono infestate. V'è un motore ogni qualvolta vi sia bisogno di una "forza" meccanica, una rulliera od un ascensore, ogni qual volta vi siano organi da movimentare.

Ecco l'importanza del verificare le performance dei motori elettrici nell'industriale mediante un audit energetico, poiché il potenziale risparmio di questo settore (stimato del 25% nel piano europeo "Action Plan for Energy Efficiency ") è proporzionale alla percentuale di energia elettrica consumata da questo tipo di utilizzatori.



Consumi nel settore industriale

Vari studi afferenti al progetto SAVE dell'Unione Europea, hanno evidenziato la possibilità di risparmiare dell'energia utilizzata dai motori stessi, tramite interventi aventi un tempo di ritorno degli investimenti inferiore a tre anni.

A Luglio 2009, attraverso la direttiva europea "Energy using Products", viene armonizzato agli stati membri questo obiettivo d'efficienza, ridefinendo le modalità per la misura del rendimento dei motori elettrici, fornendone una nuova classificazione in base all'efficienza e imponendo l'utilizzo di particolari tipi di motore (motori elettrici trifase a gabbia con elevato rendimento) secondo predeterminate scadenze.

Mediante queste imposizioni si è cercato di togliere dal mercato macchine elettriche poco efficienti, stimolando la ricerca e lo sviluppo tecnologico presso i maggiori

costruttori europei, eliminando fisicamente la commercializzazione degli attuali motori Eff2 affinché siano installati solamente motori ad alta efficienza.

Questi motori di nuova generazione sono delle macchine elettriche innovative, aventi minori perdite rispetto ai tradizionali. Ricordando che le perdite in un motore elettrico sono riconducibili a:

- perdite meccaniche, per attrito (nei cuscinetti e alle spazzole) e per ventilazione;
- perdite nel ferro a vuoto;
- perdite per effetto Joule negli avvolgimenti di statore e rotore.

Nei motori ad alta efficienza queste perdite sono state ridotte intervenendo sui materiali o

modificando alcuni elementi costruttivi quali:

- il nucleo, realizzato con lamierini a basse perdite che diminuiscono le perdite a vuoto;
- la sezione maggiorata dei conduttori dello statore e del rotore per ridurre le perdite per effetto Joule;
- l'attenta scelta del numero di cave e della geometria delle stesse.

Queste modifiche comportano inoltre una minore produzione di calore e di conseguenza l'impiego di ventole di raffreddamento più piccole e quindi minori perdite meccaniche. Si sono così ottenuti motori che a parità di potenza hanno un rendimento migliore di quello standard ed una curva del rendimento più piatta, tale cioè da garantire, anche in caso di spostamenti del carico, un rendimento sempre vicino a quello ottimale.

Questi motori di “nuova” fattura, per dare degli ordini di grandezza, costano generalmente un 20-40% in più rispetto agli standard, detenendo però un rendimento superiore di alcuni punti percentuali ($\approx 3-8\%$). Questo permette una copertura dell'extracosto d'acquisto grazie al risparmio di energia elettrica durante il funzionamento: tutto ciò in funzione della taglia e delle ore/anno di funzionamento (il numero di ore di funzionamento oltre il quale si realizzano condizioni di convenienza aumenta all'aumentare della potenza del motore), considerato che il costo totale del motore nella propria vita (acquisto, manutenzione e consumi) è composto per $\approx 98\%$ dal costo dell'energia elettrica per il suo funzionamento, mentre il rimanente $\approx 2\%$ è dato dal costo iniziale dell'acquisto e dell'installazione.



Ripartizione dei costi di un motore elettrico nel ciclo di vita

Se volessimo definire delle “linee guida” per l'installazione di un motore ad alta efficienza, o la sostituzione di motore standard, potremmo dire che:

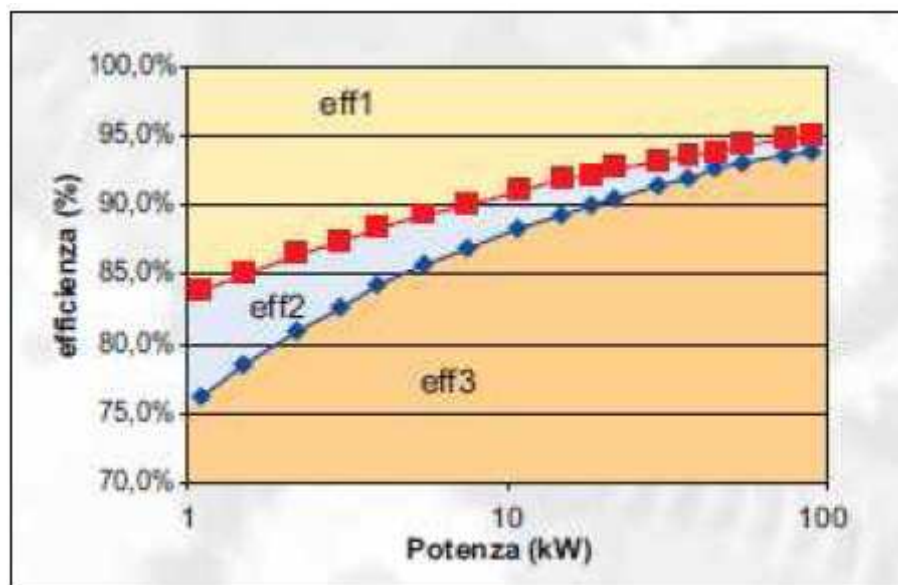
- Nuove installazioni: per motori funzionanti con funzionamento continuo (S1) e valore cumulato di ore/anno superiore alle 2000 l'installazione di un motore Eff1 (diventata IE2 da Giugno 2011) è economicamente conveniente sopra il kW;
- Sostituzione di un motore già esistente: in questo caso la convenienza c'è ancora sopra tale potenza, se il valore cumulato di ore anno sale a 3000, poiché si dovrà valutare l'intero costo di acquisto (e non solamente la differenza di costo da un motore eff1 o uno standard)

Nella realtà vi è un'ulteriore considerazione da fare: per motori di taglia inferiore ai 20-22 kW sono sufficienti poche migliaia di ore di funzionamento (minimo tecnico sulle 1800-2000 ore/anno) per rendere conveniente la sostituzione rispetto alla riparazione (riavvolgimento) del motore standard.

Sopra queste potenze il differenziale di rendimento è molto esiguo.

Ma tornando alla parte tecnico-normativa di questo asset dell'efficienza energetica nell'industria, successivamente al recepimento della direttiva "Energy using Products", il CEMEP (ossia il Comitato Europeo Costruttori Macchine Elettriche Rotanti) ha definito i vincoli tecnologici che i motori debbono avere per essere definiti ad alta efficienza.

Per la classe in servizio continuo S1, sono state stabilite tre categorie di efficienza inizialmente, Eff1-Eff2-Eff3, alla quale corrispondono dei rendimenti minimi che vanno rispettati.



Variazione del rendimento delle tre tipologie di motore al variare della potenza di targa

Questa prima suddivisione è stata successivamente corretta dalla norma IEC 60034-30 (entrata in vigore il 16 Giugno 2011), definendo e armonizzando a livello mondiale le classi di efficienza IE1, IE2 ed IE3 per motori trifase in bassa tensione.

IEC 60034-30	<i>CEMEP Accordo volontario europeo</i>
IE3 Premium efficiency	
IE2 High efficiency	<i>Comparabile all'EFF1</i>
IE1 Standard efficiency	<i>Comparabile all'EFF2</i>

Nuova classificazione dei motori elettrici

L'entrata in vigore di questa norma eliminerà la commercializzazione dei motori Eff3, obbligando l'applicazione nella targa del motore di:

- valore di efficienza per diversi gradi di carico
- livello di efficienza
- anno di produzione.

3 ~ Motor M3BP 315 SMC 4 B3							
RF12345-1		2009		No. 36FD9123456001			
				Ins.c.l. F		IP 55	
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
690 Y	50	160	1487	165	0.85	S1	
400 D	50	160	1487	284	0.85	S1	
415 D	50	160	1488	277	0.84	S1	
IE2 - 95.6 (100%) - 95.5 (75%) - 95.1 (50%)							
Prod. code 36BP312230-ADG							
Nmax 2300 r/min							
6319/C3		6314/C3		6316/C3		1000 kg	
ABB IEC 60034-1							

Targa di un motore elettrico

Per l'industria l'adozione di motori ad elevato rendimento può tradursi in una opportunità economica non indifferente, l'investimento iniziale viene largamente ripagato dalla riduzione dei costi energetici ottenibili grazie ai migliori rendimenti. Oltretutto gli incentivi fiscali ed i certificati bianchi accelerano il tempo di ritorno dell'investimento.

E' importante quindi valutare l'investimento per sostituire i motori esistenti con motori di classe IE2 effettuando l' "Audit Energetico" sui motori installati nelle

diverse sezioni dell'impianto, e redigendo un piano economico come nell'esempio che segue.

Costo d'acquisto motore alta efficienza	≈300 €		
Rendimento motore alta efficienza	87,6%		
Rendimento motore tradizionale	80,0%		
Ore annue di funzionamento	7000 h	4000 h	2000 h
Consumo del motore di classe alta efficienza	23972 kWh	13698 kWh	6849 kWh
Consumo del motore tradizionale	26250 kWh	15000 kWh	7500 kWh
Costo medio energia elettrica	0,10 €/kWh		
Costo annuale motore alta efficienza	2397 €	1370 €	685 €
Costo annuale motore tradizionale	2625 €	1500 €	750€
Differenza costi annuali	228 €	130 €	65 €
Pay-Back	1,3 anni*	2,3 anni*	4,6 anni*

Sostituzione di un vecchio motore da 3kW con un motore ad elevata efficienza

* Calcolo eseguito senza tener conto degli incentivi in conto capitale (p.e. 20% di detrazione fiscale sull'investimento) e il contributo dei certificati bianchi.

LA SITUAZIONE ATTUALE

Ad oggi nello stabilimento padovano di Haier Italy vi sono diverse linee di produzione, quali:

- Linea montaggio frighi
- Profilatura lamiere
- Linea premontaggio
- Schiumatura porte
- Termoformatura celle
- Schiumatura mobili
- Termoformatura controporte

La prima cosa da fare per improntare una politica d'efficienza nei processi produttivi è l'esecuzione di un inventario, relativamente ai motori presenti nelle diverse aree produttive.

Esso non dovrà essere fatto in maniera grossolana riportando solo il numero di motori e la potenza, ma deve contenere dati tecnici importanti, quasi tutti contenuti nella targa del motore.

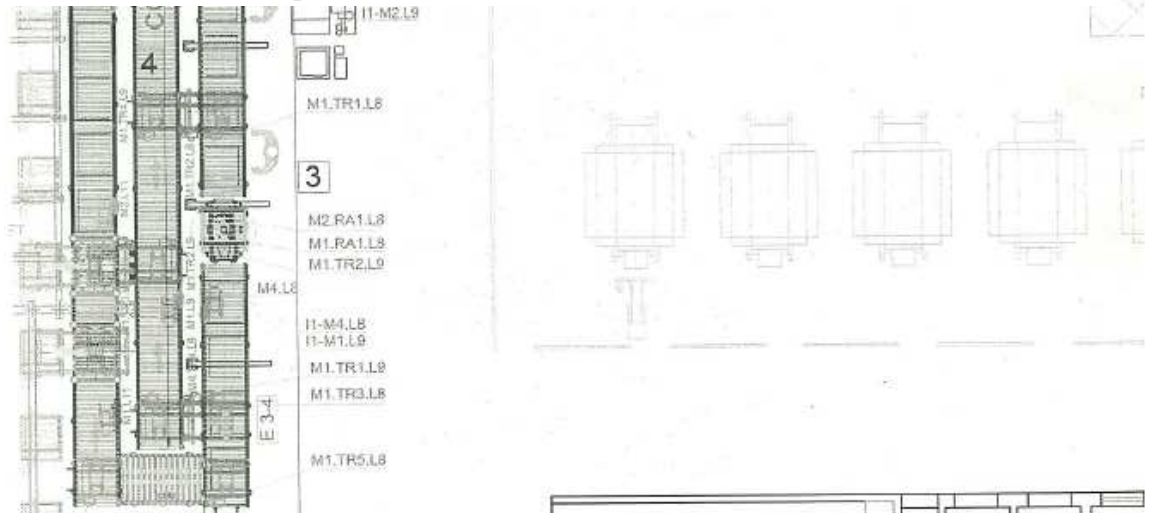
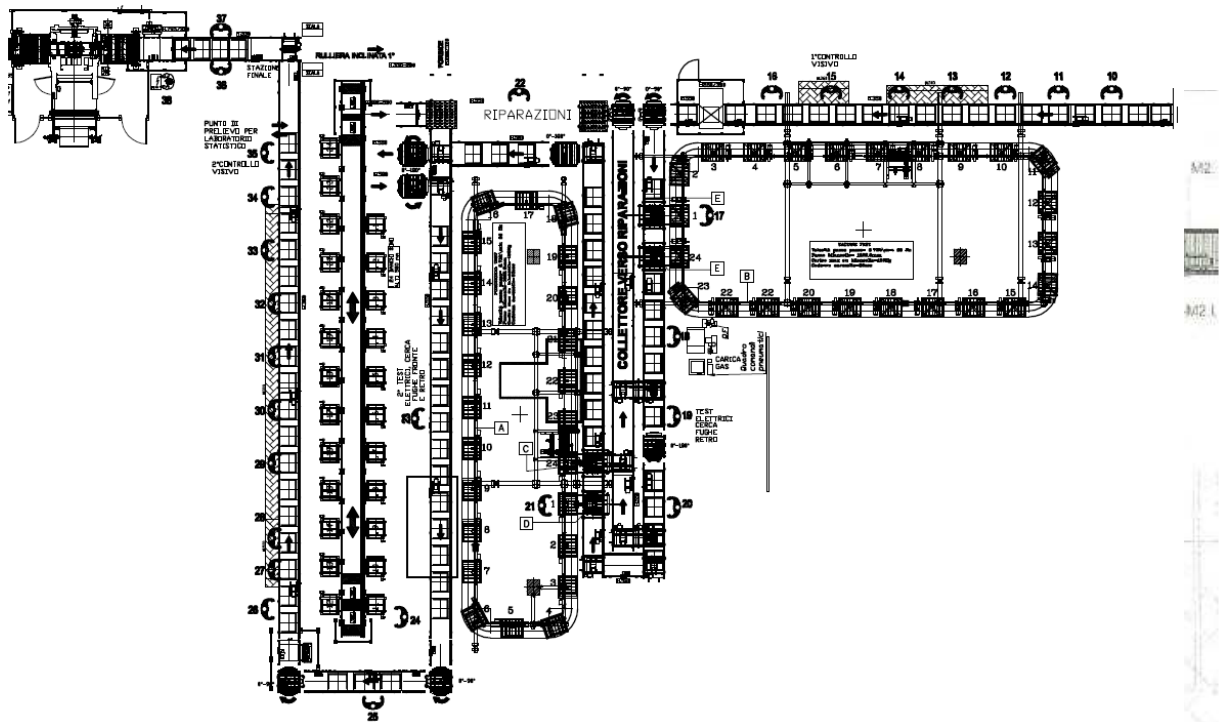
Così facendo riusciremo a dedurre l'energia elettrica consumata dal motore nell'arco dell'anno, per valutare grazie al differenziale dell'efficienza in quanti anni abbiamo il ritorno dell'investimento.

In Haier una prima distinzione può essere fatta analizzando le ore di funzionamento al giorno dei motori elettrici: vi sono motori che funzionano per le 8 ore lavorative, ed altri che lavorano ininterrottamente per 24 ore al giorno. In entrambe i casi, il fattore di carico dei motori è pari a 0,8.

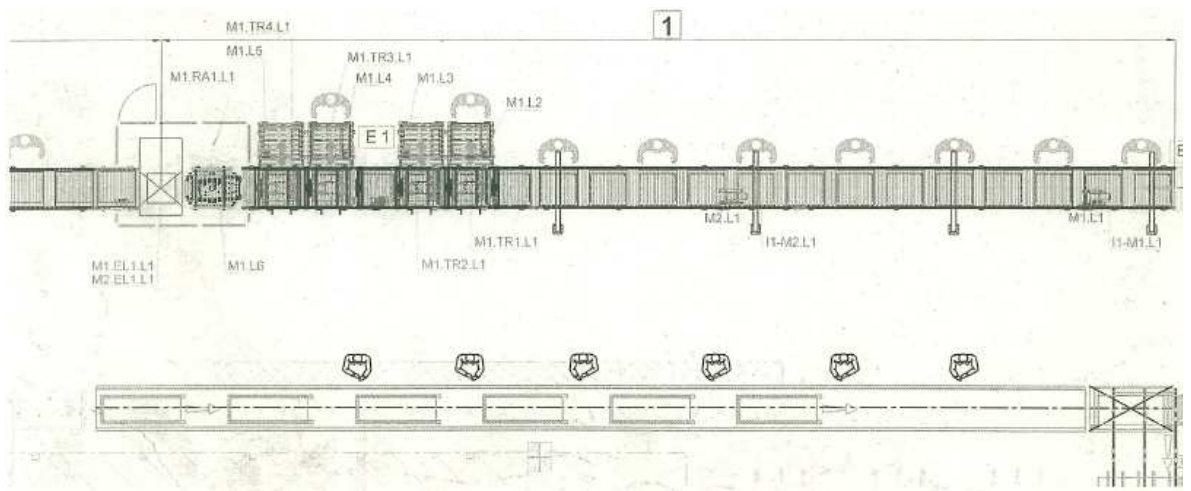
LINEA MONTAGGIO FRIGHI

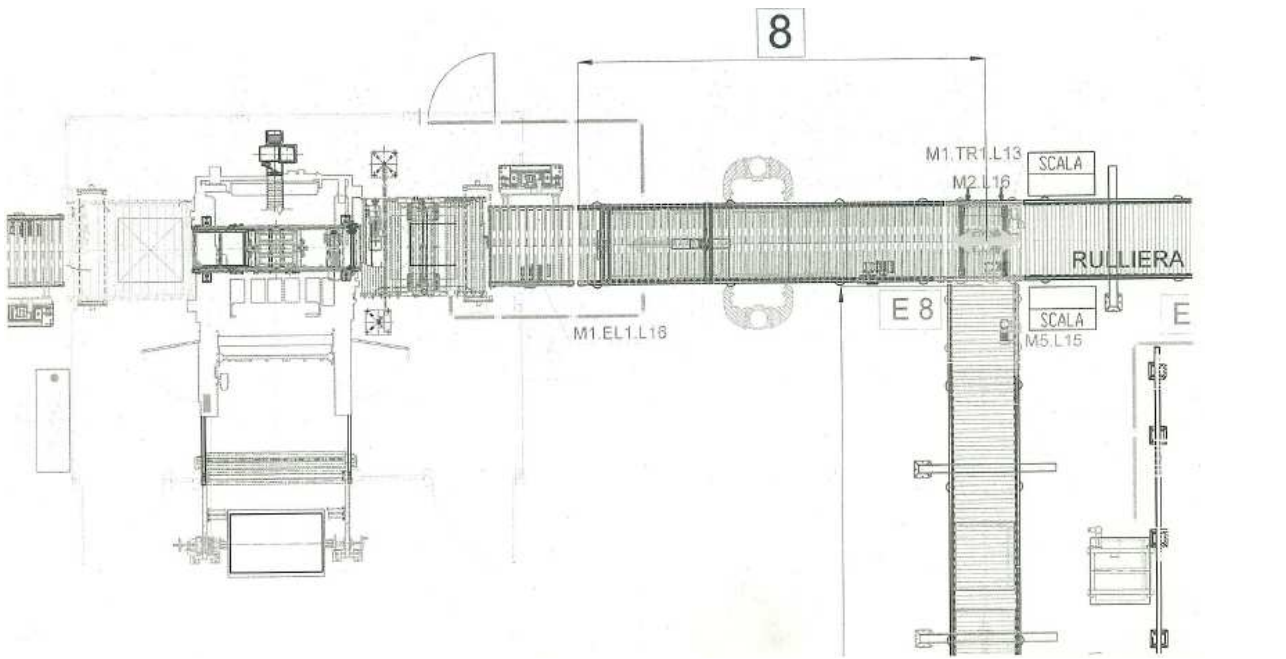
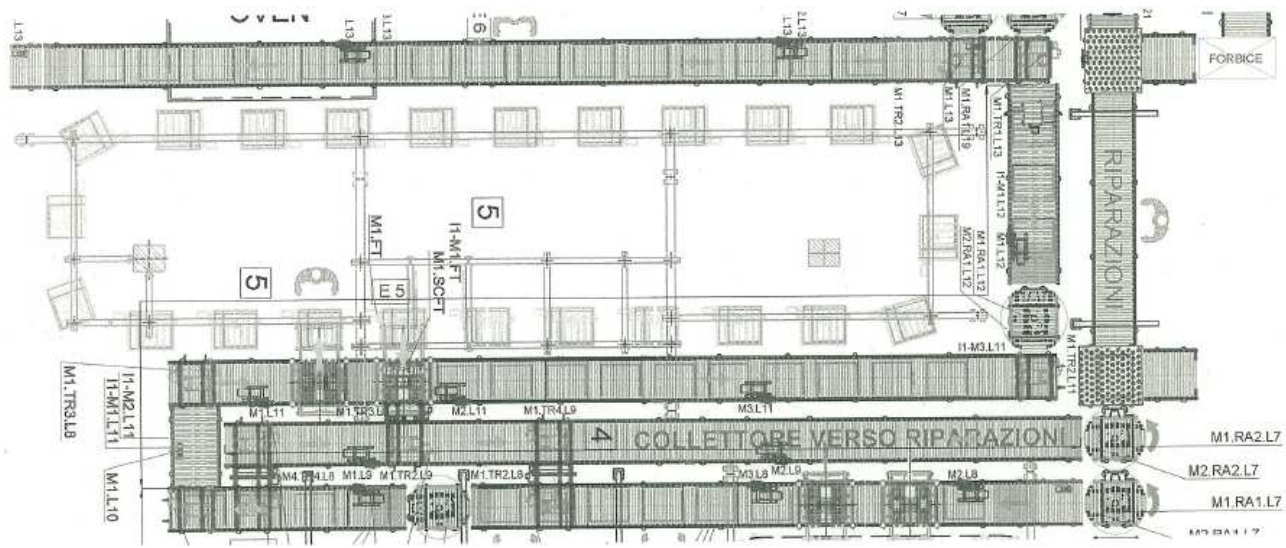
E' l'area tecnologica all'interno di Haier Italy che contiene più motori elettrici, per la movimentazione dei frigoriferi lungo la linea di montaggio. In essa entra l'U-SHELL (ovvero l'involucro esterno del frigorifero) e ne esce il frigorifero finito pronto per essere imballato.

E' composta sostanzialmente da una rulliera, nella quale si interpongono girole ed ascensori, trasportando il frigo lungo le varie stazioni di assemblaggio e di controllo.



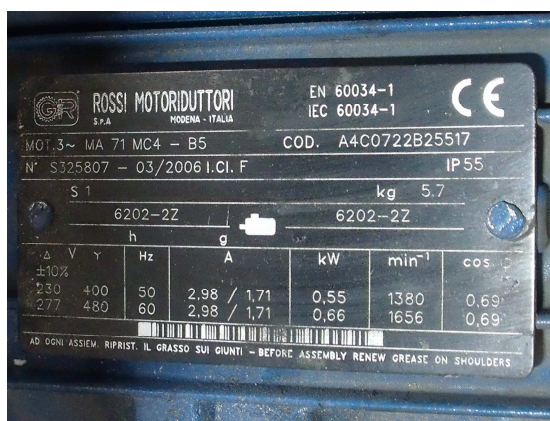
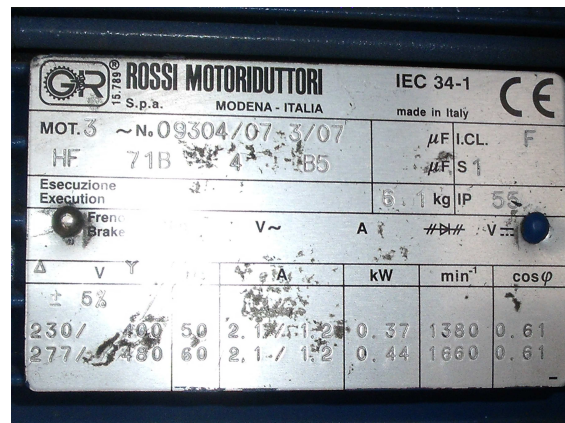
Entrando più nel dettaglio in questa linea di produzione, vediamo come è intervallata da motori, funzionanti in S1 per le 8 ore di produzione giornaliera. Ciascuno dei motori è identificato da una sigla come possiamo vedere nelle immagini successive:





I motori montati a bordo della linea sono essenzialmente di tre taglie: 0,18 kW, 0,37 kW e 0,55 kW.

Le caratteristiche elettriche e meccaniche le troviamo nelle loro targhe:



L'analisi compiuta evidenzia l'impossibilità di trarre vantaggio dalle sostituzioni dei motori esistenti, in quanto l'esiguità di potenza e il numero di ore di funzionamento all'anno (1840 h) non comporterebbe un ritorno dell'investimento in linea con la politica aziendale.

SCHIUMATURA PORTE

In questa lavorazione i motori elettrici presenti sono per la movimentazione del frigo e per l'aspirazione dei gas che deve avvenire in maniera continua:

1. MOTORE ELETTRICO 9,2 kW (tempo di funzionamento 8 ore) di
2. DUE MOTORI ELETTRICI 10 kW (tempo di funzionamento 24 ore) di
3. CENTRALINA OLEODINAMICA 5,5 kW (tempo di funzionamento 24 ore) di

TERMOFORMATURA CONTROPORTE

In questa lavorazione i motori elettrici presenti sono:

- | | | | |
|----------------------------|---------|--------|----|
| 1. CENTRALINA OLEODINAMICA | 15 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 2. MOTORE ELETTRICO | 2,2 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 3. TRE MOTORI ELETTRICI | 0,09 kW | (tempo | di |
| funzionamento 24 ore) | | | |

Nel prossimo paragrafo valuteremo la convenienza nel sostituire i primi due motori, in quanto il terzo ha una taglia troppo bassa per poter risultare conveniente.

TERMOFORMATURA CELLE

Quest'area tecnologica, comprendente motori che funzionano solo per le 8 ore lavorative, ha al suo interno i seguenti motori elettrici:

- | | | | |
|----------------------|--------|--------|----|
| 1. MOTORE ELETTRICO | 37 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 2. MOTORE ELETTRICO | 2,2 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 3. CENTRALINA OLIO | 15 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |

SCHIUMATURA PORTE

In quest'area tecnologica i motori elettrici sono:

- | | | | |
|----------------------------|--------|--------|----|
| 1. MOTORE ELETTRICO | 9,2 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 2. RISCALDATORE | 1,5 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 3. MOTORE ELETTRICO | 10 kW | (tempo | di |
| funzionamento 24 ore) | | | |
| 4. CENTRALINA OLEODINAMICA | 5,5 kW | (tempo | di |
| funzionamento 24 ore) | | | |

In questo caso in analisi, seppur tutti i motori abbiano una potenza che permetta di poter dire a priori che vi sia una qualche convenienza nella sostituzione, non verrà trattata la possibile sostituzione del motore riscaldatore, poiché una sua sostituzione

obbligherebbe a degli extracosti per il rifacimento dell'alloggio e il suo riposizionamento.

LINEA PREMONTAGGIO

In questa lavorazione il motore elettrico sulla quale andremo ad analizzare la convenienza è uno soltanto, in quanto gli altri motori presenti hanno una potenza inferiore al kW.

Il motore in analisi è di un ascensore, potenza nominale 2,2 kW e tempo di funzionamento 8 ore.

PROFILA LAMIERE

In questa macchina per la lavorazione della materia prima che diventerà l'involucro del frigorifero, trascurati i motori con potenza inferiore al kW o utilizzati raramente per eseguire ad esempio un cambio stampo, abbiamo:

- | | | | |
|----------------------------|---------|--------|----|
| 1. CENTRALINA OLEODINAMICA | 30 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 2. CENTRALINA OLEODINAMICA | 11 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |
| 3. MOTORE ELETTRICO | 9,25 kW | (tempo | di |
| funzionamento 8 ore) | | | |

SALA PREMIX

I motori contenuti in questa sala macchine sono:

- | | | | |
|-------------------------|--------|--------|----|
| 1. DUE MOTORI ELETTRICI | 3 kW | (tempo | di |
| funzionamento 24 ore) | | | |
| 2. MOTORE ELETTRICO | 2,2 kW | (tempo | di |
| funzionamento 24 ore) | | | |

SCHIUMATRICE MOBILI

Questa automazione comprende al suo interno i seguenti motori che potrebbero essere sostituiti:

- | | | | |
|--|---------|--------|----|
| 1. MOTORE (doppia velocità)
funzionamento 24 ore) | 7-10 kW | (tempo | di |
| 2. MOTORE (centralina olio)
funzionamento 8 ore) | 5,5 kW | (tempo | di |
| 3. MOTORE ASPIRAZIONE
funzionamento 24 ore) | 7,5 kW | (tempo | di |

ANALISI TECNICO ECONOMICA DELLE SOSTITUZIONI

La valutazione della sostituzione dei motori elettrici nel reparto produttivo, è stata fatta partendo da una raccolta dati sulle caratteristiche del motore, in particolare:

- Taglia motore [kW]
- Costo d'acquisto motore alta efficienza [€]
- Rendimento motore alta efficienza [%]
- Ore annue di funzionamento [h]
- Fattore di carico [%]
- Costo medio dell'energia elettrica [€/kWh]

Il prezzo d'acquisto è il prezzo che i fornitori di Haier hanno formulato in fase di offerta, non verrà maggiorato del costo dell'installazione, in quanto eseguita dai manutentori di Haier stessa.

Il foglio di calcolo utilizzato per la valutazione dell'economicità della sostituzione è presentato in seguito, ed è stato eseguito il calcolo per tutti i motori elencati nel paragrafo precedente.

Taglia motore – Kw		3	DATO
Fattore di carico (u)		1	DATO
Costo d'acquisto motore alta efficienza [€]		300	DATO
Rendimento motore alta efficienza [%]		0,876	DATO
Rendimento motore tradizionale [%]		0,8	DATO
Ore annue di funzionamento [h]		7000	DATO
Consumo del motore di classe alta efficienza [kWh]		23.972	$(kW / \eta) * n.^{\circ} ORE * u$
Consumo del motore tradizionale [kWh]		26.250	$(kW / \eta) * n.^{\circ} ORE * u$
Costo medio energia elettrica [€/kWh]		0,145	DATO
Costo annuale motore alta efficienza [€/anno]		3.476,03	kWh /anno * €/kWh
Costo annuale motore tradizionale [€/anno]		3.806,25	kWh/anno * €/kWh
Differenza costi annuali [€]		330,22	Differenza Costi Annuali
<u>Pay-Back</u> [anni]		0,91	Costo / Diff.Costi Annuali

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante: Haier, valuta come “favorevole” un tempo di ritorno dell’investimento inferiore all’anno, pertanto ecco i motori che risulterebbero idonei alla sostituzione.

Reparto	Potenza	Ore anno	Rendimento	Costo	Payback
Schium. Mobili	7,5 kW	5520 h	88,7%	412 €	3 mesi
Schium. Mobili	5,5 kW	1840 h	87,7%	346 €	11 mesi
Termof. Porte	15 kW	1840 h	90,6%	689 €	6 mesi
Termof. Celle	15 kW	1840 h	90,6%	689 €	9 mesi
Termof. Celle	2,2 kW	1840 h	84,3%	197 €	12 mesi
Schium. Porte	9,2 kW	1840 h	89,8%	602 €	10 mesi
Schium. Porte	5,5 kW	5520 h	87,7%	388 €	4 mesi
Sala Premix	3 kW	5520 h	85,5%	190 €	4 mesi
Sala Premix	2,2 kW	5520 h	84,3%	164 €	4 mesi
Sala Premix	3 kW	5520 h	85,5%	190 €	4 mesi
Olma	7,5 kW	1840 h	88,7%	412 €	10 mesi
Linea Montaggio	4 kW	1840 h	86,6%	232 €	9 mesi
Linea Premontagg.	2,2 kW	1840 h	84,3%	164 €	12 mesi

Risultati ottenuti con un prezzo del motore fornito dalla ditta MWR (VI) – Marca dei motori: Siemens

Quello che si evince da questo report è l’assoluta convenienza della sostituzione dei motori in Haier, in quanto l’esiguo tempo di ritorno dell’investimento permette di avere risparmi tangibili: basti pensare che ad ammortamento concluso, il risparmio ottenuto dal funzionamento dei nuovi motori ad alta efficienza ammonta a circa 8700 €/anno rispetto quelli attualmente installati.

RECUPERO E TRAFERIMENTO ENTALPIA

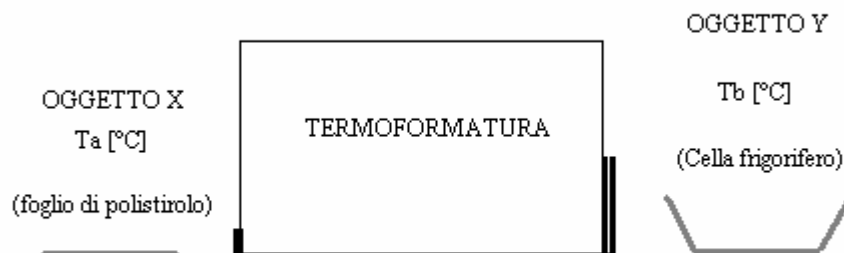
La produzione di un frigorifero Haier comprende una lavorazione tanto particolare quanto energivora, la termoformatura. Questa tecnica consiste nella stampa a caldo del materiale plastico, e viene eseguita su due diverse componenti del frigorifero: la controporta e la cella.

La termoformatura avviene facendo adagiare la lastra di materiale plastico preriscaldata (rammollita) su uno stampo, poi mediante un'aspirazione vengono copiate tutte le geometrie dello stampo stesso. Sostanzialmente nell'intercapedine tra stampo e polistirolo rammollito viene creata una depressione mediante l'aspirazione, richiamando la lastra di plastica nella superficie dello stampo.

Come si può facilmente intuire la componente fondamentale del processo è il calore, diviso in due componenti: quella assorbita dalla lastra di polistirolo per permetterne il rammollimento e quella rilasciata per convezione nell'ambiente.

Haier Italy vuole conoscere la convenienza nel recuperare parte dell'entalpia contenuta in questa quantità costante di aria calda che ad oggi viene rilasciata nel reparto produttivo.

Per capire meglio questo processo possiamo schematizzare questa lavorazione con la seguente sequenza:



In ingresso alla lavorazione abbiamo un foglio di polistirolo, le cui caratteristiche le vedremo nel prossimo paragrafo, che entra nella macchina di termoformatura a una temperatura T_a .

All'interno della camera di riscaldamento, dopo un eventuale preriscaldamento, mediante delle lampade a infrarosso avviene il rammollimento del materiale. L'assorbimento di energia termica da parte della lastra farà uscire il nostro oggetto a una temperatura T_b , maggiore di T_a .

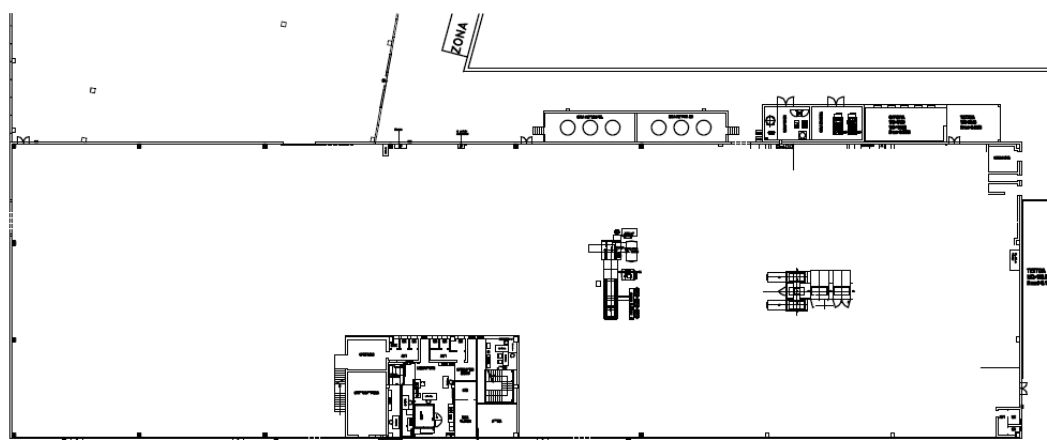
Come precedentemente detto, la quantità di calore prodotta dalle sorgenti interne alla macchina, stornata del calore assorbito dal nostro oggetto e dalla massa termica della cabina stessa, ad oggi è rilasciata per convezione naturale nell'ambiente circostante, nella fattispecie nel reparto produttivo.

Captare quest'aria calda, per utilizzare l'energia contenuta in essa, permetterebbe un suo re-impiego ad esempio per:

- Riscaldare l'ambiente
- Riscaldamento tecnologico (anelli di liquido caldo per il processo produttivo)
- Riscaldare acqua sanitaria
- Raffrescare (ottenuto mediante un ciclo ammoniac)
- Preriscaldare le lastre da termoformare.

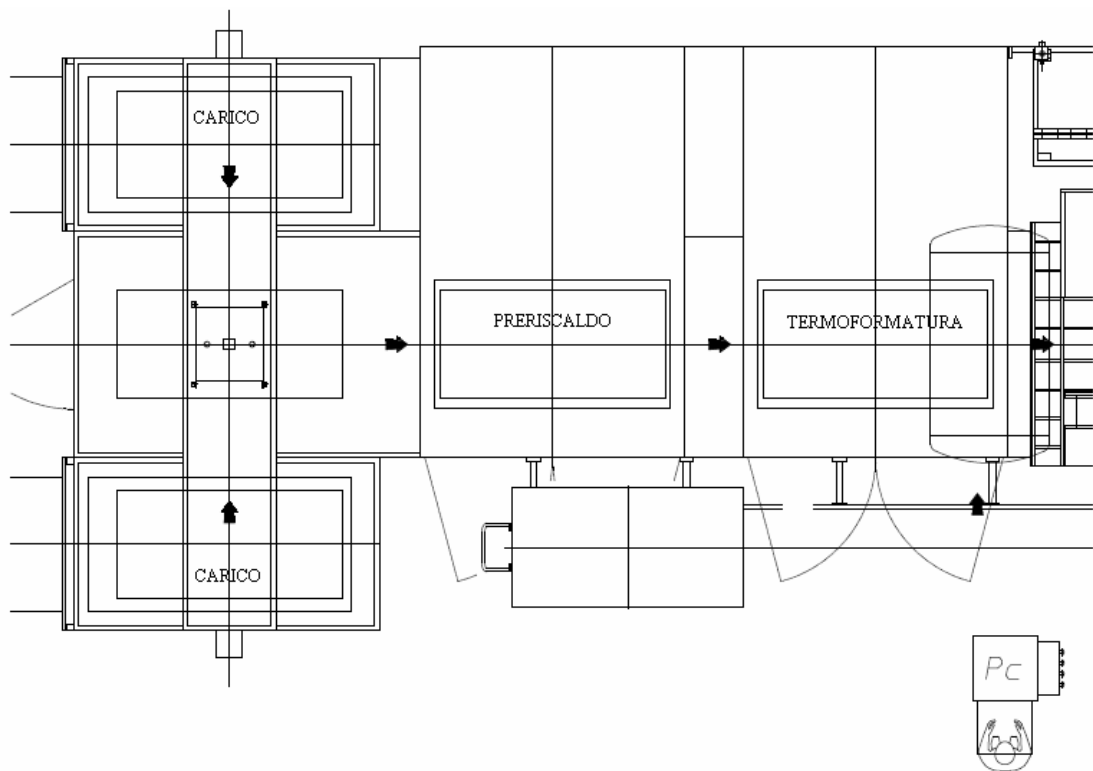
La scelta dell'opzione ad hoc, quella tecnicamente possibile ed economicamente conveniente, va fatta dopo un'attenta analisi termotecnica del processo produttivo.

Quest'analisi va eseguita per entrambe le macchine di termoformatura dello stabilimento: la termoformatura celle e la termoformatura delle controporte. Esse sono relativamente vicine, rendendo possibile un accorpamento della massa d'aria calda uscente dalle due per il successivo convogliamento verso un unità termica di trattamento aria.



Posizione delle termoformatrici nel reparto di produzione

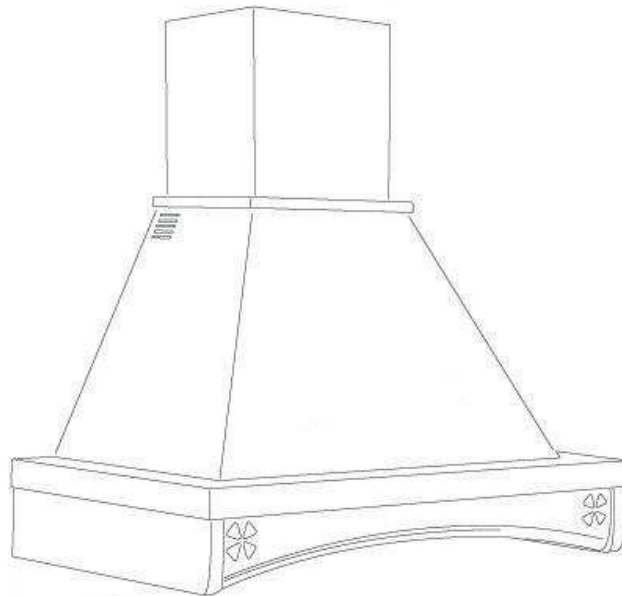
La termoformatura delle celle, che nel disegno è situata a destra, è il processo principale dello stabilimento dal punto di vista energetico, sia dal punto di visto della potenza installata che per la quantità di calore rilasciato.



Termoformatrice celle

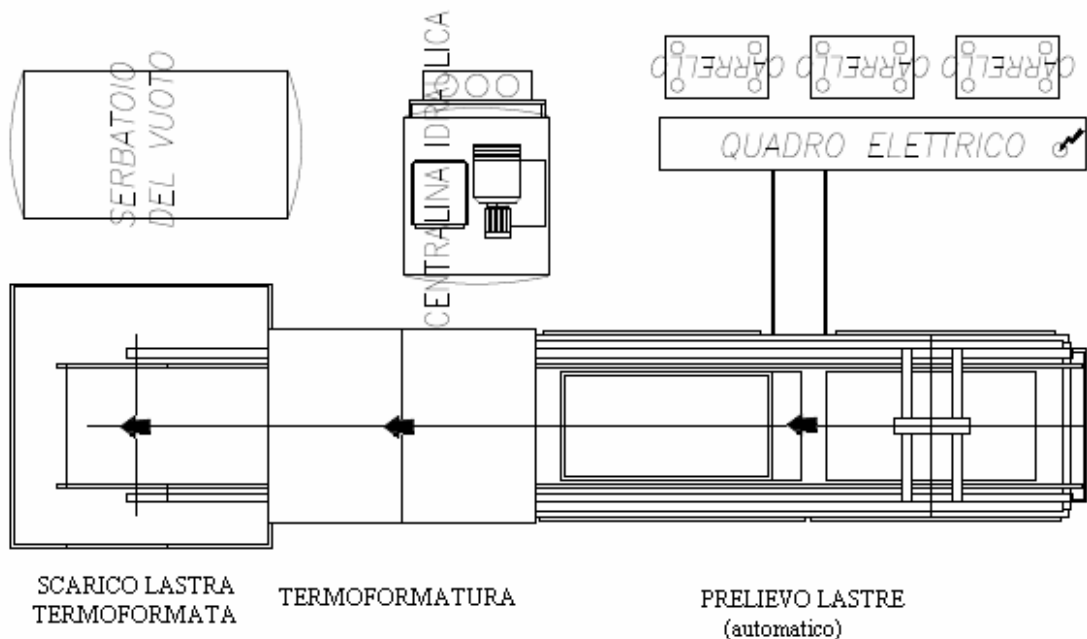
Due robot dalle stazioni di carico prelevano la lastra di polistirolo per portarla nella camera di preriscaldamento: qui, nonostante le dimensioni siano le stesse della camera di termoformatura, le modeste temperature in gioco non giustificano l'installazione di una cappa aspirante per il recupero dei fumi. La seconda parte della macchina è la cabina di termoformatura, la quale rammollisce il foglio di PS (del peso di 6 kg) mediante due letti di resistenze (lampade a infrarosso) che si posizionano sopra e sotto alla lastra stessa. La cabina ha una superficie di 5 m², ed ha un'altezza di 1,5 m. Come vediamo dalla pianta sopra riportata, la struttura della macchina permetterebbe l'installazione di una cappa per l'aspirazione dei fumi caldi in uscita dal processo produttivo, in quanto si ha la necessità di agire dalla parte superiore delle camere di preriscaldamento e termoformatura solamente per la manutenzione ordinaria.

Una cappa come quella qui sotto rappresentata pertanto, provvista di paratoie apribili, è una soluzione idonea: l'installazione deve tener conto della presenza di un ventilatore e d'un inverter, in quanto innanzitutto non ci si può affidare solamente della convezione naturale, ma soprattutto per non rischiare di rompere l'equilibrio termico della cabina di termoformatura.



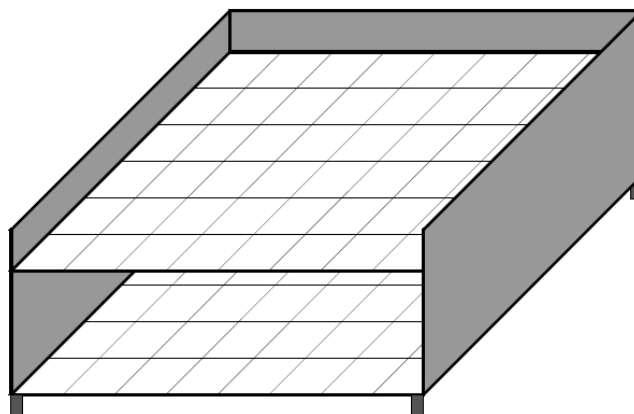
La seconda macchina di termoformatura per lo stampo della controporta, non è dotata di camera di preriscaldamento, in quanto processando lastre di spessore minore necessitano di meno calore, o meglio di un tempo di transito inferiore alle lastre della termoformatrice precedente.

Anche qui l'automazione prevede la movimentazione della lastra dal bancale dello stoccaggio alla camera di termoformatura, il rammollimento mediante lampade a infrarossi della stessa potenza della termoformatrice delle celle e successivamente lo scarico nel nastro trasportatore.



Termoformatrice controporte

Come vedremo nel prossimo paragrafo la prima analisi da effettuare per avere dei dati di partenza è un rilievo di temperature mediante un anemostato a filo caldo, così da ricavare temperatura e velocità per il successivo calcolo della portata.



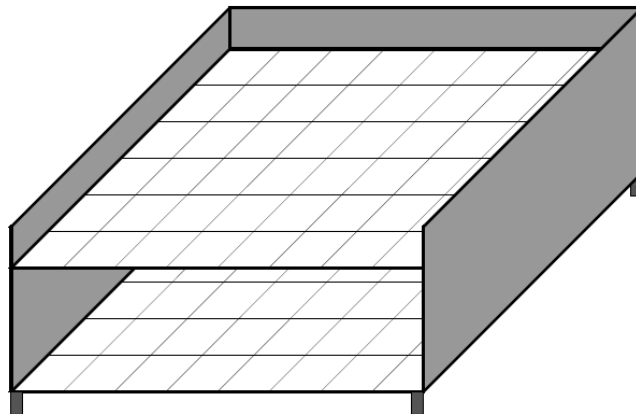
Reticolo per la misurazione di temperatura e velocità dei fumi caldi

Nel prossimo paragrafo verrà riportato lo studio di fattibilità portato a termine con la collaborazione dello studio tecnico DueEffe s.r.l. di Selvazzano (PD).

IL PROGETTO DI RECUPERO E TRASFERIMENTO

Per stilare un'analisi di fattibilità su questo progetto di recupero dei fumi caldi in uscita dalle macchine di termoformatura si è partiti da una rilevazione delle temperature e delle portate d'aria in uscita dalle macchine stesse.

L'analisi è stata eseguita mediante un anemostato a filo caldo, misuratore di temperatura e velocità dell'aria, e i risultati ottenuti sono riportati in seguito (tab.1 e tab.2). Grazie al reticolo utilizzato, è stato possibile eseguire misure equidistanti tra loro e in due livelli d'altezza: per ogni punto è stata rilevata la velocità e temperatura massima e minima, per poi calcolarne una media.



Reticolo utilizzato per la misurazione di temperatura e velocità dei fumi caldi

Termoformatura Celle

Vista la differenza di temperatura e di velocità dell'aria tra le celle centrali del reticolo e quelle periferiche, l'installazione della cappa aspirante verrà eseguita nella zona centrale, dove la temperatura e la velocità media sono:

RETICOLO SUPERIORE													
0,52	0,72	0,67	0,68	0,76	0,41								
43,30	46,50	44,90	42,10	38,30	39,70								
0,17	0,13	0,18	0,22	0,08	0,09								
41,10	43,90	41,10	39,70	37,20	37,30								
0,45	1,17	1,32	1,27	0,71	0,86								
39,70	58,40	60,70	60,50	41,50	38,90								
0,10	0,17	0,15	0,13	0,10	0,07		0,67	0,74	0,70	0,41			
37,40	39,20	39,90	39,70	38,60	36,70		48,80	50,30	50,10	40,05			
0,47	0,79	0,72	0,93	0,71	0,67								
42,60	49,60	51,20	50,10	46,60	46,10		0,47	0,48	0,59	0,46			
0,11	0,14	0,24	0,25	0,21	0,19		48,85	49,65	48,40	44,45			
37,80	48,10	48,10	46,70	42,30	40,30								
0,55	0,75	0,49	0,39	0,41	0,64								
35,90	41,90	39,90	37,60	33,70	31,80		0,45	0,31	0,25	0,26			
0,32	0,15	0,12	0,11	0,10	0,08		40,10	38,30	36,65	33,10			
34,60	38,30	36,70	35,70	32,50	30,20								
0,45	0,31	0,50	0,63	0,50	0,41								
33,90	32,60	33,50	34,20	32,50	31,60								
0,16	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08								
32,10	32,30	32,00	32,10	31,80	31,00								

- Temperatura media: 44,06 °C
- Velocità media: 0,48 m/s

Così facendo l'aria terziaria di infiltrazione non sarà a una temperatura sensibilmente diversa dai fumi caldi captati, ma quantomeno tiepida.

Analogamente per il reticolo inferiore, avremo:

RETICOLO INFERIORE											
0,56	0,82	0,84	0,76	0,61	0,67						
35,50	40,10	39,50	40,40	40,20	40,40						
0,11	0,10	0,17	0,15	0,15	0,13						
34,60	34,40	36,40	37,90	37,90	37,50						
0,64	0,68	1,11	1,07	0,90	0,79						
43,30	45,80	50,20	50,00	43,30	43,20		0,39	0,61	0,62	0,49	
0,15	0,10	0,11	0,17	0,08	0,10		45,00	49,15	48,65	41,55	
41,10	44,20	48,10	47,30	39,80	39,80						
0,41	1,74	2,60	1,97	1,43	1,50						
41,00	51,20	53,30	51,30	52,50	56,50		0,93	1,35	1,09	0,79	
0,11	0,12	0,10	0,20	0,15	0,14		49,15	51,70	50,15	50,95	
39,90	47,10	50,10	49,00	49,40	50,30						
0,12	1,36	1,21	0,97	1,23	0,97						
43,20	50,90	51,30	51,10	40,50	43,30		0,77	0,72	0,54	0,68	
0,08	0,17	0,22	0,10	0,13	0,10		48,60	48,95	48,85	40,10	
37,30	46,30	46,60	46,60	39,70	33,10						
0,46	0,55	0,48	1,15	1,15	0,67						
36,00	33,00	33,10	35,50	35,50	37,40						
0,12	0,24	0,16	0,12	0,12	0,14						
33,20	32,20	31,50	0,33	0,33	36,20						

Anche qui, calcolando la media delle due grandezze misurate nella zona evidenziata, otteniamo:

- Temperatura media: 47,73 °C
- Velocità media: 0,75 m/s

Termoformatura Porte

Come effettuato precedentemente per la termoformatrice delle celle, anche qui eseguiamo le stesse valutazioni. I risultati ottenuti sono riportati in seguito.

RETICOLO SUPERIORE										
0,28	0,26	0,40	0,26	0,30						
30,50	30,80	32,20	31,30	31,10						
0,08	0,08	0,09	0,08	0,08						
29,60	30,20	31,10	31,00	30,60						
0,58	0,62	0,68	0,94	0,46						
44,10	38,10	38,10	38,80	32,10		0,38	0,44	0,56		
0,11	0,14	0,20	0,18	0,09		37,70	36,15	36,40		
38,80	37,30	34,20	34,00	30,40						
0,64	0,89	1,54	1,42	1,36						
38,50	42,40	46,70	53,50	51,00		0,52	0,86	0,81		
0,11	0,15	0,17	0,20	0,21		41,15	41,65	47,40		
36,00	39,90	36,60	41,30	46,20						
0,53	0,83	1,17	0,93	0,50						
37,80	43,50	47,60	51,80	36,80		0,49	0,68	0,57		
0,10	0,15	0,18	0,21	0,14		41,85	45,65	45,70		
35,00	40,20	43,70	39,60	34,70						
0,36	0,47	0,49	0,49	0,35						
33,00	33,60	34,30	34,70	34,30						
0,07	0,08	0,14	0,14	0,14						
31,00	32,60	32,60	32,70	32,70						
RETICOLO INFERIORE										
0,67	0,73	0,89	0,70	0,98						
36,20	38,50	38,70	36,60	35,20						
0,09	0,09	0,11	0,10	0,10						
35,10	35,40	37,20	35,60	35,70						
0,63	0,79	0,89	0,80	0,78						
38,90	43,30	44,60	43,80	44,10		0,46	0,52	0,48		
0,11	0,12	0,15	0,15	0,13		40,35	41,20	40,75		
35,30	37,40	37,80	37,70	37,50						
0,58	0,84	0,46	0,87	1,04						
46,10	46,70	49,10	49,60	49,70		0,48	0,29	0,50		
0,15	0,11	0,12	0,13	0,17		45,90	46,15	46,30		
40,30	45,10	43,20	43,00	41,30						
1,13	0,79	0,71	0,67	0,69						
52,60	46,80	47,40	47,40	51,10		0,46	0,44	0,42		
0,11	0,12	0,17	0,17	0,15		44,65	45,05	47,65		
42,80	42,50	42,70	47,90	44,80						
0,63	0,57	0,63	0,67	0,51						
42,70	41,70	41,70	44,10	42,30						
0,21	0,17	0,13	0,15	0,16						
38,40	38,90	39,90	39,20	39,00						

Reticolo superiore:

- Temperatura media: 41,52 °C
- Velocità media: 0,59 m/s

Reticolo inferiore:

- Temperatura media: 44,22 °C
- Velocità media: 0,45 m/s

Determinati ora i valori medi delle grandezze in gioco è necessario procedere con il calcolo della portata per la successiva determinazione dell'energia termica contenuta nei fumi caldi.

Termoformatura celle	Termoformatura porte
-----------------------------	-----------------------------

Superficie Cappa: 2 m ²	Superficie Cappa: 1,5 m ²
Reticolo superiore	Reticolo superiore
Portata: 3456 mc/ora	Portata: 3144 mc/ora
Temp. Media: 44,60 °C	Temp. Media: 41,52 °C
Reticolo inferiore	Reticolo inferiore
Portata: 5400 mc/ora	Portata: 2398 mc/ora
Temp. Media: 47,73 °C	Temp. Media: 44,22 °C
Media di portata e temperatura nei due reticoli	Media di portata e temperatura nei due reticoli
Portata: 4428 mc/ora	Portata: 2770,56 mc/ora
Temperatura : 46,17 °C	Temperatura: 42,87 °C

Parallelamente a questa raccolta e analisi dati, la scelta del “dove” sia conveniente utilizzare questa energia termica è ricaduta sul riscaldamento di un reparto ad oggi completamente sprovvisto di un impianto di riscaldamento, dove vi è la presenza di operai al lavoro durante le ore di produzione.

Tale decisione è derivata dal fatto che è l’unica possibilità di utilizzo dalla quale Haier può trarre un vantaggio tangibile, oltre a permettere un ritorno dell’investimento ragionevole (come vedremo nel prossimo paragrafo).

Il locale che si andrà a riscaldare sarà ricavato all’interno del magazzino tramite dei divisori in plastica (es. bandinelle in gomma), ha un’altezza di 7 metri e una superficie di quasi 140 metri quadrati, per un volume complessivo di circa 980 m³. Il calcolo del fabbisogno termico del locale, per verificare che l’energia termica disponibile sia sufficiente, viene eseguito stimando di quanti volumi d’aria (calda) di ricambio si necessita, e associando ad ogni metro cubo del locale un’energia termica indispensabile per garantirne i ricambi d’aria calda.

Per il locale in questione, ipotizzati i volumi d’aria di ricambio necessari e noto il volume complessivo, la stima del fabbisogno termico di picco si attesta a circa 40 kW, stimati per eccesso.

Volendo ora tornare alla nostra analisi in termini energetici, possiamo quantificare la massa d’aria Q ad una temperatura T in un’energia termica, che dovrà essere trasferita a un fluido secondario (es. acqua) mediante una batteria di raffreddamento. Questo calcolo serve per valutare se l’energia termica della quale disponiamo è idonea al nostro scopo.

Per quantificare l’energia termica si utilizza la seguente formula:

$$E_t = Q \cdot c \cdot \Delta T \text{ [kW]}$$

Dove: c è il calore specifico dell’aria;

ΔT è il salto termico che compie l'aria dopo aver scambiato energia con un fluido.

Sostanzialmente, l'energia termica che si ha a disposizione aumenta tanto più riusciamo ad estrarre calore dalla nostra massa d'aria, facendone abbassare la temperatura, per trasferirlo al fluido secondario. Mediante l'ausilio di programmi di simulazione per l'utilizzo di batterie di raffreddamento aria/acqua è stato possibile ottenere la potenzialità della batteria di raffreddamento, inserendo i parametri relativi all'aria in ingresso.

Batteria di raffreddamento			
ARIA		FLUIDO	
Portata aria	4400 m ³ /h	Acqua	
Temperatura ingresso	47 °C	Temperatura ingresso	7 °C
Umidità relativa	50 %	Temperatura uscita	25 °C
Temperatura uscita	30 °C	Portata	3002 l/h
Umidità relativa	92 %	Perdita di carico	21.0 kPa
Potenzialità	63.0 kW		
Perdita di carico	216 Pa		
Velocità di attraversamento	3.06 m/s		
Cu-Al P60AR 7R-9T-740A-2.5pa 4C 1"			
Esempio di Report del Sw Sabina s.p.a.			

La tabella sopra riportata è parte del report del programma di simulazione utilizzato (Sw Proprietario – Sabiana spa): è stato sufficiente inserire i dati relativi all'aria calda captata (portata, temperature e umidità) per ottenere la potenzialità della batteria di raffreddamento.

Nel nostro caso, abbiamo una potenzialità sufficiente solamente considerando i fumi caldi in uscita dalla termoformatrice delle celle: ci basta il calore prodotto da essa stessa per riscaldare il locale di nostro interesse.

Pertanto, d'ora in avanti, studieremo questo "trasferimento" di energia riferendoci solamente all'aria captata dalla cappa di aspirazione installata sopra alla macchina in questione.

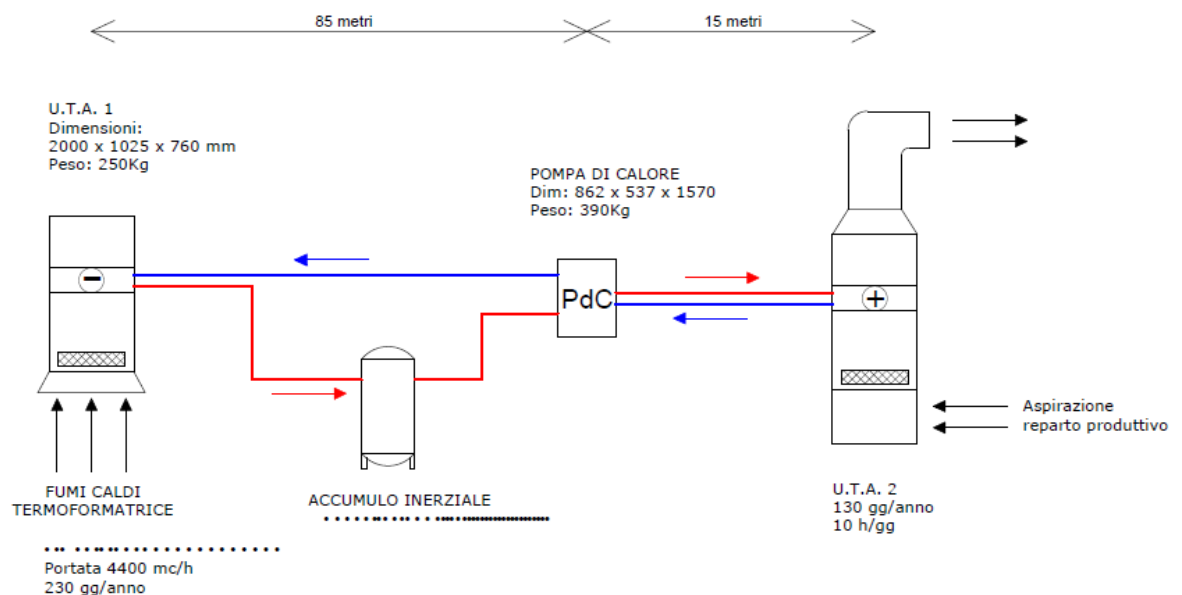
ANALISI DI FATTIBILITA'

Dopo la raccolta dati iniziale, note le caratteristiche macroscopiche delle variabili di processo si è proseguito con la definizione degli elementi necessari al nostro impianto per recuperare e trasferire il calore: la scelta dei componenti è ricaduta su una filiera composta da: unità di trattamento aria con batteria di raffreddamento aria-acqua, un accumulo inerziale, un gruppo frigo (pompa di calore) e una seconda unità di trattamento aria con batteria di riscaldamento acqua-aria per l'immissione nel locale del calore trasferito.

Tale soluzione (idronica, poiché nei circuiti chiusi il fluido termovettore è acqua) è stata preferita ad un impianto ad espansione diretta poiché la continua variazione di temperatura e di portata dei fumi caldi comporterebbe dei problemi nel condensatore della pompa di calore.

Le altre due possibilità analizzate, ma successivamente avvallate, sono:

- Una sequenza di elementi costituita da una batteria di raffreddamento (aria-acqua) sopra la termoformatrice ed una di riscaldamento (acqua-aria) nel locale da scaldare, con interposta una pompa di ricircolo a metà tratta: il problema di questa soluzione è che il modesto contenuto entalpico dei fumi comporterebbe tempi di risposta (per il riscaldamento) troppo lunghi.
- L'esecuzione di un vero e proprio –semplice– trasferimento convogliando tramite aspiratori e ventilatori l'aria calda nella porzione dello stabilimento da scaldare: il problema della distanza, dei filtri da implementare, dell'ingombro dei canali e delle perdite di carico non consentono di eseguire un impianto così fatto.



Lo schema di funzionamento della soluzione adottata è diviso in quattro parti:

1. La cappa di aspirazione della prima unità di trattamento aria posta sopra la termoformatrice capta l'aria calda e ne trasferisce il contenuto entalpico al fluido termovettore (acqua) mediante una batteria di raffreddamento;
2. In un accumulo inerziale eliminiamo le oscillazioni di temperatura dei fumi caldi, sfruttandolo inoltre come volano termico per il corretto funzionamento della pompa di calore;
3. La pompa di calore sprema il calore contenuto nel fluido termovettore al primario per elevare il livello energetico del fluido termovettore al secondario;
4. Una batteria di riscaldamento (acqua-aria) riscalda l'aria in ingresso all'unità di trattamento aria posta nel locale da scaldare, rilasciandola a una temperatura più elevata.

Questa metodologia di recupero e traferimento è preferibile rispetto le alternative scartate in quanto:

- C'è il rilascio dei fumi tiepidi;
- Tempo di risposta dell'impianto.

Il primo punto riguarda l'aumento del carico di lavoro che grava nell'impianto di riscaldamento esistente. Il calore prodotto dalle macchine termoformatrici fa sì che vi sia un minore utilizzo di gas per il riscaldamento, in quanto questa aria calda prodotta contribuisce con una piccola quota parte a scaldare l'ambiente: andare ora a captare questi fumi caldi per estrarne il contenuto entalpico comporta un aggravio al carico di lavoro dell'impianto di riscaldamento pari alla quantità di calore asportata dai fumi. La tecnologia scelta garantisce il rilascio dei fumi ancora tiepidi (circa 30°C) dopo la cessione di calore nella batteria di raffreddamento, contenendo l'aggravio verso l'impianto termico esistente.

Il secondo aspetto è fondamentale per assicurarsi che la copertura del fabbisogno termico oltre a essere sufficiente sia "agile". Un impianto di recupero che inizia a scaldare dopo 30-40 minuti che la macchina è in produzione non è efficace: la soluzione adottata garantisce un tempo di risposta brevissimo, stimabile in 4-5 minuti, in quanto il rapporto tra le potenzialità della batteria di raffreddamento e il serbatoio di accumulo è di un fattore 10.

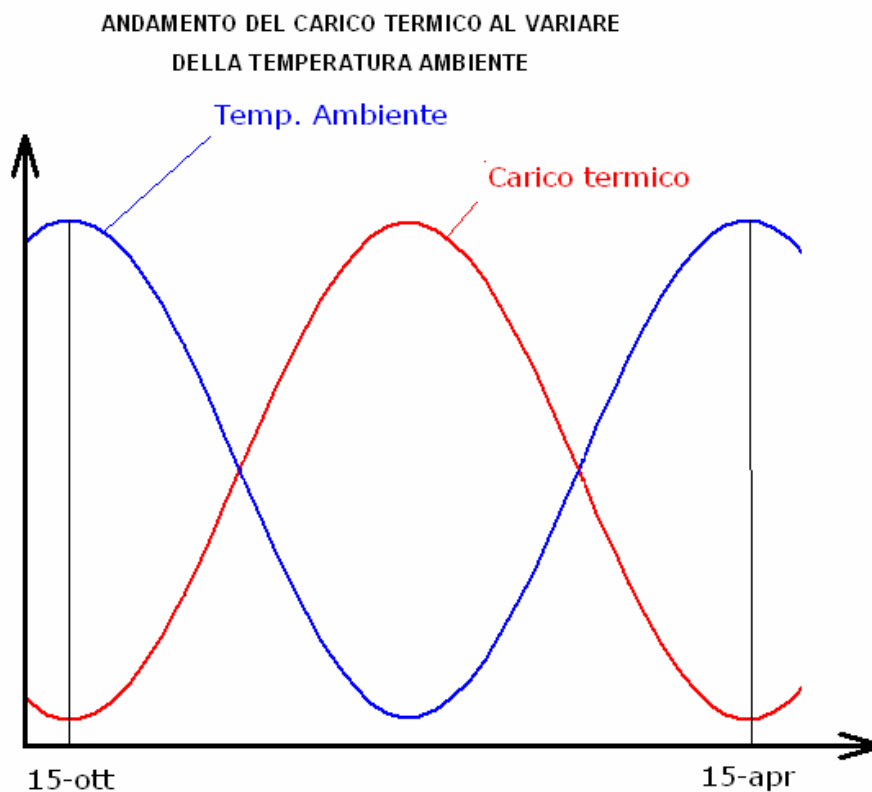
Chiuso questo primo excursus tecnico, passiamo ad un inquadramento di tipo economico.

Per dimostrare l'effettiva convenienza di questo trasferimento di calore, si confronterà la soluzione adottata con un sistema di riscaldamento tradizionale: se il tempo di ritorno dell'investimento, calcolato come il rapporto tra la differenza del costo dei due impianti e la differenza dei costi di gestione, sarà inferiore ai 4-5 anni allora è realmente conveniente questo recupero, viceversa l'installazione di un impianto standard risulta essere più economico.

Per cominciare ad analizzare l'aspetto economico di questo progetto è fondamentale una stima sulle ore di utilizzazione dell'impianto: sia del lato "generatore" di calore,

sia del terminale adibito al vero e proprio riscaldamento: questo per calcolare i costi – in termini di elettricità – di esercizio.

I parametri termotecnici che ci permetteranno di stimare i costi di gestione sono il Δt massimo e il Δt medio stagionale, poiché ci permetteranno di dedurre “quanto” si debba scaldare.



Il grafico soprariportato indica l’andamento del carico termico in funzione della temperatura ambiente: il fabbisogno di energia termica è proporzionale alla differenza tra la temperatura che vogliamo mantenere nel locale e minima temperatura ambiente (pari a -7°C alle nostre latitudini). Nel nostro caso, nella parte di stabilimento in analisi la temperatura voluta è pari a 18°C , pertanto il Δt_{max} è pari a 25°C .

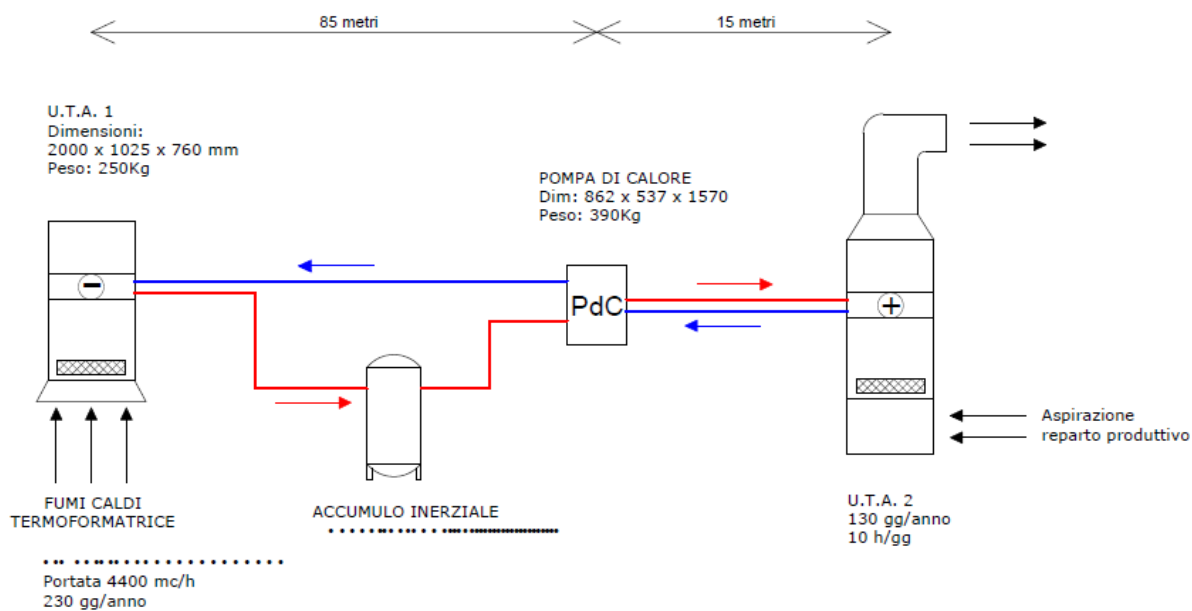
L’altro parametro fondamentale è il $\Delta t_{\text{med.stag.}}$ calcolato come la differenza tra i 18°C che vogliamo ci siano nella nostra porzione di stabilimento e la temperatura media stagionale dal 15 Ottobre al 15 Aprile: essendo lo stabilimento Haier in una zona climatica E (dove la temperatura media stagionale è di 7°C) il $\Delta t_{\text{med.stag.}}$ è pari a 11°C . Il rapporto tra i due dati ottenuti ci dà un’informazione sul “sovradimensionamento” della capacità di scaldare tra la situazione media e la situazione peggiore, ottenendo un coefficiente correttivo pari al 56%. Questo fattore ci tornerà utile per il calcolo dei costi di gestione, in quanto ci permetterà di non andare a sovrastimare i consumi.

Passando ora all’analisi del fattore di utilizzazione, nella fascia climatica in oggetto il periodo di riscaldamento è pari a 180 gg/anno, ovvero 26 settimane: noto che Haier utilizza l’impianto di riscaldamento per 5 gg/settimana significa una periodo reale di riscaldamento di 130 gg/anno. Considerato che le macchine termoformatrici sono in

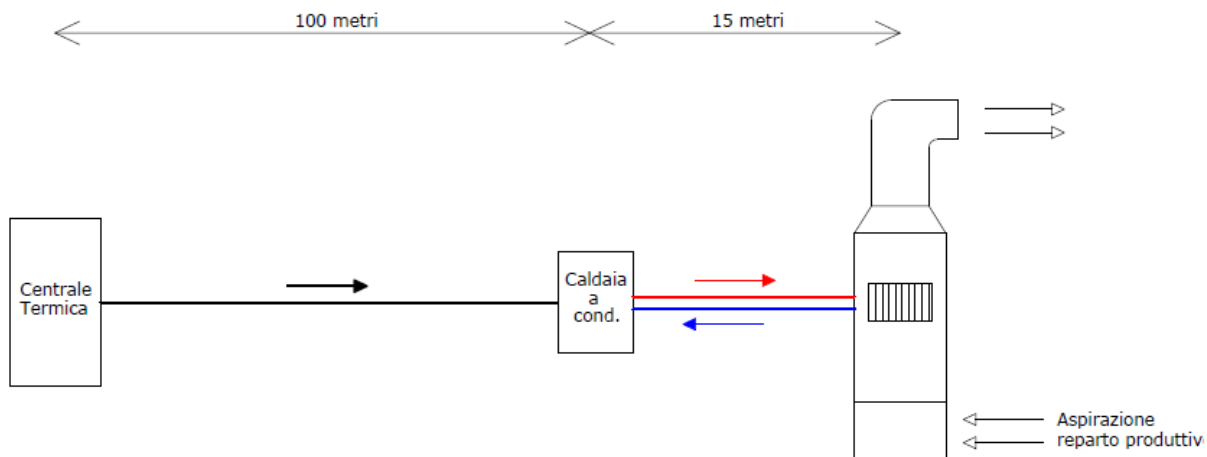
produzione per 10 ore al giorno significa un ammontare complessivo di ore/anno pari a 1300.

Definita la metodologia di recupero e le condizioni al contorno è ora possibile effettuare un'analisi economica per il calcolo del tempo di ritorno dell'investimento.

IMPIANTO CON POMPA DI CALORE



IMPIANTO CON CALDAIA A CONDENSAZIONE



I costi di investimento delle due alternative verranno stornati delle componenti comuni tra le due soluzioni: nella fattispecie si conteggeranno le componenti a monte della pompa di calore nella soluzione in esame, per la soluzione standard invece si analizzeranno i costi a monte della caldaia a condensazione. Anche l'installazione delle bandinelle in plastica per delimitare il volume da scaldare non verrà conteggiata, in quanto sarebbe comunque un investimento da fare. Analizzando i computi metrici delle due soluzioni da comparare si ottengo i seguenti risultati.

**COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
ESTIMATIVO**

**- Soluzione con caldaia a condensazione-
calore-**

COMPUTO METRICO

- Soluzione con pompa di

Fornitura e posa in opera di caldaia pensile premiscelata a condensazione a camera aperta e tiraggio forzato, Pot. Nom. 40 kW	€ 5 098,72	Forniture e posa in opera di un unità trattamento aria costituita da: - filtro sintetico - batteria di raffreddamento avente potenzialità pari a 40 kWt - ventilatore di mandata	€ 4 267,34
Fornitura e posa di elettropompa in esecuzione monoblocco adatta per impianti di riscaldamento, avente le seguenti caratteristiche: - portata 0-7 mc/h; - prevalenza 7-1 m c.a.; - temperature -10 - + 120 °C	€ 509,83	Fornitura e posa in opera di refrigeratore d'acqua e pompa di calore acqua/acqua con compressori scroll e scambiatori a piastre.	€ 9 563,44
Fornitura e posa di canna fumaria composta da elementi prefabbricati modulari e precoibentati.	€ 1 449,59	Fornitura e posa di valvola a sfera in ottone a passaggio totale, diametro 1"1/4	€ 267,90
Fornitura e posa in opera di tubazione in acciaio zincato S.S. a norma UNI 8863 serie leggera, per esecuzione di impianti di distribuzione.	€ 2 811,80	Fornitura e posa di elettropompa inline in esecuzione monoblocco adatta per impianti di riscaldamento avente le seguenti caratteristiche: - portata 3,6 mc/h; - prevalenza 110 kPa; - temperature -20 - + 130	€ 990,82

		°C	
Fornitura e posa di valvola a sfera idonea per tutti i gas combustibili	€ 73,90	Fornitura e posa in opera di accumulatore volano-termico per acqua ad uso riscaldamento (Capacità 300 litri)	€ 665,76
Fornitura e posa in opera di giunto estendibile antivibrante a parete continua per impianti gas.	€ 42,32	Fornitura e posa in opera di tubazione in rame crudo in verga e ricotto in rotoli serie pesante secondo UNI 6507/69	€ 7 341,60
TOTALE	€ 9.986,16	TOTALE	€ 23.563,33

I risultati ottenuti denotano un'abissale differenza dei costi d'investimento, in quanto la soluzione standard necessita di un capitale inferiore alla metà di quello necessario per la metodologia con pompa di calore.

Quello che è fondamentale andare a verificare ora è la differenza dei costi di gestione delle due alternative, per determinare grazie al risparmio ottenibile in quanti anni si ammortizza l'investimento. Se da una parte vi è la necessità di calcolare il costo del combustibile (gas) per il funzionamento della caldaia, dall'altra vi è il cospicuo consumo elettrico della pompa di calore e della cappa aspirante.

La soluzione per il riscaldamento standard mediante caldaia a condensazione ha dei costi di gestione annui pari a 1.783 €/anno. Tale valore è stato ricavato calcolando il consumo di una caldaia a condensazione (Marca: Riello) avente taglia 38,8 kW con fattore di correzione pari a 56%. Noto il tempo di utilizzazione (10 ore/giorno per 130 gg/anno), utilizzando un costo medio del metano pari a 0,6 €/m³ il costo d'esercizio dell'impianto risulta essere tale.

Il recupero e trasferimento mediante pompa di calore ha dei costi di gestione che riguardano il solo consumo elettrico: utilizzando un costo medio del kWh pari alla media dell'anno 2010 (14,5 c€/kWh) ipotizzando le stesse ore di funzionamento dell'impianto precedente (1300 h/anno), la somma delle potenze degli utilizzatori (stornate anche qui del 56%) da come risultato un costo d'esercizio pari a 1551 €/anno.

Il differenziale tra i costi di funzionamento pertanto sono pari a 232 €/anno.

Come si può facilmente intuire l'investimento non risulta conveniente come si poteva sperare, poiché nonostante non vi siano costi di combustibile per la soluzione di recupero e trasferimento, i soli costi d'esercizio non permettono di creare un differenziale degno di nota rispetto l'alternativa di riferimento.

Possiamo concludere pertanto che Haier non abbia convenienza ad installare questo sistema di recupero energetico, ma le convenga progettare un impianto tradizionale seppur più oneroso dal punto di vista della gestione.

PANORAMICA SUI CONSUMI AZIENDALI

L'impianto elettrico di Haier Italy Appliances è allacciato alla rete elettrica di distribuzione tramite una cabina in media tensione a 20 kV, nella quale sono presenti due trasformatori: un trafo avente taglia 800 kVA (resina) e un secondo, raffreddato ad olio, avente potenza di targa 630 kVA.

La potenza nominale dell'impianto è di 525 kW, l'energia consumata dallo stabilimento durante l'arco di un anno è circa 1.900 MWh.

Mese	Potenza Massima (kWh)
settembre - 09	542,4
ottobre - 09	555,2
novembre - 09	572,8
dicembre - 09	595,2
gennaio - 10	606,4
febbraio - 10	612,8
marzo - 10	595,2
aprile - 10	579,2
maggio - 10	574,4
giugno - 10	579,2
luglio - 10	563,2
agosto - 10	584

Potenze massime prelevate dal 09/2009 al 08/2010

Volendo scendere nel dettaglio dell'anno 2010, secondo i dati riportati nel sito dell'attuale distributore, i consumi aziendali sono così distribuiti nelle tre fasce di consumo:

GENNAIO	F1	82.937	kWh	APRILE	F1	98.065	kWh
	F2	27.530	kWh		F2	26.078	kWh
	F3	46.584	kWh		F3	42.714	kWh
FEBBRAIO	F1	97.474	kWh	MAGGIO	F1	98.437	kWh
	F2	29.864	kWh		F2	29.229	kWh
	F3	47.560	kWh		F3	41.469	kWh
MARZO	F1	112.509	kWh	GIUGNO	F1	99.645	kWh
	F2	31.596	kWh		F2	27.907	kWh
	F3	48.638	kWh		F3	36.083	kWh
				LUGLIO	F1	103.856	kWh

	F2	26.893	kWh
	F3	35.055	kWh
AGOSTO	F1	46.639	kWh
	F2	15.749	kWh
	F3	25.548	kWh
SETTEMBRE	F1	100.819	kWh
	F2	23.356	kWh
	F3	34.756	kWh
OTTOBRE	F1	101.071	kWh
	F2	25.699	kWh
	F3	40.409	kWh
NOVEMBRE		105.944	kWh
	F2	24.347	kWh
	F3	39.635	kWh
DICEMBRE	F1	83.462	kWh
	F2	26.940	kWh
	F3	49.203	kWh

Ripartizione dei consumi mensili nelle tre fasce. Per il contratto industriale in questione la Fascia F1 comprende i prelievi eseguiti dalle 9.00 alle 19.00, la fascia F2 è dalle 8.00 alle 9.00, la fascia F3 si riferisce ai consumi eseguiti dalle 20.00 alle 8.00.

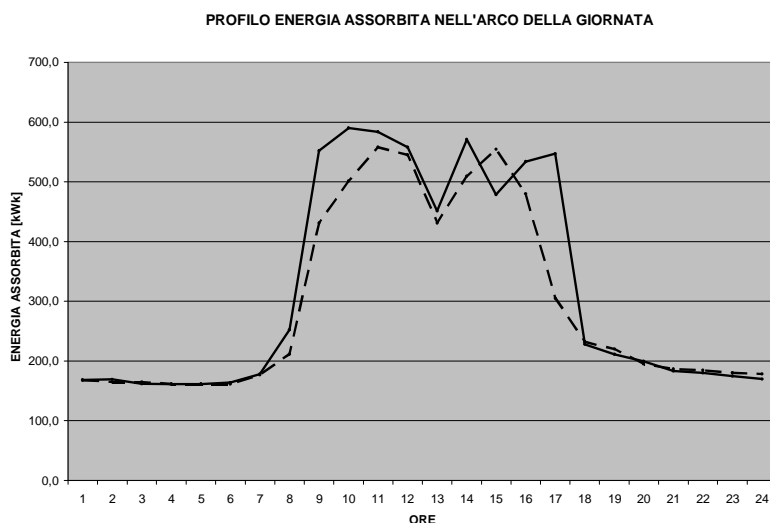
Percentualmente i consumi nelle tre fasce orarie F1, F2, F3, previste dalla delibera 181/06 dell' autorità, sono:

- FASCIA F1: 1.130.858 kWh → 58,48 %
- FASCIA F2: 315.188 kWh → 16,31 %
- FASCIA F3: 487.654 kWh → 25,21 %

Come possiamo vedere, nonostante l'azienda produca, ed abbia sempre prodotto, solamente lavorando su di un turno (al mattino 7.00-12.00 e al pomeriggio 13.00-18.00) gli indici di consumo tra le fasce non sono drasticamente scostati l'uno dall'altro, in quanto vi sono degli utilizzatori (aspiratori, locale compressori ed altri) che funzionano in maniera costante nelle 24 ore: gli aspiratori ad esempio captano continuamente la miscela d'aria esplosiva che viene a crearsi nell'area tecnologica della schiumatura, così da espellerla dallo stabilimento.

Dal sito dell'attuale distributore di Haier Italy è possibile vedere il profilo dell'energia assorbita dall'utente, ed avere giornalmente delle informazioni che riguardano la potenza impegnata e la potenza richiesta al picco.

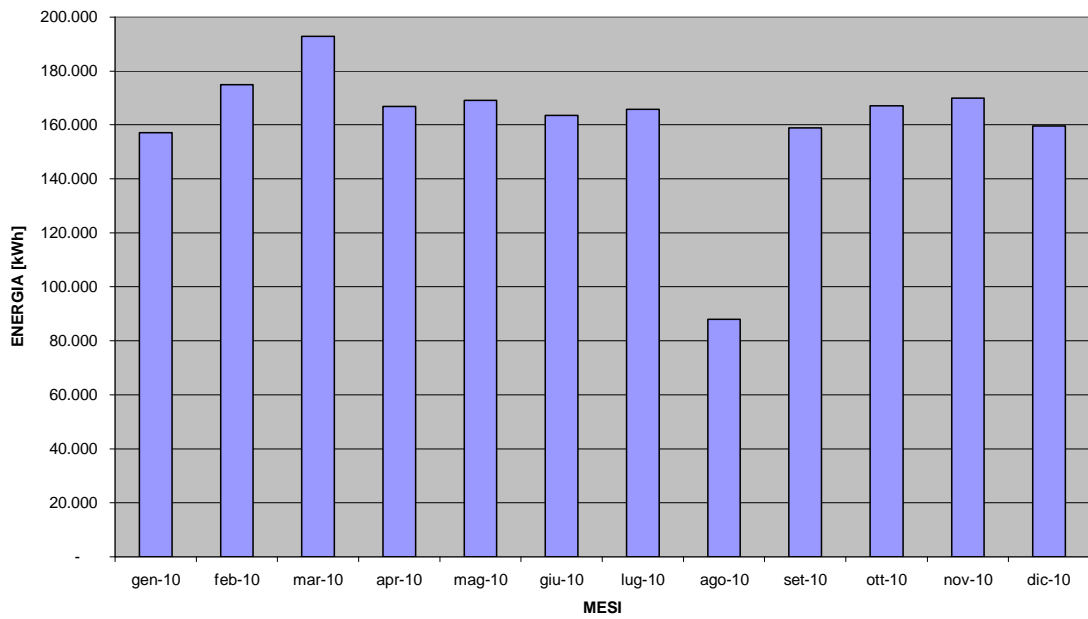
Riportiamo qui sotto un'analisi del Mercoledì 10 Febbraio 2010, e del Giovedì 10 Febbraio 2011.



Energia assorbita nell'arco della giornata di mercoledì 10 Febbraio 2010 (linea tratteggiata), e del giovedì 10 Febbraio 2011 (linea continua)

Con un trend d'assorbimento simile a quello proposto nel grafico, rifacendoci ai consumi mensili dell'anno 2010 (escludendo il mese di agosto), si ha un'oscillazione tra i 192.743 kWh consumati a Marzo e un minimo di 157.051 kWh a Gennaio; la media dei consumi mensili è di 167.167 kWh.

ENERGIA CONSUMATA MENSILMENTE



In un contesto simile pertanto, con consumo annuo all'incirca sui 1.900 MWh, la scelta di un contratto di fornitura dell'energia elettrica è tanto fondamentale quanto delicata.

Lo scopo principale di questa parte del tirocinio è l'analisi delle condizioni attuali di fornitura, parallelamente alla valutazione di altre offerte derivanti da nuovi possibili fornitori.

LA SITUAZIONE ATTUALE: IL CONTRATTO ACEA

Il contratto di fornitura di energia elettrica in essere è stato firmato da Haier Italy con la romana Acea Energia spa, nuova ragione sociale dell'ex Acea Electrabel Elettricità.

Il contratto attuale, sottoscritto nel 2009 e rinnovato di anno in anno sino ad oggi, prevede per l'utente (industriale) allacciato in MT un prezzo dell'energia elettrica indicizzato alle variazioni mensili dell'indice di riferimento "ITR", secondo la formula:

$$P_m = P_0 + K (ITR - ITR_0)$$

Dove:

- P_m è il prezzo unitario dell'energia aggiornato al mese m-esimo di fatturazione;
- K è un fattore moltiplicativo pari a 1,00
- P_0 è il prezzo unitario dell'energia di riferimento, nella fattispecie:
 - F1: 8,740 c€/kWh
 - F2: 8,290 c€/kWh
 - F3: 5,590 c€/kWh
- ITR è il valore dell'indice del mese di riferimento.

Entrando un po' più nel dettaglio di questo parametro di indicizzazione, vediamo come viene calcolato per capire a "che cosa" è indicizzato il prezzo dell'energia fatturato ad Haier.

La formula che ci permette di calcolarlo è la seguente:

$$ITR = 0,1976 \times (0,172 \times GOL + 0,141 \times BTZ + 0,140 \times GREGGI + 0,240 \times ATZ)$$

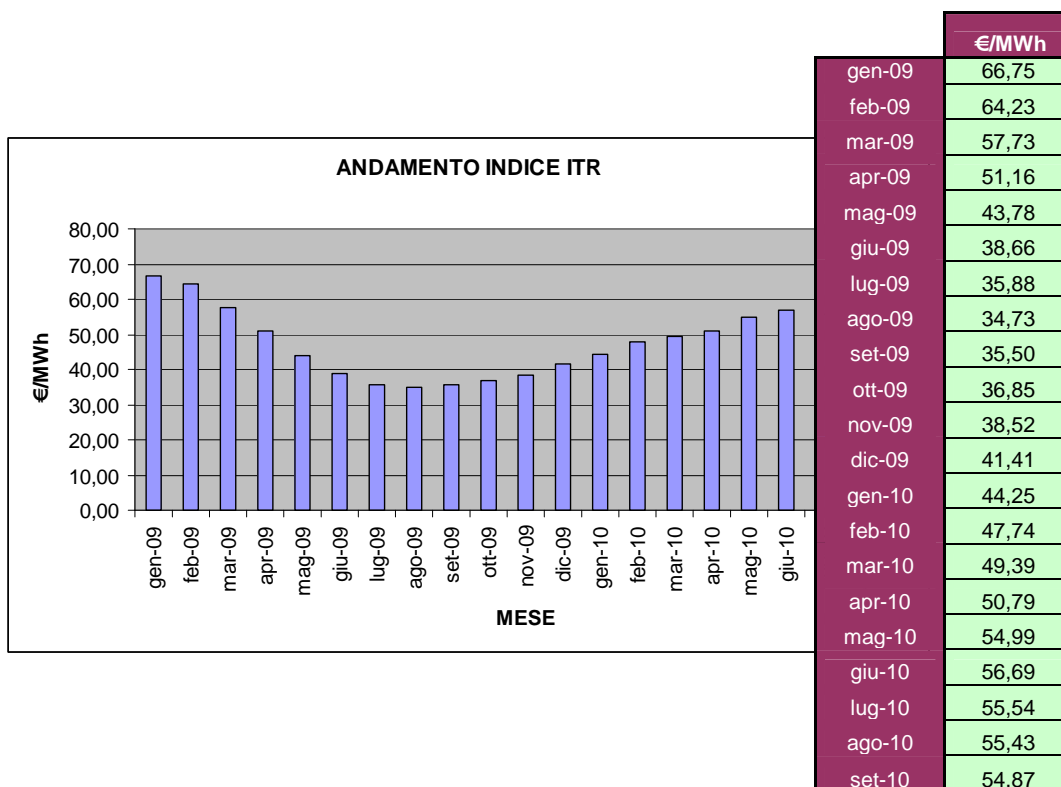
Nell'espressione compaiono due diverse categorie di variabili. "GOL", "BTZ" e "ATZ", esprimono le medie, riferite al periodo intercorrente tra il nono mese e il primo mese precedente al mese di prelievo, delle medie mensili delle quotazioni CIF MED BASIS Genova/Lavrea rispettivamente del gasolio 0,1%, dell'olio combustibile BTZ e ATZ (ponderate con il tasso di cambio euro-dollaro).

Greggi invece esprime la media, riferita al periodo intercorrente tra il nono mese ed il primo mese precedente il mese di prelievo, delle medie mensili delle quotazioni dei greggi Arabian Light, Iranian Light, Kirkur, Kuwait, Murban, Saharan Blend, Zuetina e Blass Blend, ciascuno ponderato con un coefficiente di moltiplicazione.

Quello che in parole povere possiamo riassumere è che l'energia elettrica fatturata ad Haier Italy da Acea Electrabel ha un prezzo legato al Brent petrolifero, nella fattispecie a dei particolari tipi di greggio testè riportati.

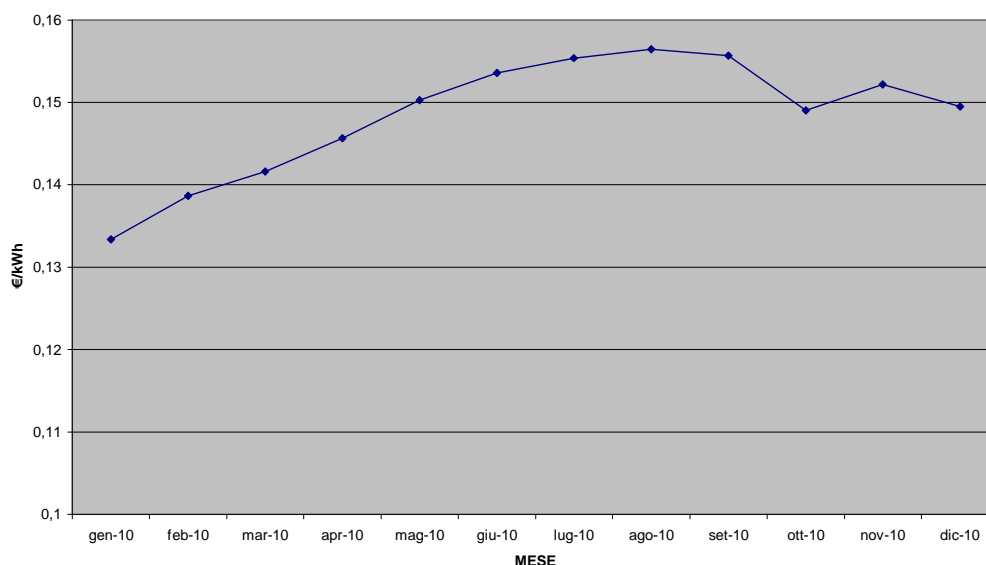
Questo tipo di indicizzazione ha portato Haier Italy a pagare prezzi per l'energia elettrica sempre più alti nei primi tre trimestri del 2010. Il differenziale di prezzo a cui si è arrivati è ben oltre il 20%: questo aumento ha di fatto lievitare le fatture dell'energia elettrica di oltre 5000 €.

Per capire meglio il motivo di questa escalation è sufficiente analizzare l'andamento dell'indice ITR nel grafico qui sotto riportato, dal Gennaio 2009 a Settembre 2010.



Questo andamento, essendo l'ITR l'indice del prezzo dell'energia, si riflette anche sui prezzi del kWh: se andiamo a vedere il prezzo medio pagato per kWh, calcolando il rapporto tra i consumi del mese e l'addebito per l'energia prelevata nel medesimo mese (stornando i conguagli) otteniamo il seguente andamento.

PREZZI MEDI kWh ANNO 2010



Questo andamento del prezzo, avente come valore medio 14,5 c€/kWh, ha portato l'azienda a rivalutare il contratto di fornitura decidendo, dopo l'ultimo rinnovo del contratto per l'anno 2011, di cambiare fornitore.

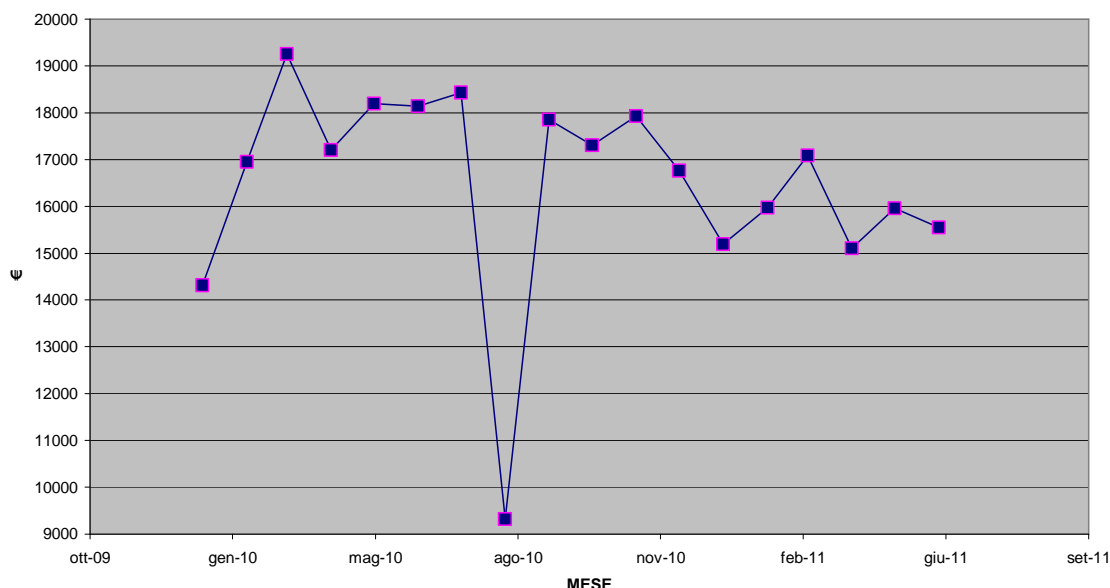
La scelta è ricaduta su un fornitore svizzero, Repower, che fornisce un prezzo dell'energia legato al prezzo del kWh nel mercato elettrico. Haier Italy Appliances ha ritenuto vantaggioso tale proposta di contratto in quanto non essendoci stata una previsione di aumento della domanda di energia per il 2012, non crede ci siano le condizioni per permettere un innalzamento dei prezzi nella borsa elettrica.

Nel prossimo paragrafo verrà verificata la convenienza di tale contratto, confrontando quest'ultimo con quello di due possibili fornitori: quello proposto dalla veronese AGSM, una delle principali aziende multiservizi d'Italia, ed Energetic Source (Bs).

Confronto con nuovi possibili fornitori

Il contratto di fornitura dell'energia elettrica attuale, sottoscritto da Haier con Acea, prevede la fatturazione dei consumi elettrici con un prezzo dell'energia indicizzato al Brent petrolifero. Per questo motivo, dopo un'impennata dei prezzi nel primo semestre dello scorso anno, l'azienda sceglie di recidere il contratto di fornitura da Gennaio 2012, passando a un fornitore svizzero, Repower, che assume come prezzo dell'energia elettrica il "prezzo unico nazionale" (PUN) valorizzato ora per ora.

VALORE DELLA COMPONENTE ENERGIA DAL GENNAIO 2010 A GIUGNO 2011
(rif. CONTRATTO ACEA)



Entrando più nel dettaglio del contratto Repower, le condizioni contrattuali prevedono l'addebito delle perdite (5,1% per clienti allacciati in MT) come avveniva con il contratto precedente, e nessun extracosto per lo sbilanciamento. A differenza del contratto Acea però, il nuovo contratto prevede un corrispettivo per il servizio di vendita di 0,008 €/kWh (in aggiunta al PCV). Per quanto concerne tutti gli altri corrispettivi e le altre maggiorazioni, i cui importi sono fissati dall'autorità per l'energia elettrica e per il gas, non c'è differenza tra i due fornitori, pertanto anche nel calcolo comparativo non saranno conteggiati.

Riassumendo brevemente, Repower fatturerà l'energia elettrica consumata da Haier con un prezzo diverso ad ogni ora (PUN orario): fatto 100 il consumo dell'azienda in un'ora, Repower fatturerà 105,1 (noto che le perdite incidono per il 5,1%); moltiplicherà questo valore per il PUN orario, e successivamente ci aggiungerà 0,008 €/kWh, come corrispettivo di vendita.

Come richiesto da Haier durante il tirocinio, si vuole avere una valutazione sull'effettiva convenienza economica del contratto con decorrenza a Gennaio 2012 rispetto quello che stà per essere recesso, ed inoltre comparare Repower ad altri fornitori che offrono un prezzo dell'energia legato al PUN e ad un prezzo fisso.

La veronese Agsm Energia, e la bresciana Energetic Source sono i due fornitori alla quale è stato chiesto di fare un'offerta.

La prima offre un prezzo dell'energia con una struttura dei prezzi del tipo:

- Energia fascia F1: $PUN_{F1} + 2,80 \text{ €/MWh}$
- Energia fascia F2: $PUN_{F2} + 2,80 \text{ €/MWh}$
- Energia fascia F3: $PUN_{F3} + 2,80 \text{ €/MWh}$

Con " $PUN_{F1,2,3}$ " si intende la media aritmetica mensile del prezzo di borsa nelle ore appartenenti rispettivamente alla fascia F1,F2,F3. Come si deduce dalla formula inoltre, come nel contratto Repower anche qui c'è un corrispettivo aggiuntivo oltre a quelli definiti dal AEEG, pari a 2,80 €/MWh. Nelle condizioni contrattuali si apprende l'assenza di penali per lo sbilanciamento e il conteggio delle perdite come definite dall'autorità; inoltre compare l'esistenza di un limite massimo dei consumi annuali pari a 2,070 MWh: oltre questa soglia infatti verrà applicata una penale di 0,3 € per ogni MWh. Per l'azienda questo problema non persiste, in quanto non si arriva a tale soglia.

Energetic Source invece nel suo contratto a prezzo fisso prevede una fornitura massima di energia pari a 2,200 MWh/anno, non conteggia lo sbilanciamento e addebita le perdite al 5,1%; prezza i kWh e le perdite nella seguente maniera:

- Energia fascia F1: 0,0881 €/kWh
- Energia fascia F2: 0,0865 €/kWh
- Energia fascia F3: 0,06734 €/kWh

Il confronto tra questi fornitori è stato eseguito sugli ultimi 12 mesi, da Giugno 2010 a Giugno 2011, grazie alla disponibilità degli aggiornamenti dei valori orari del PUN dell'ultimo anno (consultabili nel sito www.mercatoelettrico.org).

Per effettuale tale analisi, sono stati utilizzati diversi fogli di calcolo, nella fattispecie:

- CONSUMI ORARI: dal sito del distributore di Haier sono stati scaricati i valori dei consumi orari per ogni giorno dell'ultimo anno: in queste tabelle sono evidenziate le fasce di appartenenza delle diverse ore, così da individuare facilmente i corrispettivi da associare alle voci di consumo;
- PUN ORARIO DA GIU-10 A GIU-11: scaricabile dal sito del mercato elettrico;
- CONTRATTO ACEA: grazie alle fatture dell'energia elettrica dell'ultimo anno è stato possibile ricavare il valore dell'addebito per l'energia prelevata stornando i conguagli del mesi precedenti: è su questa componente che si andrà a valutare la convenienza di un contratto rispetto un altro, in quanto le altre voci fatturate sono comuni a tutti i fornitori, poiché fissate dall'autorità;

ACEA						
TOTALE ENERGIA PRELEVATA				163.635	kWh	
F1	99.645	kWh				
F2	27.907	kWh				
F3	36.083	kWh				
CALCOLO PERDITE SECONDO L'AUTORITY						
	F1	99.645	5,1	5.082		
	F2	27.907	5,1	1.423		
	F3	36.083	5,1	1.840		
		Corrispettivo energia	Quantità'		TOTALE	
F1	0,11769	99.645	kWh	€	11.727,22	
F2	0,09299	27.907	kWh	€	2.595,07	
F3	0,06164	36.083	kWh	€	2.224,16	
		OD1	Quantità'			
F1	0,00415	104.727	kWh	€	434,62	
F2	0,00415	29.330	kWh	€	121,72	
F3	0,00415	37.923	kWh	€	157,38	
		OD2	Quantità'			
F1	0,000025	104.727	kWh	€	2,62	
F2	0,000025	29.330	kWh	€	0,73	
F3	0,000025	37.923	kWh	€	0,95	
		OD3	Quantità'			
F1	0,000164	104.727	kWh	€	17,18	
F2	0,000164	29.330	kWh	€	4,81	
F3	0,000164	37.923	kWh	€	6,22	
		Perdite	Quantità'			
F1	0,11769	5082	kWh	€	598,09	
F2	0,09299	1423	kWh	€	132,35	
F3	0,06164	1840	kWh	€	113,43	
				SOMMATORIA TOTALI	€ 18.136,54	

Foglio di calcolo del contratto ACEA

- **CONTRATTO REPOWER:** incrociando i consumi ottenuti dal distributore e il valore del PUN si è calcolato il valore della componente energia secondo l'offerta Repower, calcolando le perdite e conteggiando il corrispettivo per la commercializzazione previsto da contratto;

REPOWER													
		CONSUMO	CONSUMO	PUN	TOTALE								
		[kWh]	[MWh]	€/MWh	€/MWh								
						SUB TOTALE 1	€ 11.153,06	SUB TOTALE 3	€ 1.375,84				
01/06/2010	1	120,4	0,12040	51,16	6,16	(Energia Prelevata)		(energia+perdite)	* corrispettivo 0,8 c€/				
01/06/2010	2	114,4	0,11440	49,80	5,70			171.980,17					
01/06/2010	3	114,0	0,11400	49,50	5,64								
01/06/2010	4	114,0	0,11400	49,38	5,63								
01/06/2010	5	113,6	0,11360	49,38	5,61	SUB TOTALE 2	€ 568,81						
01/06/2010	6	117,2	0,11720	26,40	3,09	(Perdite)							
01/06/2010	7	142,0	0,14200	49,03	6,96								
01/06/2010	8	202,0	0,20200	64,60	13,05	totale perdite kWh:	8.345,37	TOTALE	€ 13.097,71				
01/06/2010	9	478,4	0,47840	79,69	38,12								
01/06/2010	10	521,6	0,52160	99,96	52,14								
01/06/2010	11	503,2	0,50320	110,26	55,48								
01/06/2010	12	458,0	0,45800	120,94	55,39								
01/06/2010	13	448,4	0,44840	76,18	34,16								
01/06/2010	14	498,0	0,49800	75,66	37,78								
01/06/2010	15	509,2	0,50920	90,20	45,93								
01/06/2010	16	500,8	0,50080	90,06	45,10								
01/06/2010	17	348,4	0,34840	84,11	29,31								
01/06/2010	18	193,6	0,19360	76,27	14,77								
01/06/2010	19	173,2	0,17320	71,47	12,38								
01/06/2010	20	146,8	0,14680	66,04	9,69								
01/06/2010	21	122,4	0,12240	75,50	9,24								
01/06/2010	22	120,0	0,12000	74,60	8,95								
01/06/2010	23	122,4	0,12240	74,80	9,16								
01/06/2010	24	120,8	0,12080	60,38	7,29								
						perdite (kWh)	perdite (MWh)	PUN	TOTALE				
						6,140400	0,00614	51,16	€ 0,31				
						5,834400	0,00583	49,80	€ 0,29				
						5,814000	0,00581	49,50	€ 0,29				
						5,814000	0,00581	49,38	€ 0,29				
						5,793600	0,00579	49,38	€ 0,29				
						5,977200	0,00598	26,40	€ 0,16				
						7,242000	0,00724	49,03	€ 0,36				
						10,302000	0,01030	64,60	€ 0,67				
						24,398400	0,02440	79,69	€ 1,94				
						26,601600	0,02660	99,96	€ 2,66				
						25,663200	0,02566	110,26	€ 2,83				

Foglio di calcolo del contratto REPOWER

- **CONTRATTO AGSM:** dal foglio di calcolo precedente, dopo aver calcolato la media del PUN nelle diverse fasce si è proceduto al calcolo della voce di consumo inerente l'energia;

AGSM											
				Energia più perdite		totale		PERDITE		EN+PERDITE	
										MAGGIORAZIONE	
F1	99.645	kWh		104.727		€ 7.809,39		5.082	104.727	€ 293,24	
F2	27.907	kWh		29.330		€ 1.984,91		1.423	29.330	€ 82,12	
F3	36.083	kWh		37.923		€ 1.737,64		1.840	37.923	€ 106,19	
						SUB TOTALE 1	€ 11.531,95	SUB TOTALE 2	€ 481,55		
								TOTALE	€ 12.013,49		
		€/MWh	€/kWh								
20100601	1	51,16	0,05116	01/06/2010	MEDIA	F1	0,074569				
20100601	2	49,80	0,04980	01/06/2010		F2	0,067674				
20100601	3	49,50	0,04950	01/06/2010		F3	0,045820				
20100601	4	49,38	0,04938	01/06/2010							
20100601	5	49,38	0,04938	01/06/2010							
20100601	6	26,40	0,02640	01/06/2010							
20100601	7	49,03	0,04903	01/06/2010							
20100601	8	64,60	0,06460	01/06/2010							
20100601	9	79,69	0,07969	01/06/2010							
20100601	10	99,96	0,09996	01/06/2010							
20100601	11	110,26	0,11026	01/06/2010							
20100601	12	120,94	0,12094	01/06/2010							
20100601	13	76,18	0,07618	01/06/2010							
20100601	14	75,66	0,07566	01/06/2010							
20100601	15	90,20	0,09020	01/06/2010							
20100601	16	90,06	0,09006	01/06/2010							
20100601	17	84,11	0,08411	01/06/2010							
20100601	18	76,27	0,07627	01/06/2010							
20100601	19	71,47	0,07147	01/06/2010							
20100601	20	66,04	0,06604	01/06/2010							
20100601	21	75,50	0,07550	01/06/2010							
20100601	22	74,60	0,07460	01/06/2010							
20100601	23	74,80	0,07480	01/06/2010							
20100601	24	60,38	0,06038	01/06/2010							

Foglio di calcolo del contratto AGSM

- **CONTRATTO E-SOURCE:** fornitore con condizioni economiche facilmente emulabili, necessità solamente dei consumi suddivisi nelle tre diverse fasce, per calcolarne le perdite associate e moltiplicare il tutto per il prezzo fisso.

ENERGETIC SOURCE						
				energia piu perdite	€/kWh	
	F1	99.645	kWh	104.727	0,0881	€ 9.226,44
	F2	27.907	kWh	29.330	0,0865	€ 2.537,07
	F3	36.083	kWh	37.923	0,0673	€ 2.553,75
					TOTALE	€ 14.317,26
Perdite	F1	5.082	kWh			
	F2	1.423	kWh			
	F3	1.840	kWh			

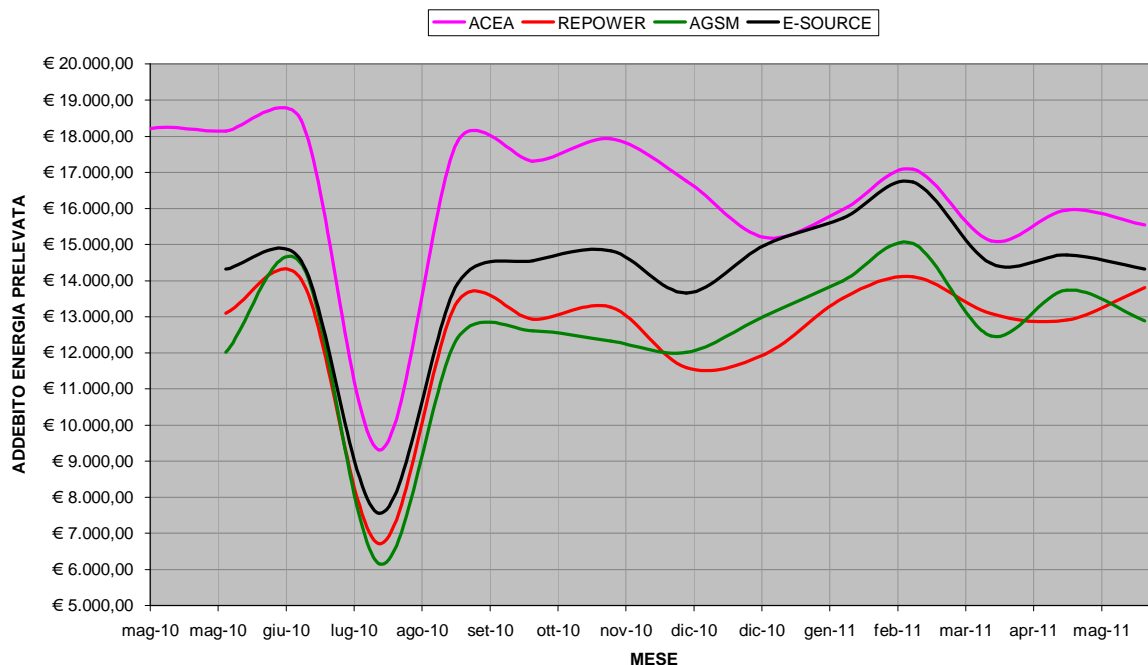
Foglio di calcolo del contratto ENERGETIC SOURCE

I risultati ottenuti mese per mese, sono i seguenti:

	ACEA	REPOWER	AGSM	E-SOURCE
giu-10	€ 18.136,54	€ 13.097,71	€ 2.013,49	€ 14.317,26
lug-10	€ 18.431,90	€ 14.033,58	€ 14.468,81	€ 14.542,23
ago-10	€ 9.317,04	€ 6.718,55	€ 6.150,40	€ 7.558,36
set-10	€ 17.852,56	€ 13.414,71	€ 12.409,55	€ 13.918,31
ott-10	€ 17.307,69	€ 12.927,26	€ 12.602,70	€ 14.554,73
nov-10	€ 17.922,87	€ 13.263,98	€ 12.323,10	€ 14.828,25
dic-10	€ 16.759,54	€ 11.584,54	€ 12.014,42	€ 13.659,47
gen-11	€ 15.193,13	€ 11.961,71	€ 13.016,78	€ 14.977,09
feb-11	€ 15.970,99	€ 13.510,45	€ 13.991,35	€ 15.730,67
mar-11	€ 17.089,09	€ 14.102,53	€ 15.027,59	€ 16.732,32
apr-11	€ 15.106,12	€ 13.083,70	€ 12.473,53	€ 14.473,99
mag-11	€ 15.955,16	€ 12.905,69	€ 13.733,98	€ 14.707,79
giu-11	€ 15.545,67	€ 13.804,49	€ 12.882,81	€ 14.317,26

La tabella precedente compara la componente energia pagata nelle fatture ACEA con l'importo che si sarebbe ottenuto se Haier fosse stata dispacciata dagli altri fornitore.

CONFRONTO CONTRATTI FORNITURA ENERGIA



Quello che possiamo facilmente notare anche dal grafico soprariportato è la totale convenienza di un contratto con prezzo dell'energia pari al PUN orario o alla sua media nelle 3 fasce rispetto un contratto a prezzo fisso o ancor di più ad un contratto avente prezzi indicizzati al Brent petrolifero.

Nonostante l'acquisto dell'energia elettrica in borsa non dia alcuna garanzia e alcuna sicurezza nella gestione del rischio, conviene questo tipo di indicizzazione piuttosto di un prezzo legato al Brent petrolifero.

Tra i due contratti più convenienti, Repower ed Agsm, andando ad analizzare le differenze di importi rispetto al contratto ACEA, troviamo questa situazione. Nella tabella sottoriportata è riportata la differenza tra l'addebito ACEA e l'addebito Repower/Agsm, per valutare il risparmio alla quale si sarebbe arrivati mese per mese.

giu 10 – giu 11		giu 10 – giu 11		Genn 11 – giu 11		Genn 11 – giu 11	
acea - repower		acea - agsm		acea - repower		acea - agsm	
€	5.038,83	€	6.123,05	3.231,42 €		2.176,35 €	
€	4.398,32	€	3.963,09	2.460,54 €		1.979,64 €	
€	2.598,49	€	3.166,64	2.986,56 €		2.061,50 €	
€	4.437,85	€	5.443,01	2.022,42 €		2.632,59 €	
€	4.380,43	€	4.704,99	3.049,47 €		2.221,18 €	
€	4.658,89	€	5.599,77	1.741,18 €		2.662,86 €	
€	5.175,00	€	4.745,12				
€	3.231,42	€	2.176,35				
€	2.460,54	€	1.979,64				
€	2.986,56	€	2.061,50				
€	2.022,42	€	2.632,59				
€	3.049,47	€	2.221,18				
€	1.741,18	€	2.662,86				
				15.491,59 €		13.734,12 €	
€	46.179,40	€	47.479,79				

Le tabelle comparative evidenziano come nell'ultimo anno sia stato conveniente la simulazione del contratto Agsm rispetto a Repower di poco più d'un migliaio di euro, ma nell'ultimo semestre (gennaio-giugno) la convenienza è stata del contratto Repower, già scelto da Haier a decorrere da Gennaio 2012.

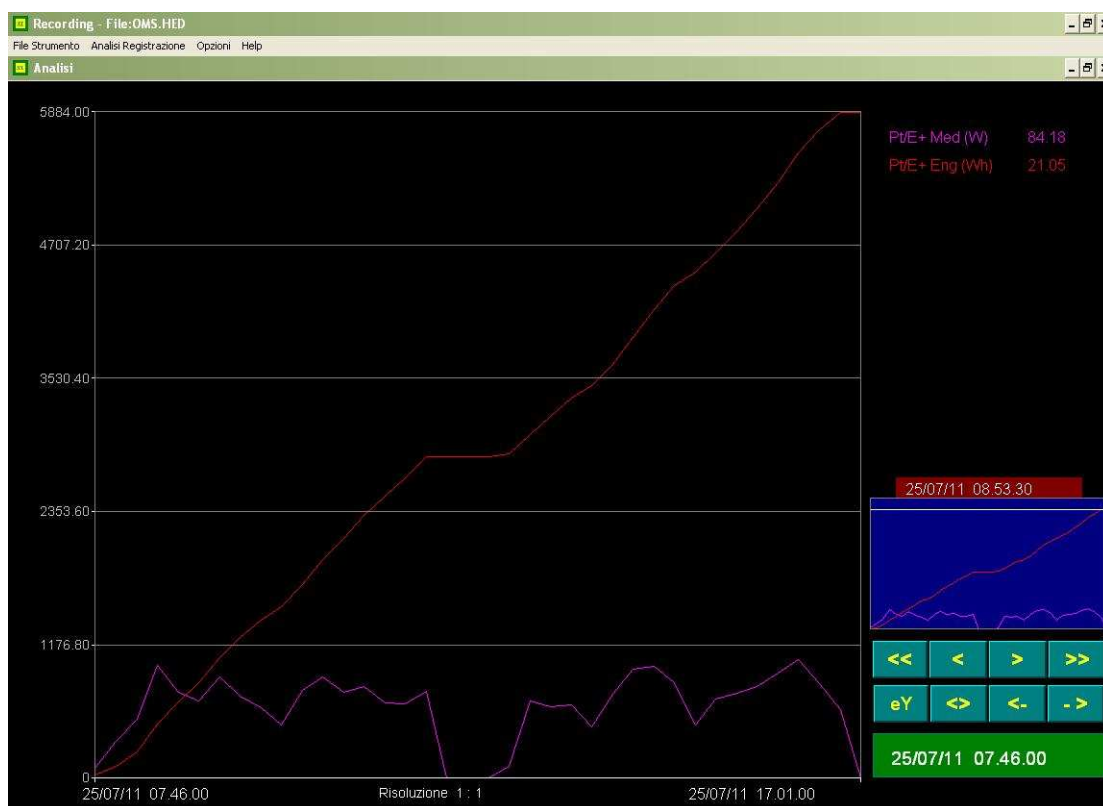
Concludendo, l'analisi effettuata dimostra l'effettiva convenienza del contratto scelto da Haier rispetto ad altri fornitori aventi la stesse condizioni economiche; l'ottimo economico dipende dalla media dei corrispettivi energia, in quanto se la media risultasse "favorevole" il contratto Agsm converrebbe su Repower, in caso contrario (come è stato nell'ultimo semestre) la convenienza assoluta risulta essere di Repower.

L'OBIETTIVO

Il reparto produttivo in Haier Italy produce solamente in un turno, per cinque giorni a settimana. Durante le otto ore lavorative, spalmate in nove ore solari tenendo conto della pausa pranzo a metà giornata, le aree tecnologiche funzionano ininterrottamente, eccezion fatta durante la pausa appunto, durante la quale vengono messe in stand-by.

Un interrogativo che l'azienda si è posta è valutare quanto sia conveniente questa modalità di funzionamento dei macchinari durante la pausa, rispetto allo spegnimento degli stessi ed una successiva accensione.

Questo confronto meramente economico (dal punto di vista dei kWh consumati), viene fatto confrontando la curva di prelievo che il processo presenta durante il suo riscaldamento pre inizio turno, con il consumo dello stesso durante la pausa pranzo: qualora il consumo durante la pausa pranzo fosse maggiore dell'energia assorbita nel riscaldamento "mattutino" converrà allora spegnere la macchina anziché tenerla in stand-by, altrimenti significa che il comportamento attuale è già l'ottimo economico.



Esempio di registrazione – visualizzazione potenza impegnata ed energia consumata.

L'analisi è stata compiuta con uno strumento multifunzione, l'HT mod.GSC59, che permette la registrazione dell'analisi di rete su un sistema trifase.

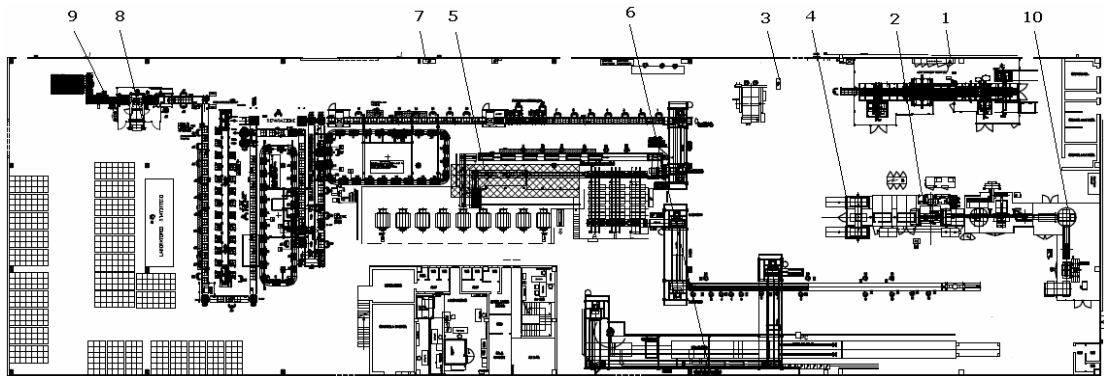


Attraverso le 4 pinze voltmetriche a coccodrillo (3F+N), e le sonde di corrente flessibili permette di analizzare qualsiasi grandezza elettrica nelle tre diverse fasi, nonché le grandezze energetiche del sistema nel suo complesso.

Questo monitoraggio è stato eseguito nei dieci processi eseguiti nello stabilimento Haier, nella fattispecie:

1. PIEGATRICE LAMIERE – Marca: OLMA matr. HA200701
2. TERMOFORMATRICE CELLE – Marca:COMI matr. 0864 dis. 668
3. SCHIUMATRICE PORTE - Marca: CANNON matr. 291166
4. TERMOFORMATURA CONTROPORTE – Marca: ATEM
5. SCHIUMATRICE MOBILI - Marca: CANNON matr.690
6. PROFILATURA LAMIERE – Marca: TECNOTEAM

7. LINEA MONTAGGIO – Marca: CONVEYORS matr. 3069G000
8. IMBALLAGGIO – Marca: OMS serie 13758 schema SED02721
9. SMISTAMENTO PRODOTTO FINITO - Marca: CONVEYORS
10. FERROTRANCIA



Dislocazione delle aree tecnologiche in Haier Italy

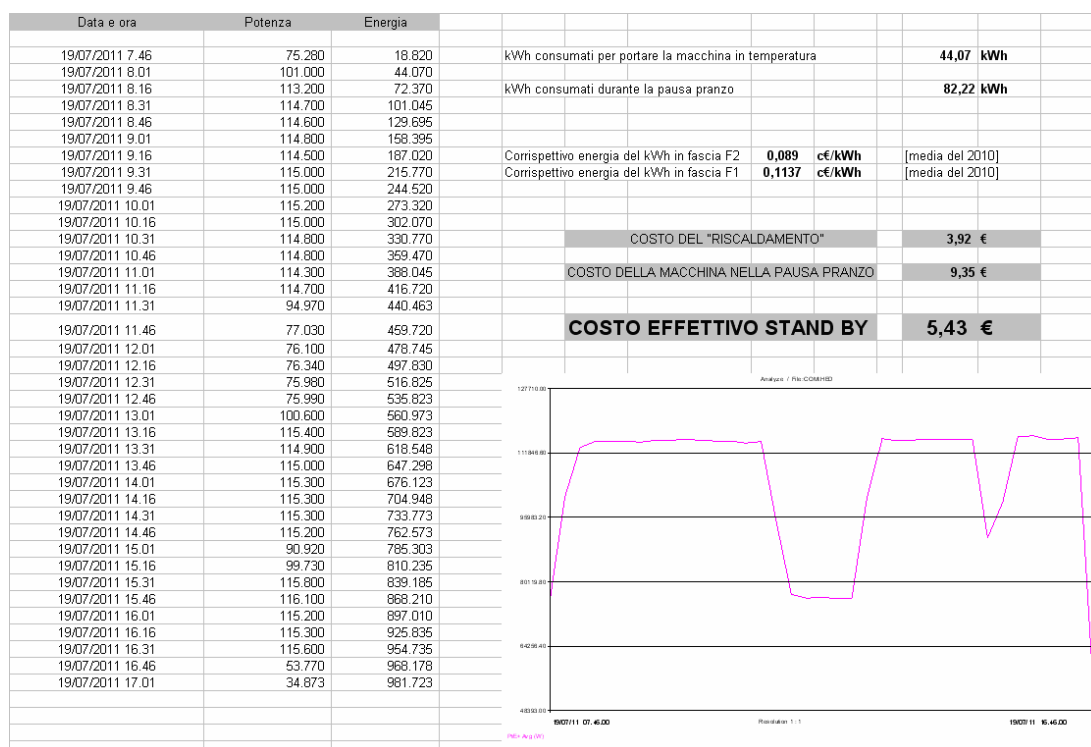
Passiamo ora a vedere in dettaglio le registrazioni memorizzate dallo strumento di analisi, il quale veniva installato a bordo macchina prima dell'inizio del riscaldamento pre-turno, e successivamente scollegato alla fine delle otto ore lavorative.

VALUTAZIONE DELLA CONVENIENZA DELLO STAND BY DURANTE LA PAUSA PRANZO

Nel seguente paragrafo verranno analizzate le misurazioni registrate nel mese di Luglio 2011 sulle dieci aree tecnologiche di Haier, per valutare l'effettiva economicità del tenere le macchine in stand by durante la pausa pranzo.

Lo strumento campiona ogni 15 minuti l'energia assorbita dalla macchina sotto analisi, e successivamente ne calcola la potenza impegnata come il rapporto tra l'energia assorbita nel quarto d'ora.

Un fac-simile del foglio di calcolo utilizzato per la valutazione della convenienza dello spegnimento durante la pausa pranzo è rappresentato di seguito.



Si calcolano i kWh consumati per il preriscaldamento della macchina dal momento dell'accensione all'inizio del ciclo lavorativo (ore 8:00) e il consumo complessivo durante la pausa pranzo, facendo la differenza tra i kWh consumati alle 13:00 e i kWh consumati alle 12:00

Si moltiplicano ora tali valori (in kWh) per il corrispettivo energia (€/kWh) della fascia in cui ci troviamo (F1 durante la pausa pranzo o F2 durante il riscaldamento al mattino) per ottenere il costo del preriscaldamento ed il costo energetico della macchina durante l'ora della pausa pranzo.

Stornando ora il secondo valore dal primo otteniamo il costo effettivo dello stand by: nell'esempio qui sopra i 5,43 € sono il risparmio che Haier otterrebbe se spegnesse la macchina alle 12.00 e la riaccendesse poco prima delle 13.00, per consentire il nuovo preriscaldamento.

Dalle analisi effettuate, solamente su poche linee di produzione è risultato conveniente lo spegnimento piuttosto dello stand by, in particolare:

1. COMI – TERMOFORMATURA CELLE

L'analisi ha evidenziato un potenziale di risparmio pari a 5,43 €/giorno, pari a circa 1250 euro/anno.

2. OLMA – PROFILA LAMIERE

Risparmio giornaliero pari a 1,56 €/giorno, pari a 358,8 €/anno.

3. CANNON – SCHIUMATURA CELLE

Lo spegnimento di tale macchina durante la pausa pranzo consentirebbe un risparmio annuo pari a 23 €.

Solamente questi tre macchinari consentono un risparmio sensibile, considerando un anno come orizzonte temporale di riferimento.

Le aree tecnologiche che non compaiono nell'elenco qui sopra riportato non hanno convenienza a venir spente a metà giornata, in quanto sono macchinari che quando entrano in produzione lavorano dalle 8.00 alle 17.00 in maniera continuativa, oppure in quanto lo stand by è così poco energivoro da non giustificare lo spegnimento.

Concludendo, l'unica macchina nel quale è veramente conveniente lo spegnimento durante la pausa pranzo è la termoformatrice delle celle. Questo poiché oltre a conteggiare il risparmio ottenibile dallo spegnimento della macchina, bisogna ipotizzare gli extracosti dovuti ai guasti, in quanto un raddoppio delle accensioni e degli spegnimenti comporterà un maggior stress per i componenti elettronici, i più delicati da questo punto di vista.

Ecco che allora si capisce che, mentre nella termoformatrice COMI si trova un budget sostanzioso per fronteggiare queste eventuali sostituzioni, in macchine come la CANNON, la rottura di un inverter, di una scheda elettronica o di un alimentatore comporterebbe una spesa che non sarebbe coperta dal risparmio ottenuto in un intero anno.

ANALISI SULL' ANTICIPO DELL' ORARIO DI PRODUZIONE

Le registrazioni effettuate nel reparto produttivo Haier, oltre a permettere una valutazione sull'economicità dello stand by analizzata nel paragrafo precedente, rende possibile l'analisi economica su un possibile anticipo della produzione.

L'azienda, che ad oggi produce dalle 8:00 alle 17:00, vuole conoscere se è conveniente anticipare di un'ora l'orario lavorativo per alcuni processi produttivi. Si dovrà pertanto comparare un minor esborso legato al costo dell'energia, in quanto si lavora (per un ora) non più in fascia F1 ma in fascia F3, con un extracosto legato alle ore (straordinarie) della manodopera.

Per il conteggio, i dati necessari sono:

- prezzi medi (2010) pagati per l'energia elettrica nelle fasce F1 ed F3
- numero di operai
- costo ordinario e straordinario della manodopera

Dallo schema di calcolo presentato qui in seguito, vediamo come si è analizzata la convenienza o meno nell'anticipare la produzione.

Data e ora	Potenza	Energia	Calcolo una media dei consumi durante le ore di lavorazione				
29/07/2011 8.02	6627	81810,75					
29/07/2011 8.17	6757	83500	ORA	1	5774	Wh	consumi dalle 8.02 alle 9.02
29/07/2011 8.32	5629	84907,25		2	5587	Wh	consumi dalle 9.02 alle 10.02
29/07/2011 8.47	5305	86233,5		3	5494	Wh	consumi dalle 10.02 alle 11.02
29/07/2011 9.02	5404	87584,5		4	5807	Wh	consumi dalle 11.02 alle 12.02
29/07/2011 9.17	5230	88892		5	5012	Wh	consumi dalle 13.04 alle 14.04
29/07/2011 9.32	6203	90442,75		6	5168	Wh	consumi dalle 14.04 alle 15.04
29/07/2011 9.47	5289	91765		7	4815	Wh	consumi dalle 15.04 alle 16.04
29/07/2011 10.02	5625	93171,25		8	4559	Wh	consumi dalle 16.04 alle 17.04
29/07/2011 10.17	5495	94545					
29/07/2011 10.32	5182	95840,5	MEDIA CONSUMO		5,28	kWh	
29/07/2011 10.47	5539	97225,25					
29/07/2011 11.02	5759	98665	Prezzi medi pagati per l'energia elettrica nell'anno 2010 nelle fasce F1 ed F3				
29/07/2011 11.17	5833	100123,25	F1	0,11371	€/kWh	F3	0,0577 €/kWh
29/07/2011 11.32	6097	101647,5					
29/07/2011 13.04	5963	4388,25	Calcolo dei costi orari (usando la media dei consumi) nella fascia F1 ed F3				
29/07/2011 13.19	5453	5751,5	F1		€ 0,60	DIFFERENZA COSTI ORARI	
29/07/2011 13.34	4872	6969,5					€ 0,30
29/07/2011 13.49	4815	8173,25	F3		€ 0,30		
29/07/2011 14.04	4907	9400					
29/07/2011 14.19	5086	10671,5	Calcolo dei costi della manodopera				
29/07/2011 14.34	5522	12052	Costo orario manodopera		15 euro	Differenziale totale dovuto alle straordinarie	
29/07/2011 14.49	4762	13242,5					€ 7,50
29/07/2011 15.04	5303	14568,25	Aumento percentuale straord		25%		
29/07/2011 15.19	4895	15792					
29/07/2011 15.34	4660	16957	Numero operai		2 operai		
29/07/2011 15.49	4772	18150					
29/07/2011 16.04	4932	19383					
29/07/2011 16.19	4640	20543					
29/07/2011 16.34	4501	21668,25	DIFFERENZA TRA RISPARMIO ED EXTRACOSTI				
29/07/2011 16.49	4164	22709,25					
29/07/2011 17.04	4959	23949					
					€ 2,10	CONVENIENTE	

Dalle registrazioni si è calcolata una media dei consumi durante le ore di produzione, per avere un valore medio dell'energia che si consumerà non più in fascia F1 ma in F3.

Noti i corrispettivi energia pagati in media durante il 2010, è stato calcolata la differenza tra il costo del consumo medio nelle due fasce: questo valore andrà confrontato con il maggior esborso dovuto alle ore di straordinarie dei dipendenti. In particolare, il costo orario della manodopera è di 15 €/ora, e l'aumento percentuale nelle ore di straordinario è del 25% (+3,75€).

Pertanto, qualora la differenza tra il consumo medio orario risultasse maggiore a tale valore l'anticipo risulterebbe conveniente, altrimenti no (perché il minor esborso, dovuto al consumo su una fascia off peak, è inferiore all'aumento del costo orario della manodopera).

Le linee di produzione analizzate per il seguente conteggio sono:

1. CANNON, Schiumatrice Porte
2. COMI, Termoformatrice Celle
3. OLMA, Piegatrice
4. TECNOTEAM, Profilatura

I risultati ottenuti sono i seguenti.

	CANNON	COMI	OLMA	TECNOTEAM
Media kWh	5,28 kWh	106,93 kWh	18,73 kWh	14 kWh
N.° operai	2	2	1	2
Costo orario in F1	€ 0,60	€ 12,16	€ 2,13	€ 1,58
Costo orario in F3	€ 0,30	€ 6,17	€ 1,08	€ 0,80
Risparmio costi orari	€ 0,30	€ 5,99	€ 1,05	€ 0,78
Extracosto straordinari	€ 7,50	€ 7,50	€ 3,75	€ 7,50

NON CONVENIENTE NON CONVENIENTE NON CONVENIENTE NON CONVENIENTE

Risultati ottenuti utilizzando un corrispettivo medio dell'energia pari a 0,11371 €/kWh (fascia F1) e 0,0577 €/kWh (fascia F3), costo orario manodopera pari a 15 €/ora (ordinarie) e 18,75 €/ora (straordinarie).

I risultati ottenuti evidenziano quanto non sia conveniente lo spostamento dell'orario di lavoro dei macchinari analizzati.

Seppur l'anticipo di un'ora permetta un risparmio economico dovuto al consumo di energia elettrica in una fascia a prezzo inferiore, questo risparmio è sempre inferiore all'aumento del costo orario della manodopera.

