

Introduzione alla attività del LABAC

(Laboratory of energy performance in Compressed Air Systems),
Università di Pavia

**NORMA ANGLANI – DIPARTIMENTO INGEGNERIA ELETTRICA
UNIVERSITÀ DI PAVIA**

FIERA DI VERONA 25-26 Ottobre 2011
Convegno ANIMAC: Aria compressa tra efficienza e sicurezza
tecnologie manutenzione normative

INDICE

1) ATTIVITÀ DI STUDIO E RICERCA PRESSO UNIPV-LABAC

2) INTRODUZIONE AL SERVIZIO ARIA COMPRESSA: IMPATTO SUI CONSUMI ELETTRICI DI SETTORE

3) ALCUNI ESEMPI DI STUDIO: IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

CONCLUSIONI

1) LE ATTIVITÀ DI STUDIO & RICERCA PRESSO UNIPV- LABAC

LABAC: laboratorio prestazioni energetiche sistemi aria compressa

LANCIO IDEA

ottobre 2008

ARRIVO PRIMO MATERIALE

agosto 2008

COMPLETAMENTO LAVORI su circuito

ottobre 2010

PRIME PRESENTAZIONI

novembre 2010

INAUGURAZIONE e Workshop

16 febbraio 2011

DOTAZIONE

compressore L/UL lubrificato vite da 30 kW senza recupero

sistema di condotte misto (alluminio, acciaio)

serbatoio accumulo da 500 l

essiccatore a refrigerazione

filtri, scaricatori condensa, valvole utilizzatrici

sensoristica per monitoraggio



1) LE ATTIVITÀ DI STUDIO & RICERCA PRESSO UNIPV-LABAC

AMBITI DI RICERCA

SISTEMI EFFICIENTI DI CONVERSIONE DELL'ENERGIA

STUDIO D MODELLI E NUOVI CONCETTI DI PROGETTAZIONE CAS¹

SISTEMI DI CONTROLLO, MONITORAGGIO E VERIFICA

RUOLO ED EFFICACIA DELLE INDAGINI ENERGETICHE

METODOLOGIE DI CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

SURVEY SU SISTEMI INDUSTRIALI

IMPLEMENTAZIONE DI SOFTWARE A SUPPORTO INDAGINI ENERGETICHE

*** SISTEMI DI STOCCAGGIO DELL'ENERGIA (CAS²: COMPRESSED AIR STORAGE)*

1) LE ATTIVITÀ DI STUDIO & RICERCA PRESSO UNIPV-LABAC

TIROCINIO

GIANNINI 2004 (LAUREA QUINQUIENNALE VECCHIO ORD.)

Proposta di scheda per la valutazione di TEE nel campo CAS

ALBINI D. 2010 (LT)

Analisi della strumentazione idonea al rilevamento di tutte le grandezze caratteristiche di una sala compressori

TESSERA M. 2011 (LT)

Utilizzo Generale dei Sistemi di Diagnosi Energetica di una Sala Compressori MB Lite e MB Lite Plus e Airscan

BARANA R. 2011(LT)

Sistemi di diagnosi energetica di una sala compressori

LABORATORIO (LS/PhD)

BOSSI MICHELE 2011 (LS)

Modelli di simulazione di un impianto ad aria compressa

GATTI COMINI RICCARDO 2011 (LS)

Modelli di simulazione di un impianto industriale ad aria compressa: stabilimento henkel di lomazzo

GIUSI QUARTARONE (DOTTORATO DI RICERCA)

Efficient energy conversion systems: study on the use of compressed air

1) LE ATTIVITÀ DI STUDIO & RICERCA PRESSO UNIPV-LABAC

LABORATORIO MN (LS)

ABBIANONI DAMIANO 2011 (LS-AMB)

Applicazione di modelli per la verifica di modalità operative ottime di sistemi aria compressa: casi studio sul settore calze e filati

MORARI MATTEO 2011 (LS-AMB)

Modalità di risparmio energetico nella gestione di sistemi aria compressa

ATTIVITÀ DI DIDATTICA E PERFEZIONAMENTO

ATTIVAZIONE DI CONVENZIONI E POSSIBILI TIROCINI PRESSO AZIENDE INTERESSATE

MASTER MANTOVA

CORSI DI FORMAZIONE

PROSEGUO

... il Labac è un laboratorio sempre in mutazione, la configurazione finale è sempre aperta ed il contributo delle aziende è sempre benvenuto.

2) STIMA CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA PER LA PRODUZIONE DI ARIA COMPRESSA IN ITALIA

Totale consumi al 2009, inclusi VSD dal 2004 (15 anni vu) GWh/a		Popolazione elettrocompressori lubrificati rotativi da kW 2 ad oltre kW 250 incluso backup e VV (vita utile 15 anni)		
kW				
2	21.31	Potenza		
4	100.17	kW	2008	2009
5.5	294.24	2	4,262	4,403
7.5	738.59	4	10,075	10,035
11	1,120.94	5.5	21,498	21,166
15	861.16	7.5	39,653	38,905
18.5	564.48	11	41,889	41,116
22	941.75	15	23,633	23,253
30	1,265.69	18.5	12,599	12,453
37	1,299.66	22	17,547	17,404
45	1,140.51	30	10,194	10,274
55	708.65	37	8,545	8,614
75	1,219.66	45	6,204	6,180
90	538.58	55	4,799	4,738
110	496.42	75	5,979	5,987
132	570.75	90	2,226	2,256
		110	1,712	1,700
160	669.65	132	1,232	1,244
315	1,176.52			
		160	1,170	1,172
totale	13,729	oltre 160	1,140	1,155
		Totalli	214,357	212,055

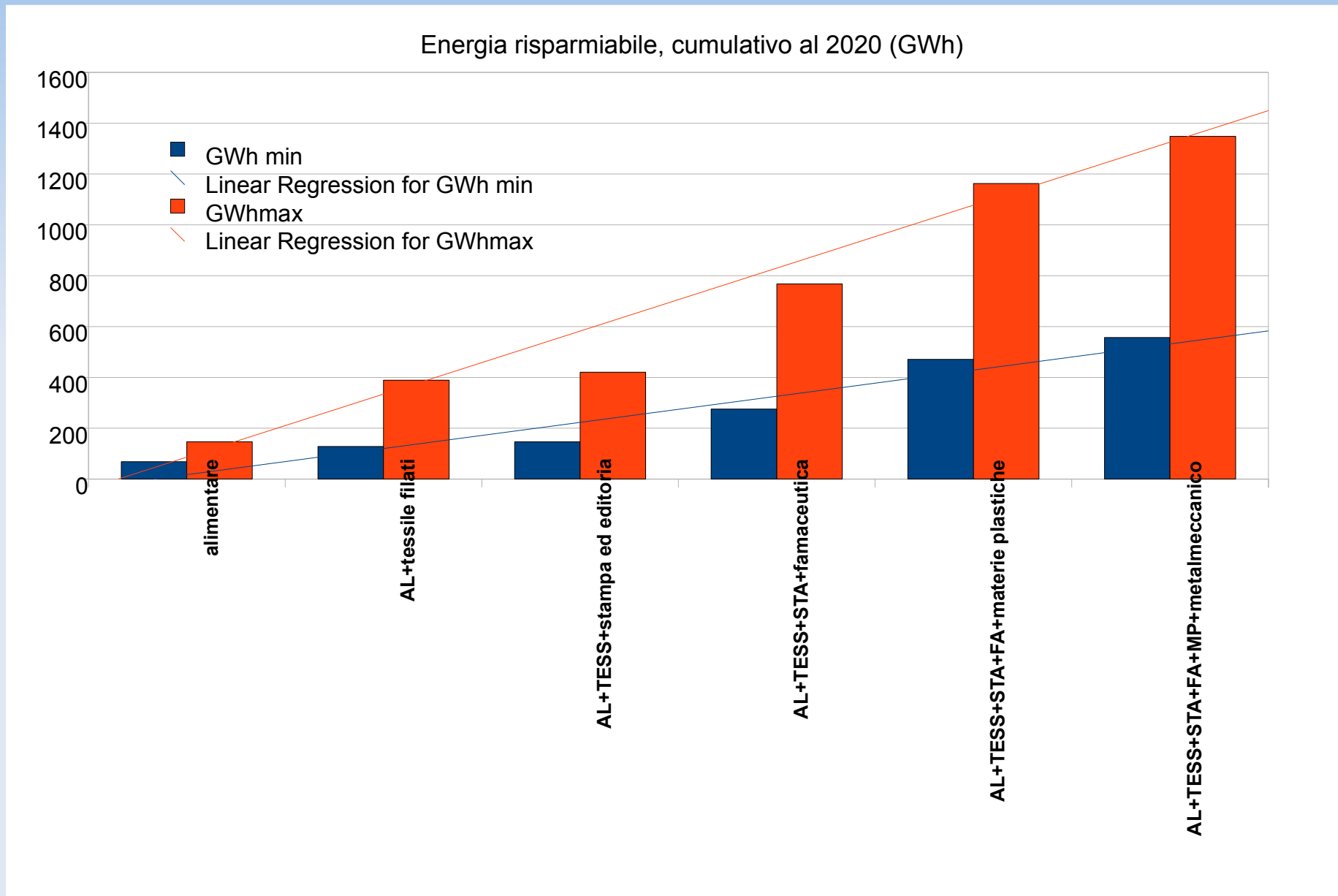
13.7-16
TWh/a (2009)

2) IMPATTO SUI CONSUMI ELETTRICI DI SETTORE (2020)

settore merceologico	consumi elettrici globali al 2009 GWh/a	stima 2009	stima 2009	consumi su aria compressa (stima 2009, GWh/a) min	consumi su aria compressa (stima 2009, GWh/a) MAX	tipologie di intervento – media su sul risparmio possibile					media pesata (%)
		% di consumo su AC min	% di consumo su AC MAX			generazione	trattamento	distribuzione di tipo concentrato	distribuzione di tipo distribuito	monitoraggio	
alimentare	12,558	5.00%	8.00%	628	1,005	15.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	12.00%
tessile filati e tessile confezionamento	4,412	10.00%	30.00%	441	1,324	20.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	15.00%
stampo ed editoria	1,736	8.00%	10.00%	139	174	20.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	15.00%
famaceutica	14,227	10.00%	20.00%	1,423	2,845	15.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	10.00%
materie plastiche	7,194	20.00%	30.00%	1,439	2,158	20.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	15.00%
metalmeccanico	19,106	5.00%	8.00%	955	1,528	12.00%	1.00%	2.00%	5.00%	1.00%	10.00%

fattore di crescita dei consumi AC su 10 anni (min)	fattore di crescita dei consumi AC su 10 anni (MAX)	Risparmi conseguibili al 2020 (GWh; min consumi)		Risparmi conseguibili al 2020 (GWh; MAX consumi)		Emissioni evitabili al 2020 (kt eq di CO2)		Emissioni evitabili al 2020 (t eq di CO2)		0.187 tep/MWh
		min crescita	max crescita	min crescita	max crescita	CO2) min	CO2) MAX	CO2) min	CO2) MAX	
-1.00%	2.00%	68.14	91.85	109.03	146.96	33	71			
-1.00%	2.00%	59.85	80.68	179.56	242.03	29	116			
-1.00%	2.00%	18.84	25.40	23.56	31.75	9	15			
-1.00%	2.00%	128.67	173.43	257.34	346.86	62	167			
-1.00%	2.00%	195.19	263.09	292.79	394.64	94	190			
-1.00%	2.00%	86.39	116.45	138.23	186.32	42	90			

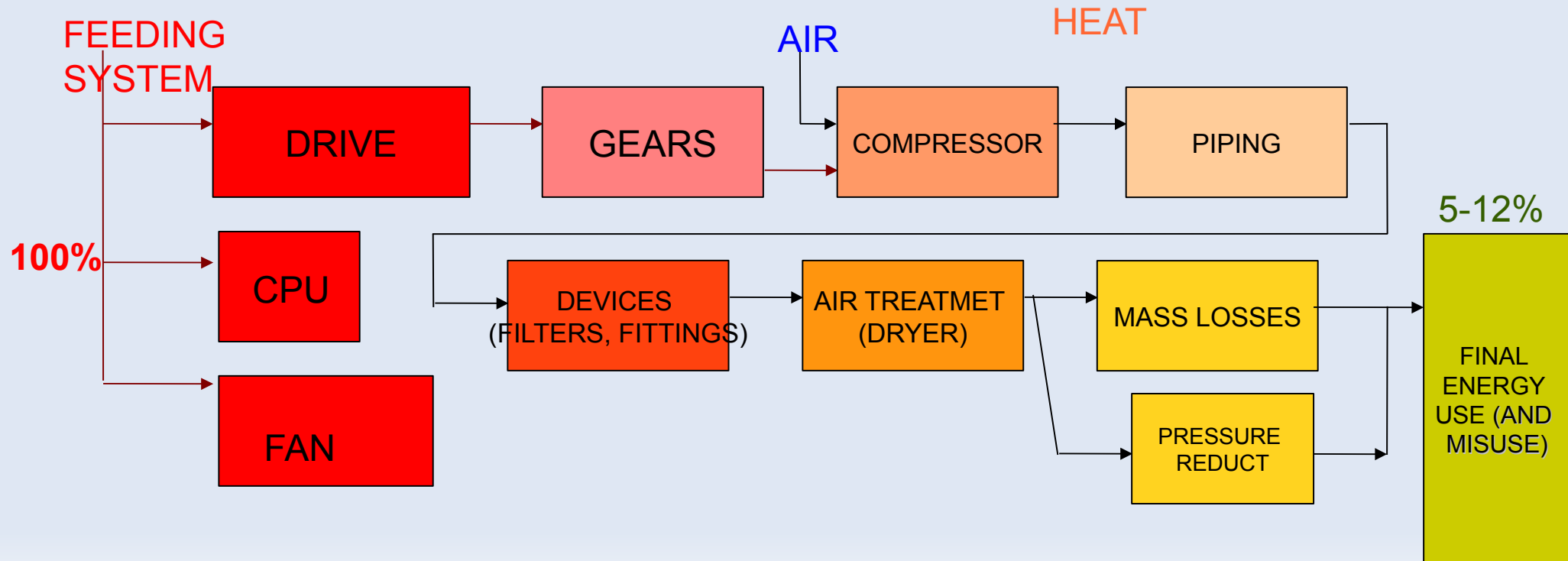
2) IMPATTO SUI CONSUMI ELETTRICI DI SETTORE (2020)



2) CENNI AI PRINCIPI DI BASE NELLA PRODUZIONE DELL'ARIA COMPRESSA

DEFINIZIONE DI RISPARMIO ENERGETICO: FORNIRE LO STESSO SERVIZIO ENERGETICO UTILIZZANDO MINORI RISORSE IN TERMINI DI ENERGIA PRIMARIA

... OSSIA AUMENTARE L'EFFICIENZA NELLA CATENA DI TRASFORMAZIONE DELL'ENERGIA ...



2) PRODUZIONE STAZIONARIA: motori ed azionamenti elettrici

ANALIZZIAMO LA CATENA ...

APPROVVIGIONAMENTO
DA RETE ELETTRICA:
ENERGIA/POTENZA
ELETTRICA

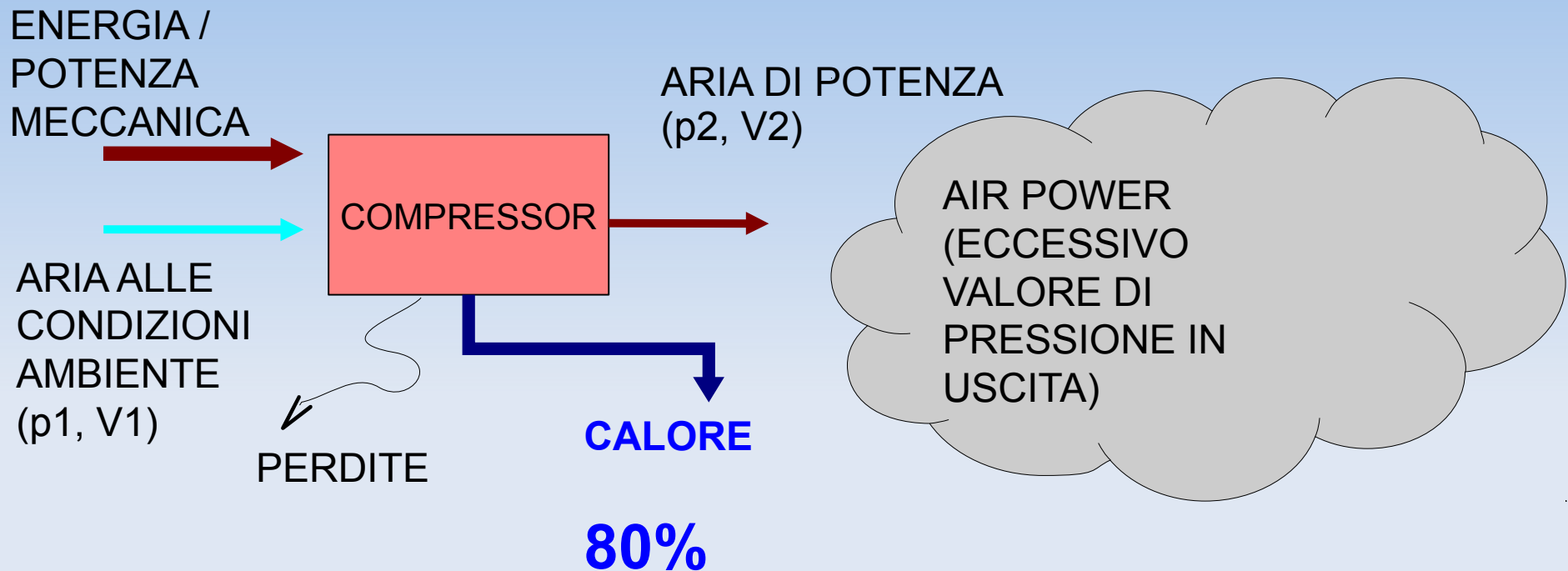
MOTOR
DRVE

FAN

ENERGIA/POTENZA
MECCANICA
ALL'ASSE

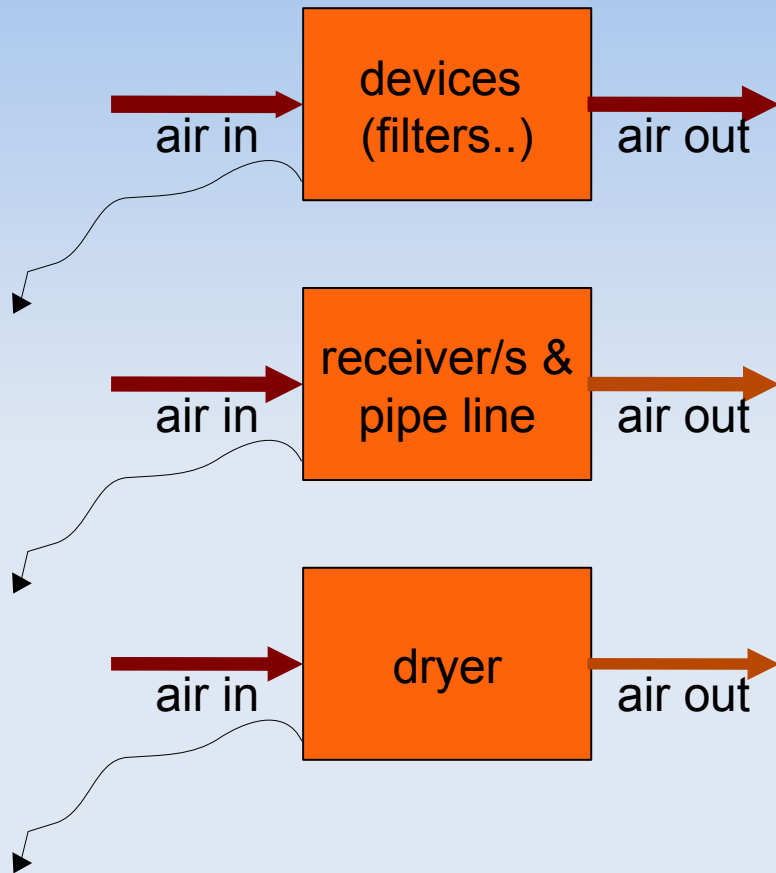
- * motori elettrici ed azionamenti più efficienti;
- * azionamenti/motori progettati ad hoc per compressori;
- * sistemi di controllo e regolazione più efficaci (velocità variabile, nuove configurazioni di sala, etc)

2) ELEMENTO DI COMPRESSIONE



- * OTTIMIZZAZIONE DI PARAMETRI COSTRUTTIVI (EFFICACIA MECCANICA E TERMODINAMICA)
- * SFRUTTAMENTO DEL CALORE GENERATO
- * CONTROLLO SU CONDIZIONI DI AMMISSIONE DELL'ARIA IN INGRESSO (temperatura, impurità, umidità, etc..)
- * DIMENSIONAMENTO OPPORTUNO RISPETTO RICHIESTE (studio cicli di servizio e criticità, simulazioni, etc etc)
- * RIPENSAMENTO DI SERVIZI COLLEGABILI (ad es. produzione di ACS a bassa temperatura uso servizio 90 kW >> 3.3 m³/h acqua a 35-40 °C)

2) ..a valle del COMPRESSORE ...



* MANUTENZIONE ADEGUATA
FILTRI E PARTI USURABILI

* CONTROLLARE PERDITE DI
PRESSIONE CONCENTRATE E
DIFFUSE

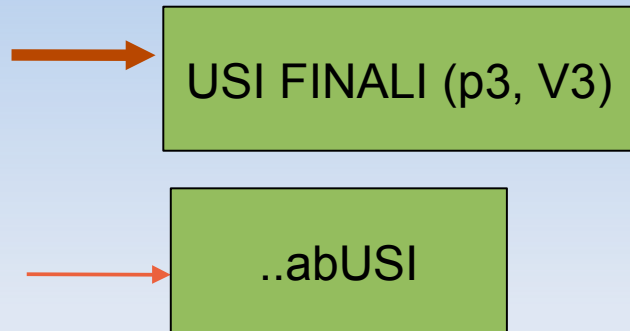
* MANTENERE BUONI LIVELLI
NELLA QUALITÀ DELL'ARIA

* RIDUZIONE DELLE PERDITE
(ACCOPPIAMENTI, RACCORDI,
CONTROLLO TEMPI APERTURA
TRAPPOLE CONDENSA,
REGOLAZIONI DI
PRESSIONE ...)

* ADEGUATO
DIMENSIONAMENTO
CONDOTTE

2) ..UTENTI FINALI

5-12%



- * RIDUZIONE DELLA DOMANDA
- * RIDUZIONE DELLA PRESSIONE RICHIESTA
- * MONITORAGGIO (pressione, flusso, temperatura, umidità,....
energia/potenza distribuita)
- * controllo SULLE FUGHE

3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

IL DISTRETTO DI CASTEL GOFFREDO – AZIENDA N.1

ALCUNI RISULTATI DI RILIEVO E ALTRE IDEE DI APPROFONDIMENTO

6-8 GWh/anno (parziale) su AC

250 kW AP

250*4 kW PB + 250 kW (supporto AP/BP)

RISULTATI SUL SALA BP

3 su 4 in FULL LOAD e $p_{rete} < p_{settaggio}$

e

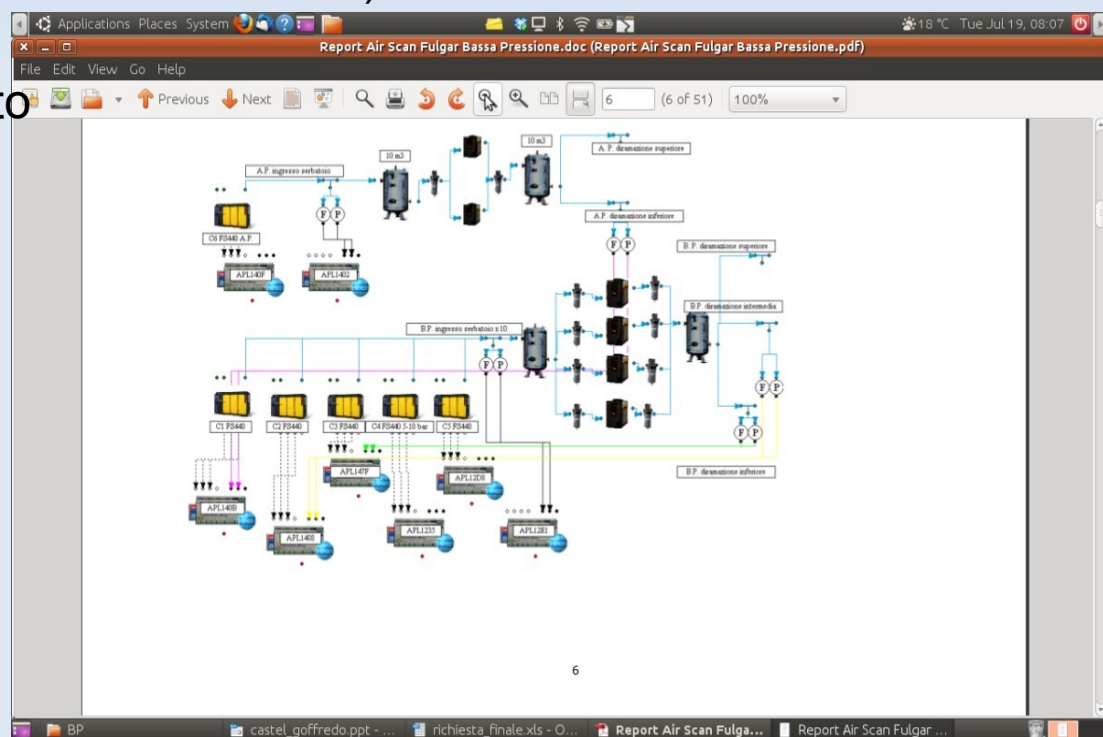
1 su 4 lavora a supporto con 22/25 h di vuoto

RISULTATI SU SALA AP

sempre full load

idee di approfondimento

- * configurazione di sala
- * estensione indagine
- * benchmark su stabilimenti
- * analisi utenze e livelli di pressione
- * monitoraggio su periodi critici
- * compilazione dati e reportistica per centro di costo



3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

IL DISTRETTO DI CASTEL GOFFREDO -AZIENDA N.2

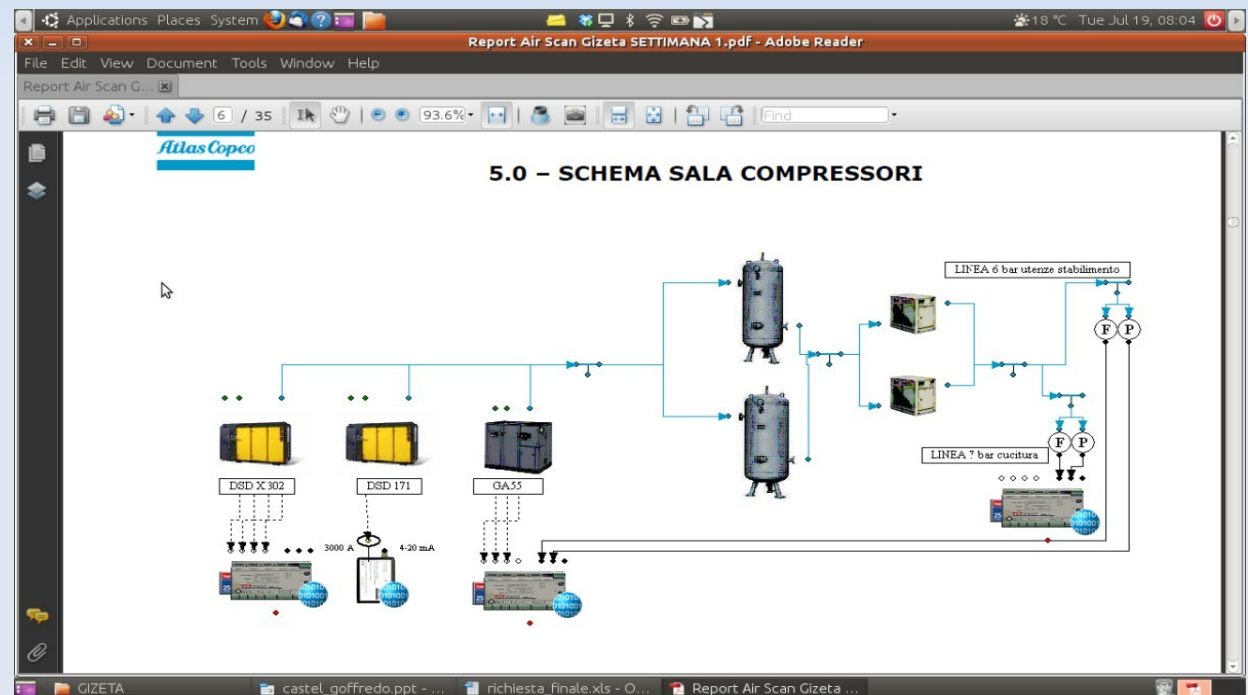
ALCUNI RISULTATI DI RILIEVO E ALTRE IDEE DI APPROFONDIMENTO

RISULTATI settimana 1

DSD302 10% vuoto su carico; GA 55 solo per punte

0.9-1 GWh/anno su AC
INSTALLATO 160+90(o 55) kW

RISULTATI settimana 2

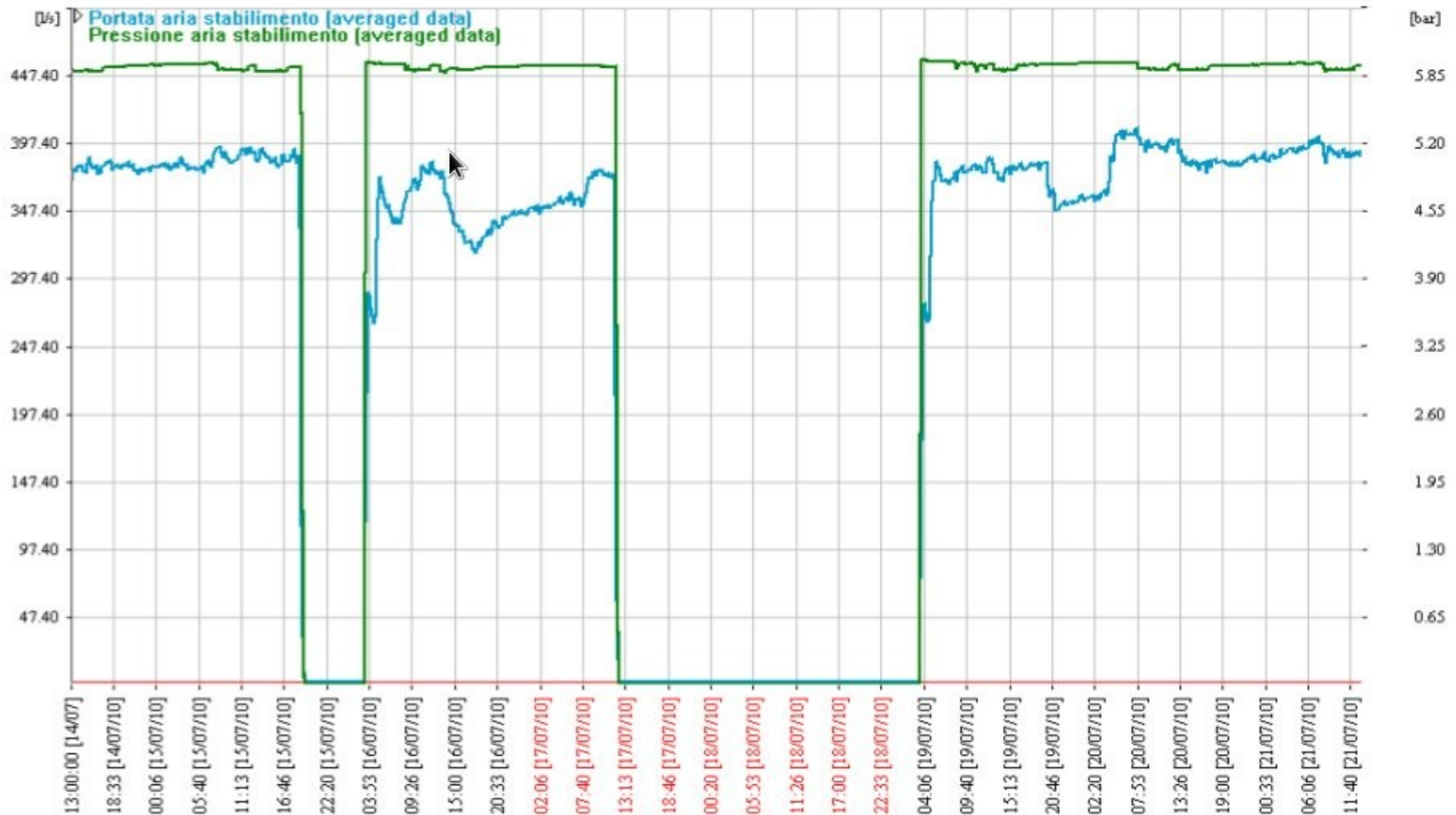


- idee di approfondimento
- studio utilizzo aria presso utenze (l.e. cucitura, correzioni)
- linea dedicata 6 bar
- valenza recupero

3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

Aria reparto

Da Mercoledì, 14/07/2010 ore 13.00.00 a Mercoledì, 21/07/2010 ore 12.59.59



3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

IL DISTRETTO DI CASTEL GOFFREDO – AZIENDA N.3

ALCUNI RISULTATI DI RILIEVO E ALTRE IDEE DI APPROFONDIMENTO

RISULTATI

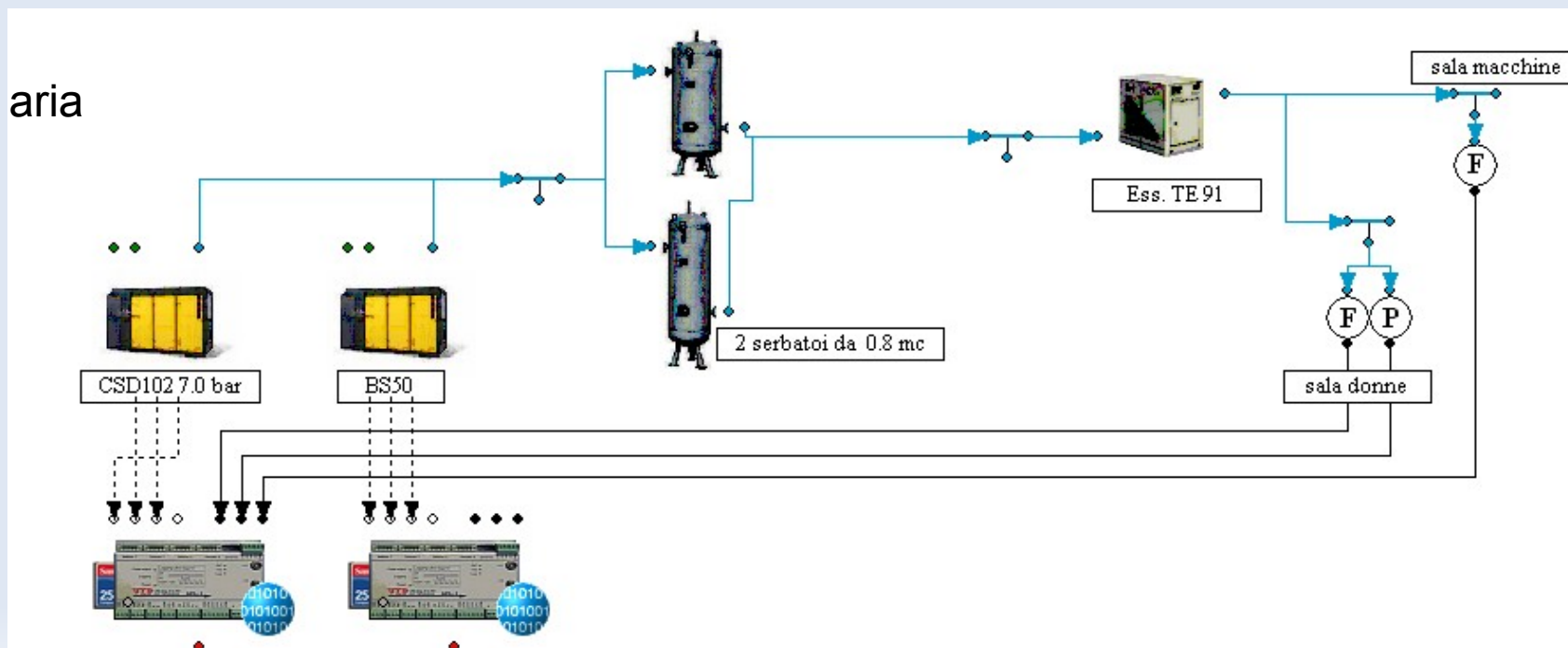
variabilità livelli pressione

C2 lavora prevalentemente per sopperire punte

INSTALLATO 55+30 kW
340 MWh/anno su AC

idee di approfondimento

- * centro costo
- * volumetria
- * fughe/utilizzo aria



3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

esempio: AZIENDA N.3 (tessile lavorazione filati)

	L/NL		ASD	
pressure level	0.7	a	0.7 MPag	a
air Demand	90 m3/week	b	0.022 m3/min	B=b/e
average power from grid for ASD			15 kW ave	from universal curve C
energy consumption L	554.00 kWh/w	c	1035 kWh	D=C*(e+f)
energy consumption NL	539.00 kWh/w	d		
working hours L	18 h/w	e	69.0 h/w	E=e+f
NL hours	51.00 h/w	f		
off hours	98	g=168-e-f		
duty cycle nc				
Energy total	1093.00	h=c+d	1035 kWh/w	D
Saving			58.00 kWh/w	F=h-D
working weeks			42 w/y	G
NL/L	283.33%	J=f/e	2436 kWh/y	H=F*G
L/tot	10.78%	k=e/168	0.5 toe/y	J=H* $\cdot 187 \cdot 10^{-3}$
			5 years	K
			1.00% loss in efficiency comparison (L)	
			2.23 toe/y	M=H+ $\sum_{i=1, \dots, 4} (+1-L)^i$

	YEAR	L HORS	NL HOURS	OFF	kW	energy L	energy NL	
C1	2008	116.7	2.39		48.9	55	7099	45
C2	1993	18	51		98	30	554	539

3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

ESEMPI DI ATTIVITÀ A SUPPORTO DELL'INDAGINE ENERGETICA

Input Data

Compressor

Rated power (hp)	335	Max output (scfm/hp)	4.48
Nominal motor efficiency	0.9	Nominal power factor	0.9
Voltage (V)	380	Volume storage (gal) (7.48 gal/ft ³)	5291

Controls

Type

Load/Unload Blowdown (sec)

Modulate, VSD or Multistage

Automatic shutoff

Enabled Disabled

Shutoff delay (min)

Maximum pressure (psig)

Minimum pressure (psig)

Fraction brake power at no output

Fraction rated power at max output

Plant Air Demand

Constant plant air demand

Constant plant air demand (scfm)

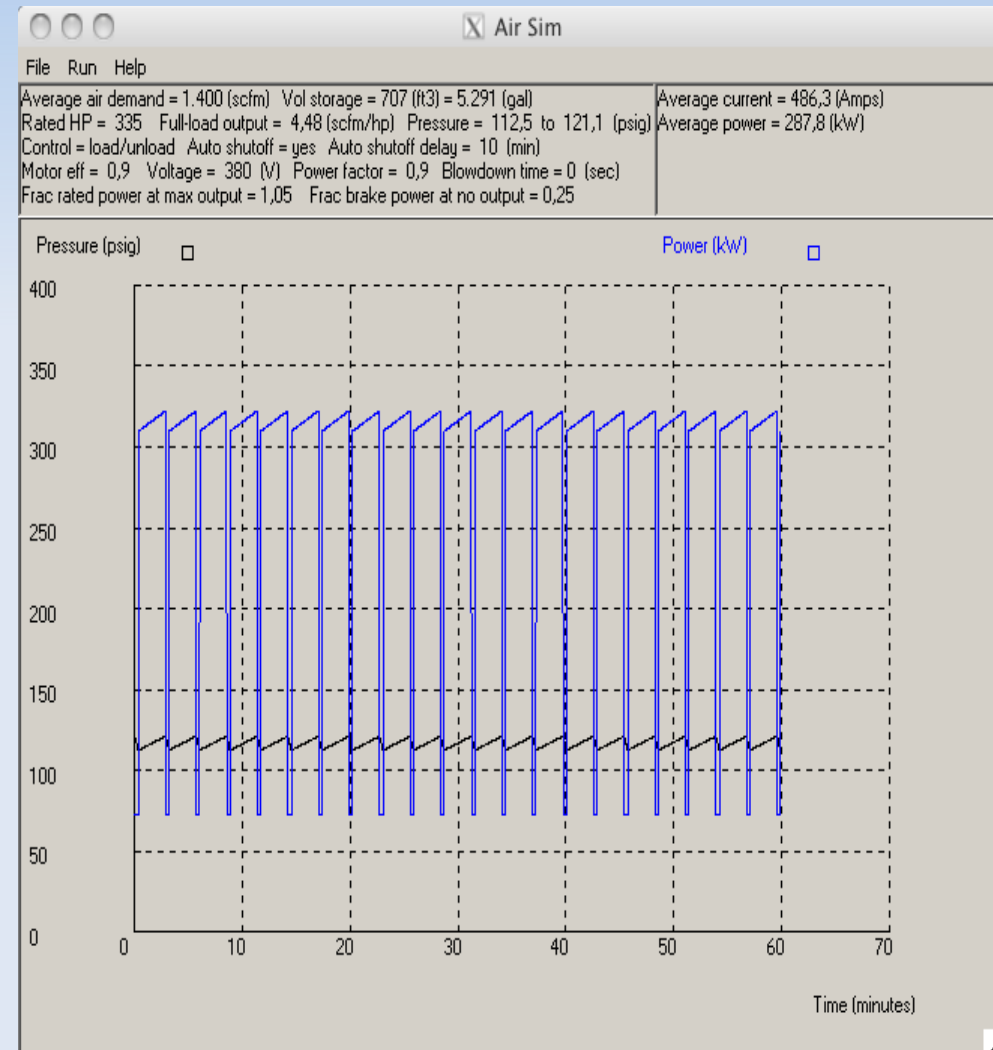
Variable plant air demand

Percent Simulation Interval	Plant air demand (scfm)
From 0%	
to <input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="100"/>
to <input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="50"/>
to <input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>
to 100%	<input type="text" value="50"/>

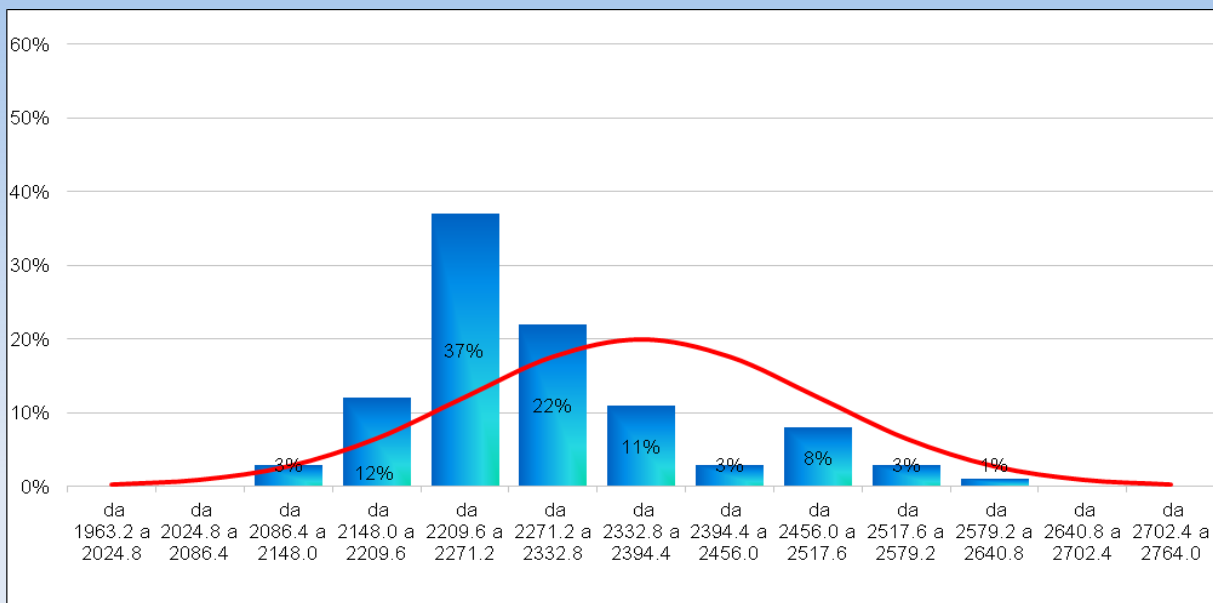
Simulation interval (minutes)

Show Current (A) Show Power (kW)

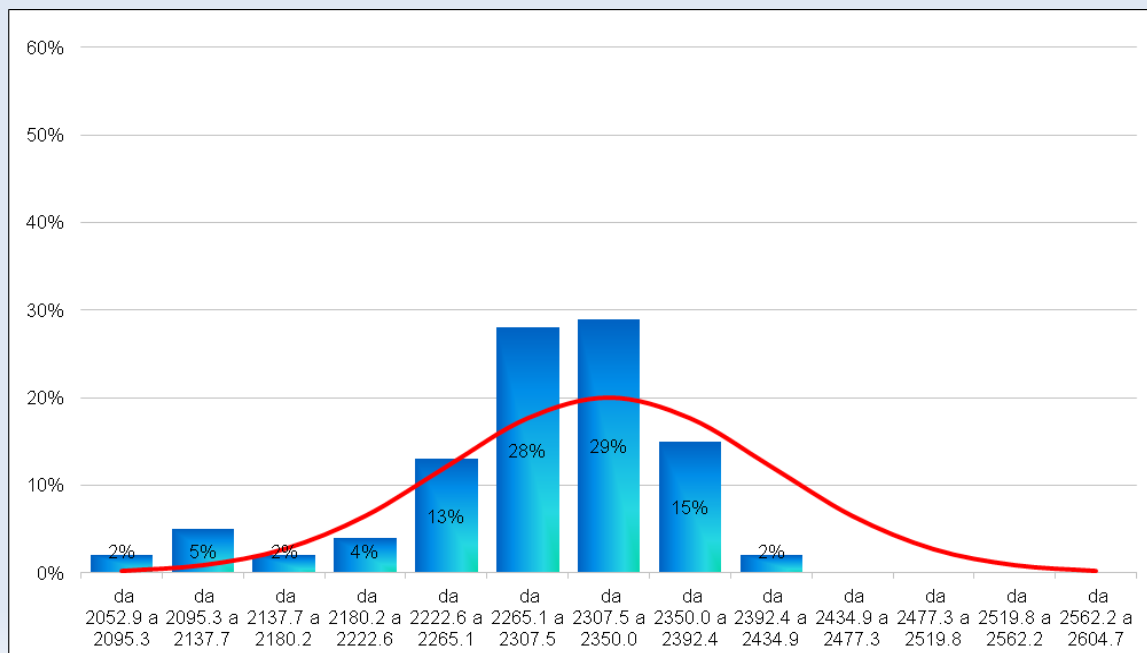
OK Cancel



3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI



analisi delle portate per individuare pattern di consumo dell'aria (prove su azienda n.1 centrale AP)



3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

ATTIVITÀ DA SVILUPPARE IN UN SURVEY

RECUPERARE INFORMAZIONI SULLA SALA/E E SUL LAYOUT TRASMISSIONE & DISTRIBUZIONE

RECUPERARE INFORMAZIONI SULLA CATENA DI PRODUZIONE PER INDIVIDUARE LE AREE/CENTRI DI COSTO USO ARIA COMPRESSA

MONITORAGGIO (LOW>> HIGH) PER INDIVIDUAZIONE CONSUMI ASSOCIABILI

REPERIRE LE FATTURAZIONI DI UNO (MEGLIO 3 ANNI) PER ANALIZZARE QUANTITATIVAMENTE CONSUMI ELETTRICI E TERMICI E COSTI SPECIFICI

RECUPERARE INFORMAZIONI SULLA PRODUZIONE DEL PRODOTTO FINITO AL SOLO FINE DI ELABORARE DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA UTILI COME BENCHMARK ANONIMO

COLLABORARE CON PRODUTTORI MACCHINE FILATI/CONFEZIONAMENTO PER DATI TECNICI E SPECIFICHE

IN DEPHT: ATTIVITÀ DI MODELLIZZAZIONE

3) IL SERVIZIO ARIA NEL SETTORE MANUFATTURIERO DELLA CALZA E FILATI

GRANDI POTENZIALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO

POSSIBILI INTERESSANTI TEMPI DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO

TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA: POCHI PROGETTI DOVUTI A DEBOLEZZA NELLE METODOLOGIE E PER PROGETTI A CONSUNTIVO: GRANDI QUANTITÀ DI DATI

NECESSITÀ DI STUDIO DELL'UTILIZZO DELL'ENERGIA, NELLE SUE DIVERSE COMPONENTI, CON CREAZIONE ANCHE DI BENCHMARK DI SETTORE (IMPORTANZA DELLE ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA O DEI SERVIZI DI SETTORE PER FARE MASSA CRITICA)

....ALCUNE IDEE DAL MONDO ACCADEMICO



SCOPI DELLA PRESENTAZIONE

PRESENTAZIONE LABAC & ATTIVITÀ DI COLLABORAZIONE (RICERCA APPLICATA A SUPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICHE)

ILLUSTRARE RUOLO CONSUMI ELETTRICI ARIA COMPRESSA

RICHIAMO ALLE PROBLEMATICHE COLLEGATE ALLA PRODUZIONE/TRATTAMENTO/TRASMISSIONE/DISTRIBUZIONE-UTILIZZO ARIA COMPRESSA

CASE STUDY: POTENZIALITÀ NEL SETTORE LAVORAZIONE CALZE E FILATI

PER INFORMAZIONI

LABAC <http://www-3.unipv.it/energy/labac>

prof. Norma ANGLANI (Email norma.anglani@unipv.it)

dott. ing. Giusi QUARTARONE (Email: giusi.quartarone@unipv.it)

personale PTA: Andrea ALBINI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA

(da gennaio 2012:DIP. INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

via ferrata, 1 27100 Pavia

tel 0382 98 5253/5778/5250 fax 0382 422 276

GRAZIE PER
L'ATTENZIONE

