



POLITECNICO
MILANO 1863



Energy@home



Partecipazione della domanda flessibile al Mercato per il Servizio di Dispacciamento

ANALISI COSTI-BENEFICI PER ALCUNI CASI STUDIO

Aula De Donato
Milano, 23/2/2018

Filippo Bovera
Politecnico di Milano
Dipartimento di Energia



STAZIONI RADIO BASE



DATA CENTER



TRIGENERATORE

ANALISI COSTI-BENEFICI: IPOSTESI ASSUNTE



clean energy for all Europeans



Delibera 300/2017



Regolamento UVAC



TIPOLOGIA DI SERVIZIO: riserva terziaria di sostituzione e di bilanciamento a salire.

REMUNERAZIONE:

- €/MWh → negoziazione diretta su MSD con meccanismo *pay-as-bid*; *strike price* fissato a 400 €/MWh;
- €/MW → asta al ribasso a partire da 30.000 €/MW/anno; obbligo di offerta per almeno 3 ore tra le 14:00 e le 20:00 nei giorni feriali; premio in capacità raddoppiato se offerta in tutte le 6 ore del periodo indicato.



ELEMENTI DI COSTO

- Adegumento ICT (C_1).
- Adegumento impianto (C_2).
- OPEX addegumento ICT e impianto (C_3).
- Extra prelievo per perdite SdA (C_4)
- Combustibile per GE (C_5).
- Quota trasferita a BSP (C_6).

ELEMENTI DI RICAVO

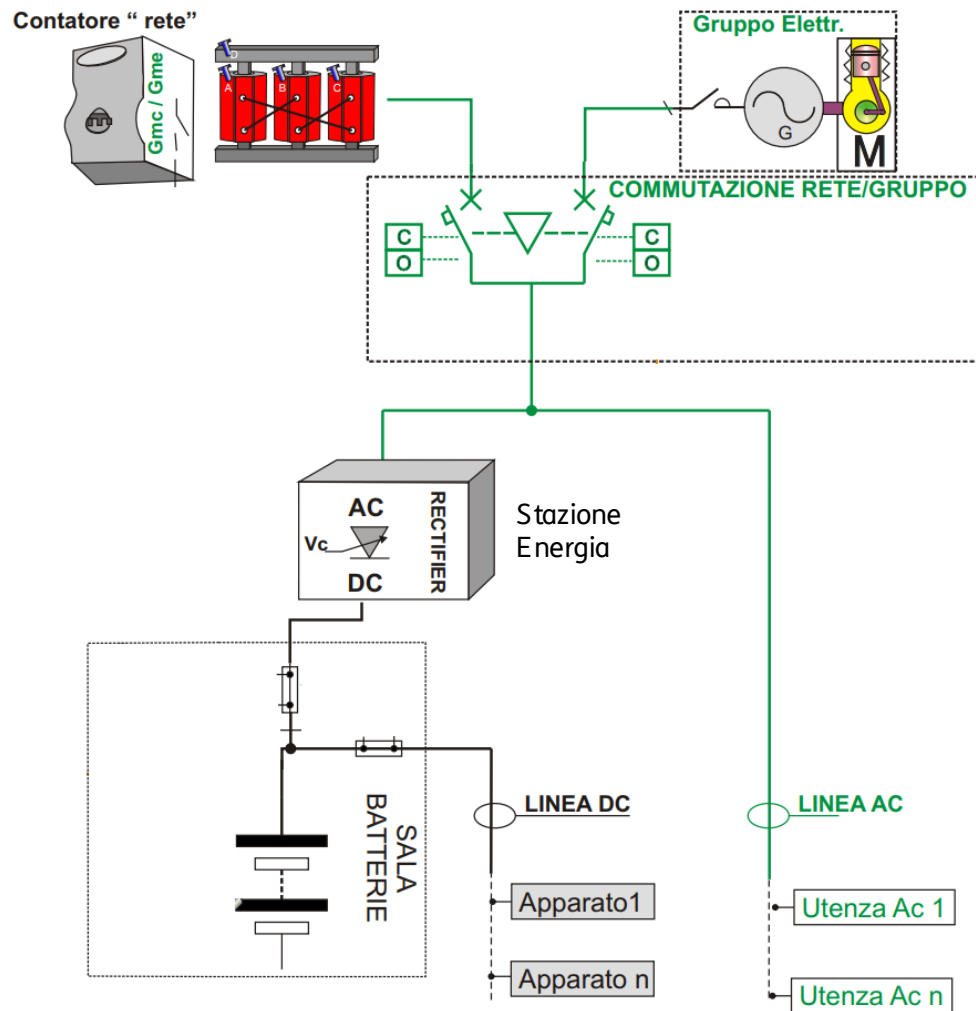
- Compravendita energia su MSD (R_1).
- Premio per la capacità disponibile (R_2).

$$\text{PayBack Period} = \frac{C_1 + C_2}{R_1 + R_2 - C_3 - C_4 - C_5 - C_6}$$





ANALISI COSTI-BENEFICI: STAZIONI RADIO BASE



MODULAZIONE SCAMBIO CON LA RETE

- Alta controllabilità e flessibilità.
- Coordinamento centralizzato delle risorse.

DISLOCAZIONE PoD e REPLICABILITA'

- Distribuzione capillare su tutto il territorio.
- Più di 50.000 SRB attualmente connesse alla rete.

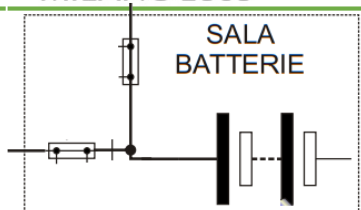
SORGENTI LOCALI DI ENERGIA

- Sistemi di Accumulo + Gruppi Elettrogeni.
- Variazione nella gestione operativa degli impianti.

POTENZA IMPEGNATA e PROFILO

- Potenza installata da 10^1 a 10^2 kW.
- Fattore di utilizzo costante e elevati livelli di QoS .





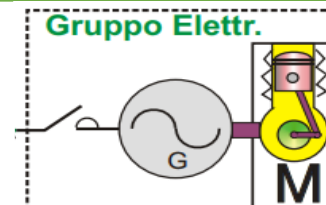
SdA

- *Valve Regulated Lead Acid.*
- 270 €/kWh.
- Capacità offerta pari a 84% di P_n (50 kW).
- Rendimento globale pari a 85%.
- 4 ore equivalenti di capacità.
- 1.000 SRB provviste di accumulatori.

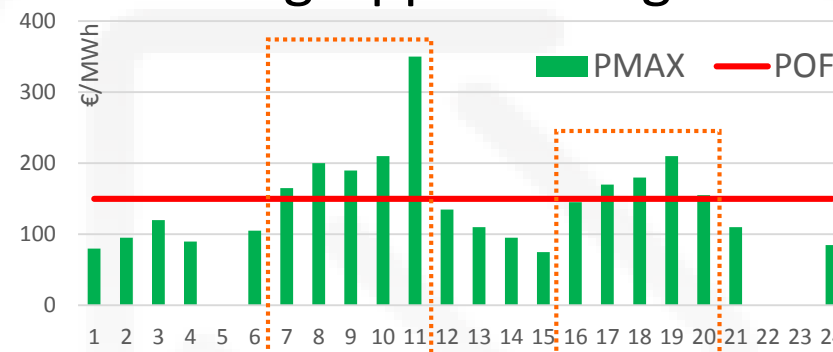
REMUNERAZIONE:

- Offerta presentata ad un prezzo fisso (P_{OF})
- Una sola offerta accettata al giorno (accettazione base quartoraria)
- Offerta accettata se $P_{OF} < P_{MAX}$

GE



- MCI a gasolio con rendimento del 28%.
- Capacità offerta pari a 77% di P_n (300 kW).
- 3.000 SRB provviste di gruppi elettrogeni.





SCENARIO 1

[€/MWh]

- Disponibilità su tutte le 24 ore
- Una sola riduzione di prelievo al giorno
- Durata massima della riduzione pari a $X=[1\ 2\ 3\ 4]$ ore
- Remunerazione da mercato se offerta accettata

SCENARIO 2

[€/MWh] [€/MW]

- Disponibilità tra le 14:00 e le 20:00
- Una sola riduzione di prelievo al giorno
- Durata massima della riduzione pari a $X=[3\ 4]$ ore
- Remunerazione da mercato se offerta accettata + premio per la capacità

→ Valori considerati per l'offerta presentata a mercato tra 0 €/MWh e 500 €/MWh.

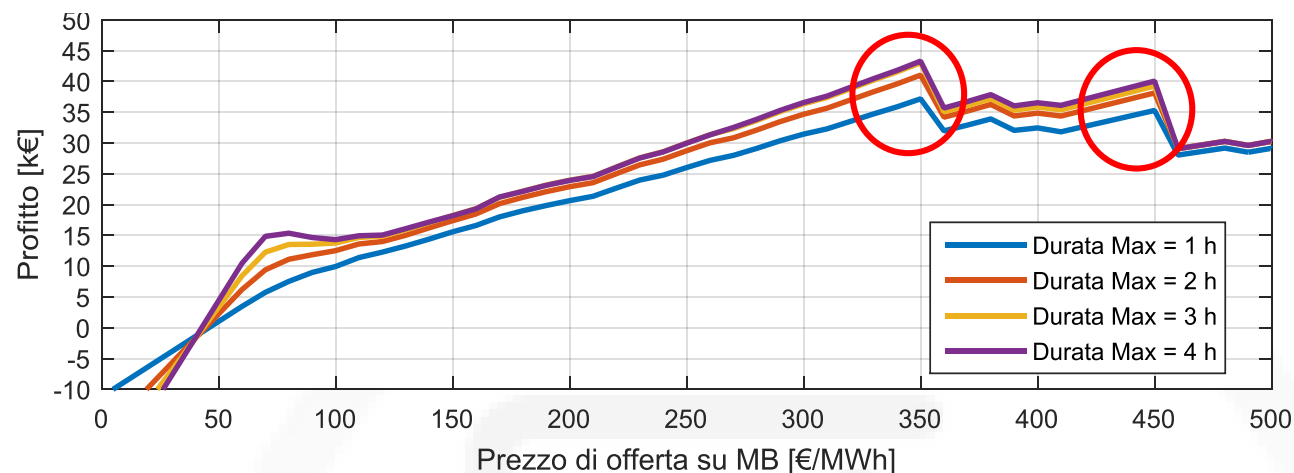




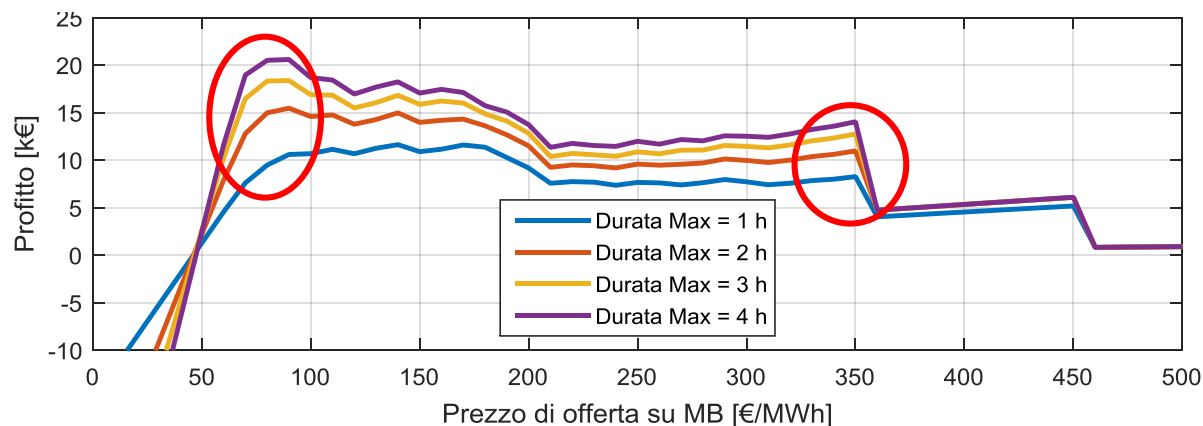
VALORI DI OFFERTA PROFITTEVOLI

- 350 €/MWh → 275 chiamate per anno.
- 450 €/MWh → 170 chiamate per anno.
- Durata media intorno a 30'.

SCENARIO 1



SCENARIO 2



VALORI DI OFFERTA PROFITTEVOLI

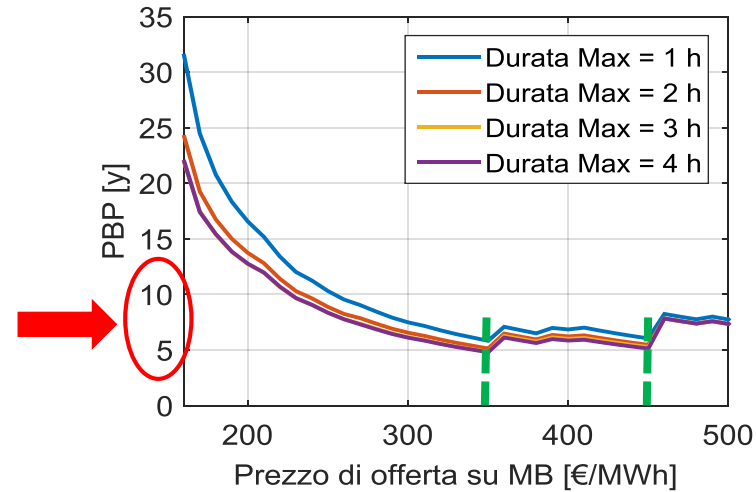
- 80 €/MWh → 350 chiamate per anno.
- 350 €/MWh → 50 chiamate per anno.
- Durata media variabile da 30' fino a 1 ora.



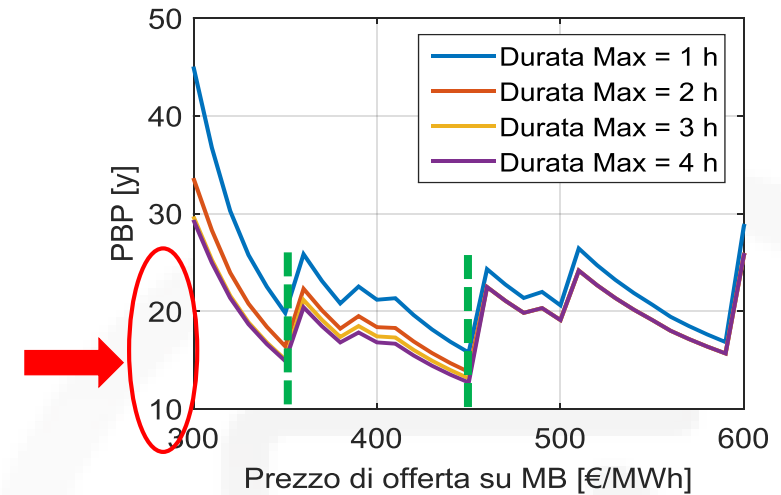
$$\text{PayBack Period} = \frac{C_1 + C_2}{R_1 + R_2 - C_3 - C_4 - C_5 - C_6}$$

SCENARIO 1

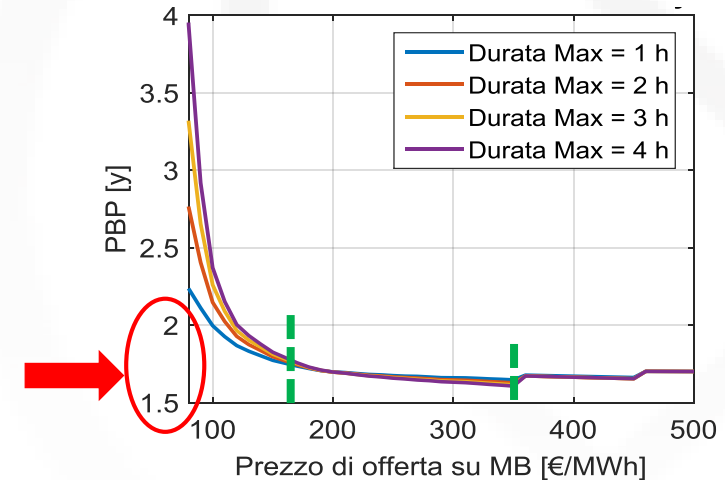
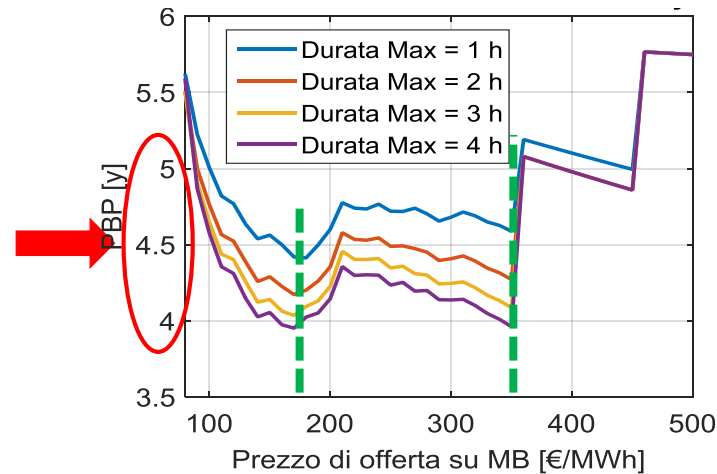
IMPIEGO SdA

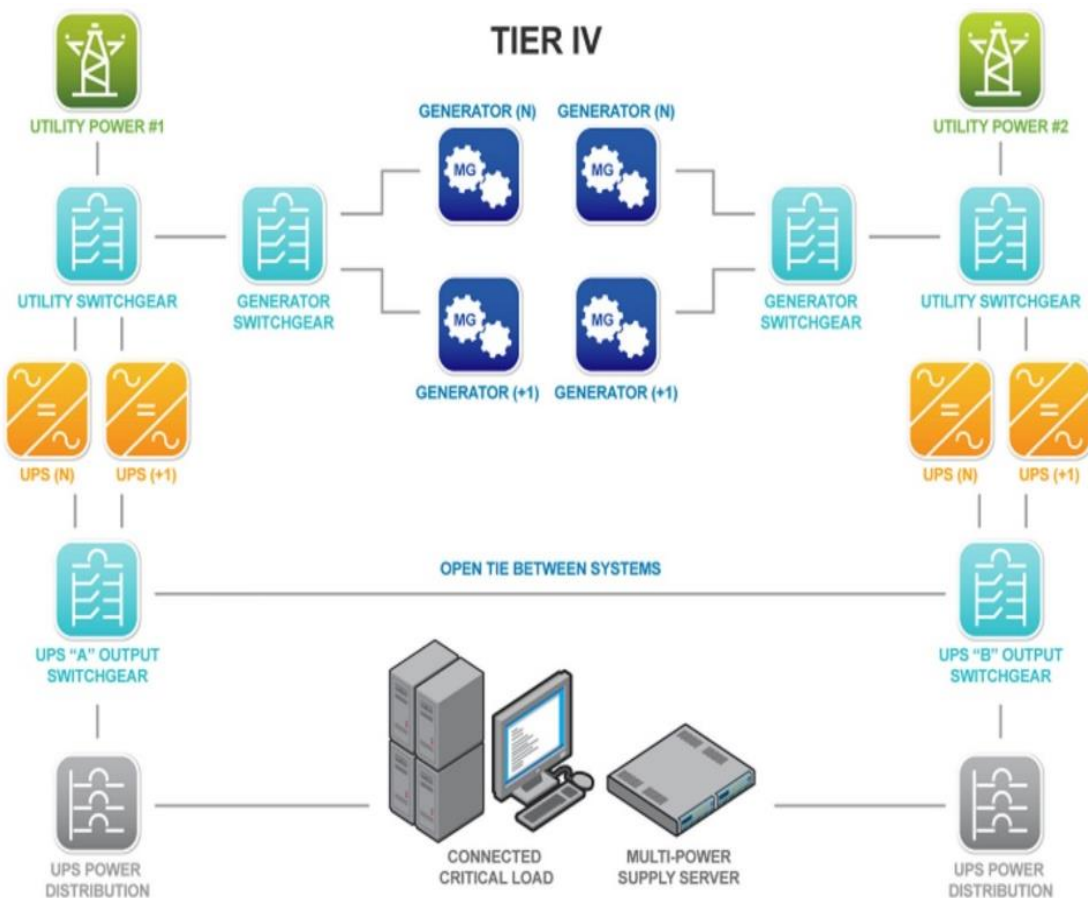


IMPIEGO GE



SCENARIO 2





MODULAZIONE SCAMBIO CON LA RETE

- Flessibilità, modularità e ridondanza.
- Connessione dati ad elevate prestazioni.

DISLOCAZIONE PoD e REPLICABILITA'

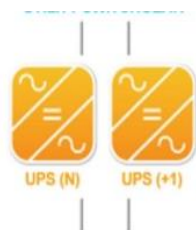
- Sviluppo servizi web e gestione grandi moli dati.
- Utenze industriali (ICT) e terziarie (PA, banche).

SORGENTI LOCALI DI ENERGIA

- UPS + Gruppi Elettrogeni.
- Variazione nella gestione operativa degli impianti.

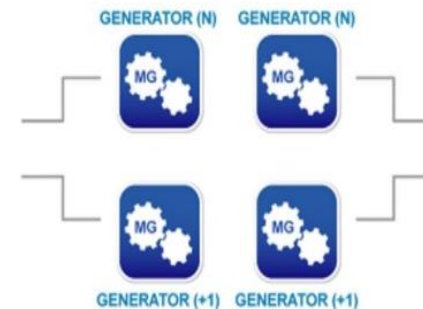
POTENZA IMPEGNATA e PROFILO

- Potenza installata da 10^2 a 10^3 kW.
- Carico base pari a 80% circa del carico massimo.



UPS → SdA

- *Lithium - Ion.*
- 500 €/kWh.
- Potenza nominale pari a 1 MW.
- Rendimento pari a 90%.
- 3 ore equivalenti di capacità.
- SoC di riferimento pari a 100%.



GE

- MCI a gasolio con rendimento del 28%.
- Costo di produzione stimato a 250€/MWh_{el}.
- In grado di sostenere il carico durante interruzione prolungate.





- Offerta presentata ad un prezzo fisso (P_{OF}).
- Offerta accettata se $P_{OF} < P_{MAX}$.
- Rispetto delle tempistiche di MSD/MB.
- Monitoraggio limiti operativi (SoC).

SCENARIO 1

[€/MWh]

- Utilizzo accumulo
- Remunerazione €/MWh
- No obbligo offerta

SCENARIO 2

[€/MWh] [€/MW]

- Utilizzo accumulo
- Remunerazione €/MWh + €/MW
- Obbligo di offerta

SCENARIO 3

[€/MWh] [€/MW]

- Utilizzo accumulo e GE
- Remunerazione €/MWh + €/MW
- Obbligo di offerta

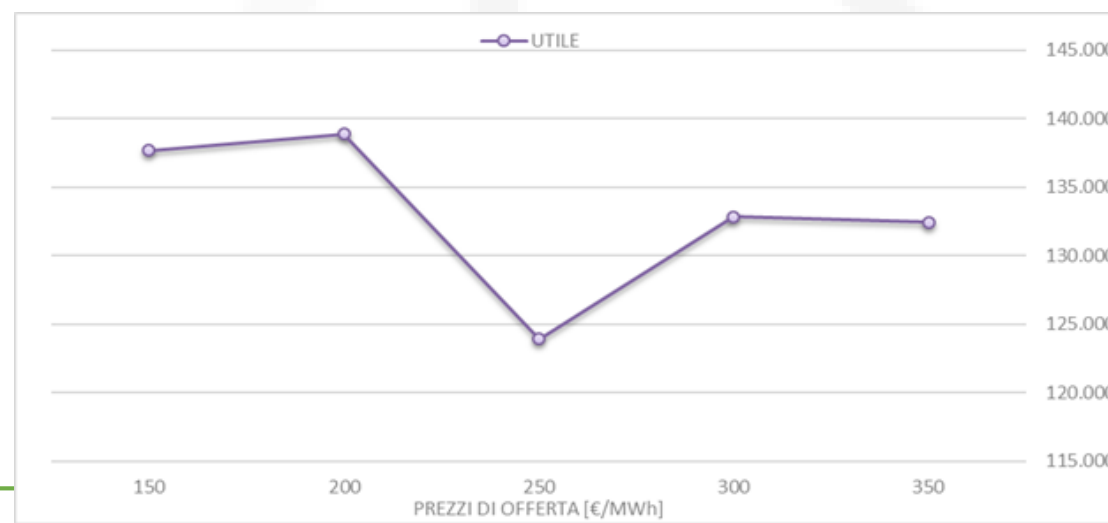
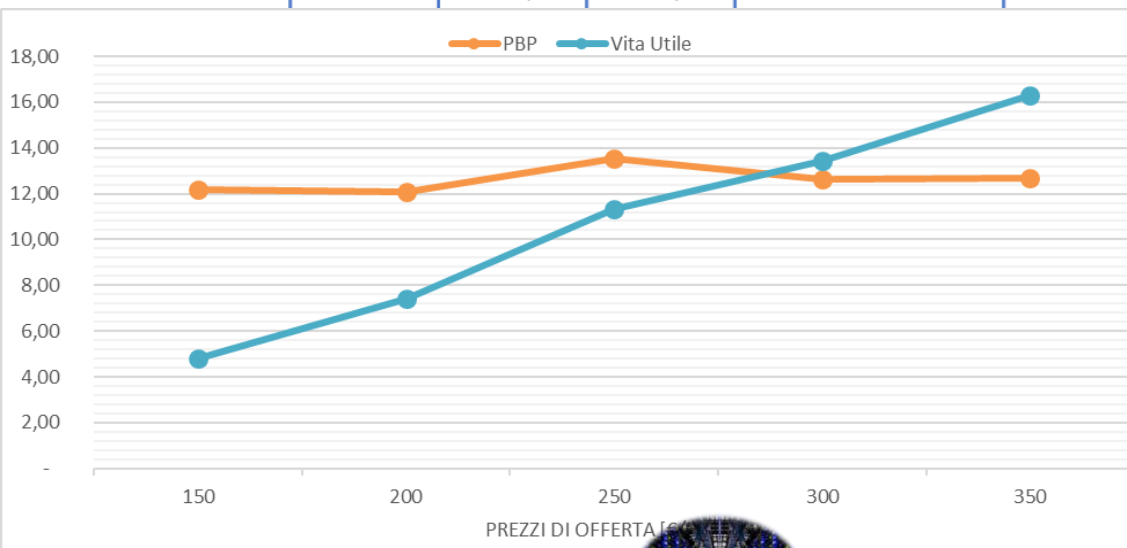
→ Valori considerati per l'offerta presentata a mercato tra 150 €/MWh e 400 €/MWh.





SCENARIO 1

OF	PBP	Vita Utile	VAN	UTILE	MWh MSD	MSDup>offerta	presentate	effettive	equivalenti
150	12,18	4,81	-	137.690	1.560	3.401	4.507	1.560	3.467
200	12,07	7,40	-	138.898	1.014	2.036	4.950	1.020	2.253
250	13,53	11,33	- 502.996	123.919	662	1.335	5.148	665	1.471
300	12,62	13,43	- 418.383	132.852	558	1.160	5.198	561	1.241
350	12,66	16,29	- 422.269	132.442	460	961	5.262	463	1.023
400	34,16	50,68	- 1.211.773	49.084	148	273	5.420	148	329



CASO STUDIO DATA CENTER



SCENARIO 2

OF	PBP	Vita Utile	VAN		UTILE	MWh MSD	MSDup>offerta	presentate	Effettive	equivalenti
150	10,04	4,90	-		165.949	1.531	3.401	5.043	1.545	3.404
200	10,06	7,63	-		165.632	983	2.036	5.277	988	2.185
250	10,99	11,63	-	230.444	151.639	644	1.335	5.429	645	1.432
300	10,53	14,04	-	168.015	158.230	534	1.160	5.459	534	1.187
350	10,71	17,36	-	192.452	155.650	432	961	5.499	432	960
400	22,54	59,06	-	966.403	73.935	127	273	5.611	127	282

1. Stratificazione più servizi sullo stesso impianto.
2. Riduzione gap temporale tra tempo di consegna e presentazione offerte.





SCENARIO 3

In quante occasioni il servizio viene erogato per 3 ore consecutive?



P_{OF} [€/MWh]	Occorrenze
150	216
200	125
250	80
300	68
350	57
400	7

→ Meno di 100 occorrenze per anno

SCENARIO 3(a)

- SdA + GE
- 30 k€/MW → 60 k€/MW
- SdA con 3 h_{eq} di capacità

SCENARIO 3(b)

- SdA + GE
- 30 k€/MW → 60 k€/MW
- SdA con 2 h_{eq} di capacità



FORTE RIDUZIONE COSTO D'INVESTIMENTO





- Maggiore disponibilità al servizio.
- Aumento premio in capacità.
- Aumento VAN e riduzione PBP.

SCENARIO 3(a)

OF	PBP	Vita Utile	VAN	UTILE	di cui con ESS	MWh MSD	MSDup>offerta	presentate	effettive	equivalenti
150	8,91	4,90	-	188.110	135.949	1.737	3.401	5.043	1.545	3.404
200	8,57	7,63	-	195.710	135.632	1.075	2.036	5.277	988	2.185
250	9,20	11,63	49.428	182.245	121.639	681	1.335	5.429	645	1.432
300	8,82	14,04	122.956	190.008	128.231	565	1.160	5.459	534	1.187
350	8,91	17,36	105.650	188.181	125.651	458	961	5.499	432	960
400	16,41	59,08	709.032	102.165	43.935	128	273	5.611	127	282

SCENARIO 3(b)

OF	PBP	Vita Utile	VAN	UTILE	di cui con ESS	MWh MSD	MSDup>offerta	presentate	effettive	equivalenti
150	7,36	4,38	-	152.223	102.224	1.452	3.401	4.166	1.151	2.539
200	6,88	6,85	-	162.986	101.167	884	2.036	4.316	734	1.623
250	7,26	10,38	341.246	154.399	91.196	551	1.335	4.409	484	1.071
300	7,01	12,72	394.450	160.016	94.741	451	1.160	4.430	394	873
350	7,01	15,61	393.124	159.876	93.532	367	961	4.449	321	712
400	11,97	49,50	-234.234	93.638	35.174	103	273	4.516	101	224

- Riduzione dell'utile da SdA.
- Riduzione anni vita.
- Riduzione PBP e aumento VAN.





MODULAZIONE SCAMBIO CON LA RETE

- Alta flessibilità in termini di rampe di carico.
- Dimensionamento del motore → fattore chiave.

DISLOCAZIONE PoD e REPLICABILITA'

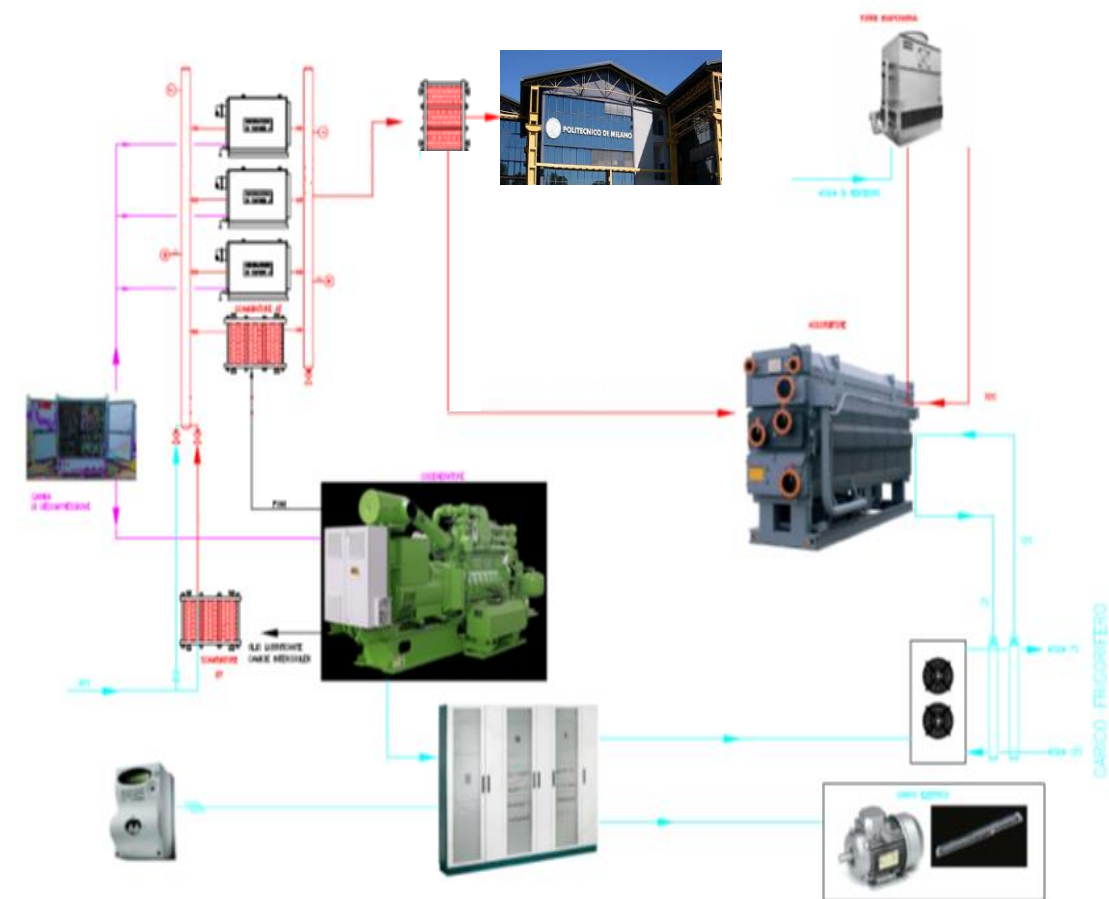
- Elevata concentrazione nel settentrione.
- Circa ¼ dedicato a utenze terziarie o residenziali.

SORGENTI LOCALI DI ENERGIA

- Motori a Combustione Interna alimentati a GN.
- Capacità inutilizzata in alcune ore.

POTENZA IMPEGNATA e PROFILO

- Profili di consumo fortemente variabili.
- Disponibilità legata al valore dei carichi locali.





Eel CHP				Eth CHP			
kWh	MGP+MSD	MGP	%	kWh	MGP+MSD	MGP	%
autoconsumo	13.706.048	13.707.069	0%	autoconsumo	3.288.397	3.267.735	1%
frigo compr	1.352	3.393	-60%	frigo assorb	1.694.977	1.689.146	0%
a mercato	5.701.067	2.593.215	120%	dissipata	12.906.220	10.549.499	22%
TOTALE	19.408.467	16.303.676	19%	TOTALE	17.889.594	15.527.293	15%
CARICO DI RAFFRESCAMENTO				CARICO ELETTRICO			
kWh	MGP+MSD	MGP	%	kWh	MGP+MSD	MGP	%
frigo assorb	1.186.484	1.182.402	0,35%	da CCHP	13.706.048	13.707.069	0%
frigo compr	2.812	6.894	-59%	da rete	51.777	50.756	2%
di cui CCHP	2.703	6.785	-60%				
di cui rete	109	109	0%				
TOTALE	1.189.296	1.189.296		TOTALE	13.757.825	13.757.825	
CARICO TERMICO							
kWh	MGP+MSD	MGP	%				
da CCHP	3.288.397	3.267.735	1%				
da caldaie aux	517.167	538.218	-4%				
TOTALE	3.805.564	3.805.564					





	MGP+MSD	MGP	%	
PES	16,76	17,52	-4%	%
h equiv	7.966	5.871	36%	h/a
utile mercato	550.536	111.722	393%	€/a
CB	53.570	51.385	4%	€/a
utile	1.186.472	1.102.792	7,6%	€/a
€ per GN	1.559.293	1.205.002	29%	€/a
€ per EE	135.667	135.702	0%	€/a
PBP	3,44	3,70	-7,1%	a
VAN	15.173.771	13.805.484	9,9%	€ _{att}

- Aumento ore equivalenti lavorate.
- Aumento consumo GN.
- Aumento ricavi da mercato.
- Aumento utile operativo.
- Riduzione PBP.
- Aumento VAN del 10%.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

