

REGIONE
MARCHE

PROVINCIA
DI ANCONA

COMUNE DI
ANCONA

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO CENTRALE



DIAGNOSI ENERGETICA GRU E MOVIMENTAZIONE MERCI

Committente:



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MARE ADRIATICO CENTRALE
Molo S. Maria - 60121 ANCONA
Tel +39.071207891 Fax: +39.0712078940
info@porto.ancona.it
pec: segreteria@pec.porto.ancona.it
P.I. 00093910420

Redattore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
ed. Auriga - via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)
www.eambiente.it; info@eambiente.it
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

Area Tematica

Commessa: C16-04358

00	21/05/2018	Prima Emissione	C16-004358_DE_Sede Autorità Portuale_GRU	GT	AC	AC
Rev.	Data	Oggetto	File	Redatto	Verificato	Approvato

SOMMARIO

1	METODOLOGIA DI ANALISI ENERGETICA DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO MERCI ALIMENTATE ELETTRICAMENTE	2
2	IDENTIFICAZIONE DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO	3
2.1	DATI GENERALI DELLE GRU/PORTAINER.....	3
2.2	NUMERO DI CONTAINER MOVIMENTATI DALLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO	4
3	CONSUMI DI ENERGIA E COSTI	5
3.1	CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA	5
3.2	CALCOLO DEI CONSUMI E FATTORI DI AGGIUSTAMENTO	5
3.3	RISULTATO DEL CALCOLO	6
4	CARATTERISTICHE DEI MOTORI ELETTRICI DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO.....	9
5	INTERVENTI	14
5.1	INTERVENTO 01 – AZIONAMENTO, CONTROLLO, SOSTITUZIONE MOTORI ELETTRICI	14
5.2	ANALISI COSTO BENEFICI BASATA SUL CALCOLO DEL VAN.....	14
5.3	ALTRI INTERVENTI E/O OPPORTUNITÀ DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE ENERGETICHE	16



I METODOLOGIA DI ANALISI ENERGETICA DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO MERCI ALIMENTATE ELETTRICAMENTE

Obiettivo del lavoro è:

- illustrare la consistenza delle macchine per il sollevamento merci;
- stimare i consumi energetici delle macchine di sollevamento merci;
- definire gli indicatori di performance delle macchine di sollevamento merci;
- individuare le criticità e gli ambiti di miglioramento, ipotizzando scenari che possano avere in primo luogo benefici energetici ed economici, e che perseguano anche l'obiettivo di migliorare la produttività nelle attività di carico/scarico merci.

L'analisi proposta intende riferire circa una metodologia in grado di fornire un primo approccio alla valutazione dei consumi afferenti all'utilizzo delle macchine di sollevamento indicate in fase di audit, seppur con dati di funzionamento e di utilizzo delle macchine in gran parte stimati.

Mettendo in relazione i dati relativi alla fornitura di energia elettrica e/o combustibile, con l'analisi dei centri di costo presenti nel porto e/o nelle banchine nelle quali vengono svolte attività specifiche, si può opportunamente prevedere una contabilità analitica dei consumi e definire un modello energetico da confrontare con i consumi reali ottenuti da fatture o misura diretta. In mancanza dei dati necessari non è possibile ricostruire una struttura energetica relativa alle aree di attività del porto destinate alla movimentazione delle merci, per tanto la presente analisi esula da tale approccio. Viene invece proposto un modello di analisi dei consumi limitatamente ai sistemi di movimentazione merci (Gru e Portainer) presenti nel porto di Ancona.

L'analisi svolta fornisce come risultato una stima dei consumi in funzione del numero di container presenti durante l'anno, un indice specifico di performance energetico per le macchine di sollevamento, l'individuazione di alcuni interventi da prendere in considerazione per il miglioramento delle performance energetiche.

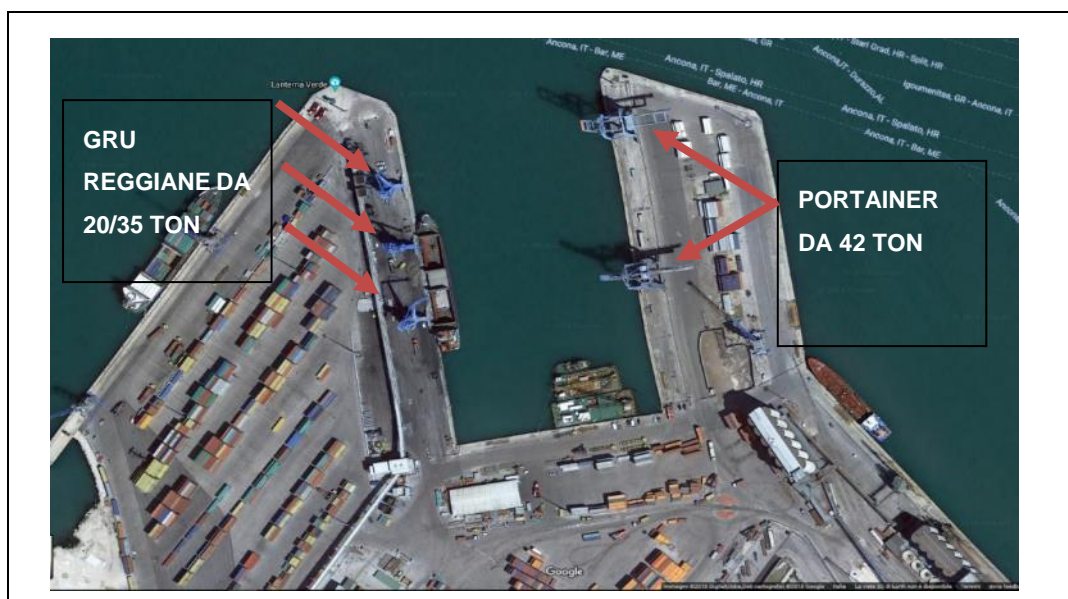
Inoltre viene fornita una panoramica delle soluzioni più diffuse per l'efficienza energetica destinate alle aree portuali.

Si specifica infine che sono stati valutati i benefici derivanti dall'ottenimento di Titoli di Efficienza Energetica secondo quanto previsto dal D.M. 11 gennaio 2017, tuttavia poiché alla data di conclusione del presente audit non sono ancora disponibili Linee Guida Operative per la redazione dei progetti, tale valutazione deve essere presa con la dovuta cautela.



2 IDENTIFICAZIONE DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO

2.1 DATI GENERALI DELLE GRU/PORTAINER



Nella parte del porto di Ancona destinata al carico/scarico merci sono presenti n° 3 Gru Reggiane da 20/35 tonnellate (matr. 13-14-15, banchina n° 25) e n° 2 Portainer (Portainer A: Paceco Reggiane, e Portainer B: Badoni) da 42 tonnellate, alimentate elettricamente.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE	Gru MATR. 13	Gru MATR. 14	Gru MATR. 15
DESCRIZIONE	Gru a braccio variabile girevole su portale traslante dello portata massima con benna per rinfuse di 20t a 35 mt con velocità di sollevamento di 60 mt/l', portata massima con gancio di 20 ton. a 35 mt, 35 ton a 25 mt con velocità di sollevamento rispettivamente di 60 - 30 mt/l'.		
Capacità [tonn.]	20/35	20/35	20/35
Velocità di variazione braccio [mt/l']	45	45	45
Velocità di rotazione [giri/l']	1,2	1,2	1,2
Velocità di traslazione portale [mt/l']	20	20	20
Anno di costruzione	1985	1989	1989
Valore Economico (stima febbraio 2015) [€]	1.198.000,00	937.000,00	1.335.000,00 (*)
Canone annuo di concessione [€]	39.900,00	31.200,00	44.500,0

(*) valore che tiene conto dell'ultimazione dei lavori di rifacimento completo degli impianti elettrici ed elettronici previsti entro il 2015.

CARATTERISTICHE	PORTAINER A	PORTAINER B
DESCRIZIONE	Portainer con braccio a mare sollevabile della portata massima di 42 ton., velocità di sollevamento di 60 mt/l' con peso applicato fino a 20 ton., 30 mt/l' con pesi superiori.	Portainer polivalente con braccio a mare sollevabile della portata massima alle funi del gancio di 42 ton., portata massima alle funi dello spreader 42 ton, velocità di sollevamento di 60 mt/l' con peso applicato fino a 20 ton., 30 mt/l' con pesi superiori.
Capacità [tonn.]	42	42
Velocità di traslazione carrello [mt/l']	120	45
Velocità di rotazione carrello [giri/l']	1,2	1,2
Velocità di traslazione portale [mt/l']	25	25
Anno di costruzione	1985	1986
Valore Economico (stima febbraio 2015) [€]	1.084.000,00	1.437.000,00
Canone annuo di concessione [€]	36.100,00	47.900,00

Preliminarmente e durante il sopralluogo, sono stati recuperati documenti tecnici e descrittivi necessari alle valutazioni del presente audit:

- N° 3 schede riportanti i principali parametri elettrici e di funzionamento delle macchine, con indicazione del valore economico e del canone di concessione

Non si ha riscontro di ulteriori documenti disponibili presso l'Autorità di Sistema.

2.2 NUMERO DI CONTAINER MOVIMENTATI DALLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO

Non si hanno a disposizione indicazioni reali sulle condizioni di attività delle macchine, per tanto si sono presi in considerazione tre scenari di riferimento.

Ogni scenario si riferisce ad una differente ipotesi relativa al numero di container movimentati durante tutto l'anno dalle macchine di sollevamento oggetto di analisi.

A partire da una ipotesi di 100.000 container per anno si ha:

SCENARIO 1 100.000 container/anno

SCENARIO 2 50.000 container/anno

SCENARIO 3 30.000 container/anno

Per ciascun scenario si è inoltre ipotizzato che l'attività di movimentazione dei container sia distribuita al 50% sulle tre GRU e per l'altro 50% sui due PORTAINER (con identico carico di lavoro).

3 CONSUMI DI ENERGIA E COSTI

Non sono disponibili i consumi di energia elettrica utilizzati nell'impiego delle macchine di sollevamento oggetto di audit.

3.1 CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA

I dati tecnici messi a disposizione dal personale, le informazioni acquisite nel corso dei sopralluoghi e l'analisi dei consuntivi di consumo dell'energia elettrica relative agli anni dal 2014 al 2017, non hanno permesso di valutare per il punto di consegna a servizio della sede dell'Autorità di Sistema la potenza installata, il consumo elettrico annuo, l'importo pagato in bolletta (al netto di IVA) ed il prezzo di acquisto dell'energia elettrica (al netto di IVA).

Il costo medio di acquisto del vettore energetico, al netto dell'IVA, è stato posto ipoteticamente pari a 0,150 €/kWh; tale valore sarà utilizzato per l'analisi economica degli interventi di efficientamento previsti.

3.2 CALCOLO DEI CONSUMI E FATTORI DI AGGIUSTAMENTO

Dai dati presenti in letteratura tecnica e da quanto emerso a seguito di un confronto con le esperienze di un'altra realtà portuale italiana, si può ipotizzare che le Gru situate nel porto di Ancona abbiano una potenza media di funzionamento pari a circa **P = 125 kW**, mentre i Portainer abbiano una potenza media di funzionamento pari a circa **190 kW**.

Si è inoltre stimato che mediamente l'attività di carico/scarico dei container, consenta di lavorare circa 15 container in un'ora (4 minuti per container), e che mediamente soltanto per circa l'80% del tempo le macchine di sollevamento siano effettivamente in azione, per esempio a causa di tempi di lavoro più lunghi rispetto al ciclo stesso delle gru.

Fattori di aggiustamento:

- Numero di container lavorati in un anno [N° container/anno]
- Peso complessivo delle merci contenute nei container [tonnellate]

Poiché non sono disponibili i dati relativi al carico reale di lavoro delle macchine di sollevamento, si è eseguita l'analisi prendendo in considerazione 3 scenari, per ciascuno di essi si è provveduto ad effettuare una stima dei consumi elettrici.

Ogni scenario si riferisce ad una differente ipotesi relativa al numero di container presenti durante tutto l'anno, inoltre si è ipotizzato che ogni container mediamente contenga merci per un peso di 14 tonnellate. Qui di seguito vengono sinteticamente riportati i dati alla base del calcolo:

	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3
N° Container /anno	100.000	50.000	30.000
Tonnellate merci /anno	1.400.000	700.000	420.000



3.3 RISULTATO DEL CALCOLO

Qui di seguito vengono sinteticamente riportati per ciascun scenario i risultati di calcolo relativi alle 5 macchine di sollevamento oggetto di analisi:

SCENARIO 1	
N° Container /anno	100.000
Tonnellate merci /anno	1.400.000
Energia elettrica totale consumata [kWh/anno]	839.893
Energia elettrica totale consumata [tep/anno]	157,06
Indice di performance peso [kWh/tonnellate*anno]	599,92
Indice di performance container [kWh/N°container*anno]	8.4

SCENARIO 2	
N° Container /anno	50.000
Tonnellate merci /anno	700.000
Energia elettrica totale consumata [kWh/anno]	419.947
Energia elettrica totale consumata [tep/anno]	78,53
Indice di performance peso [kWh/tonnellate*anno]	599,92
Indice di performance container [kWh/N°container*anno]	8.4

SCENARIO 3	
N° Container /anno	30.000
Tonnellate merci /anno	420.000
Energia elettrica totale consumata [kWh/anno]	251.968
Indice di performance peso [kWh/tonnellate*anno]	599,92
Energia elettrica totale consumata [tep/anno]	47,12
Indice di performance container [kWh/N°container*anno]	8.4



Qui di seguito vengono riportate le tabelle per ogni scenario, con il dettaglio dei parametri di calcolo e i risultati ottenuti:

SCENARIO 1	N° container/ora	N° container/anno	GRU	PORTAINER
	15	100.000,00	50%	50%

MODELLO GRU SCENARIO 1																	
Utilizzatore		Capacità nominale	Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica totale	Fattore di carico (carico reale/carico nominale)	Potenza elettrica assorbita	Capacità Movimentazione	Numeri di sollevamenti annuali	Ore di Lavoro anno (singola macchina)	Giorni di lavoro	Fattore di impiego delle GRU	ore gru/anno	Energia elettrica totale consumata	Tonnellate sollevate in un anno	Indicatore specifico nominale	Indicatore specifico nominale
	Banchina	Tonn	kW	unità	kW	%	kW	N° container/ora	N° container/anno	ore/anno	giorno/anno	ora gru/ora lavoro	ore gru/anno	kWh/anno	t/anno	kWh/tonnellate*anno	kWh/N° container*anno
GRU 13,14,15		20,0	124,7	3,0	374,0	100%	374,0	45,0	50.000	1.111	139	0,80	888,89	332.453,3	700.000	474,933	6,64907
PORTAINER A		42,0	196,5	1,0	196,5	100%	196,5	15,0	25.000	1.667	208	0,80	1.333,33	262.013,3	350.000	748,610	10,48053
PORTAINER B		42,0	184,1	1,0	184,1	100%	184,1	15,0	25.000	1.667	208	0,80	1.333,33	245.426,7	350.000	701,219	9,81707
TOTALE				5,0					100.000					839.893	1.400.000	599,92	8,40

SCENARIO 2	N° container/ora	N° container/anno	GRU	PORTAINER
	15	50.000,00	50%	50%

MODELLO GRU SCENARIO 2																	
Utilizzatore		Capacità nominale	Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica totale	Fattore di carico (carico reale/carico nominale)	Potenza elettrica assorbita	Capacità Movimentazione	Numeri di sollevamenti annuali	Ore di Lavoro anno	Giorni di lavoro	Fattore di impiego delle GRU	ore gru/anno	Energia elettrica totale consumata	Tonnellate sollevate in un anno	Indicatore specifico nominale	Indicatore specifico nominale
	Banchina	Tonn	kW	unità	kW	%	kW	N° container/ora	N° container/anno	ore/anno	giorno/anno	ora gru/ora lavoro	ore gru/anno	kWh/anno	t/anno	kWh/tonnellate*anno	kWh/N° container*anno
GRU 13,14,15		20,0	124,7	3,0	374,0	100%	374,0	45,0	25.000	556	69	0,80	444,44	166.226,7	350.000	474,933	6,64907
PORTAINER A		42,0	196,5	1,0	196,5	100%	196,5	15,0	12.500	833	104	0,80	666,67	131.006,7	175.000	748,610	10,48053
PORTAINER B		42,0	184,1	1,0	184,1	100%	184,1	15,0	12.500	833	104	0,80	666,67	122.713,3	175.000	701,219	9,81707
TOTALE				5,0					50.000					419.947	700.000	599,92	8,40

SCENARIO 3	N° container/ora	N° container/anno	GRU	PORTAINER
	15	30.000,00	50%	50%

MODELLO GRU SCENARIO 3																	
Utilizzatore		Capacità nominale	Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica totale	Fattore di carico (carico reale/carico nominale)	Potenza elettrica assorbita	Capacità Movimentazione	Numeri di sollevamenti annuali	Ore di Lavoro anno (singola macchina)	Giorni di lavoro	Fattore di impiego delle GRU	ore gru/anno	Energia elettrica totale consumata	Tonnellate sollevate in un anno	Indicatore specifico nominale	Indicatore specifico nominale
	Banchina	Tonn	kW	unità	kW	%	kW	N° container/ora	N° container/anno	ore/anno	giorno/anno	ora gru/ora lavoro	ore gru/anno	kWh/anno	t/anno	kWh/tonnellate*anno	kWh/N° container*anno
GRU 13,14,15		20,0	124,7	3,0	374,0	100%	374,0	45,0	15.000	333	42	0,80	266,67	99.736,0	210.000	474,933	6,64907
PORTAINER A		42,0	196,5	1,0	196,5	100%	196,5	15,0	7.500	500	63	0,80	400,00	78.604,0	105.000	748,610	10,48053
PORTAINER B		42,0	184,1	1,0	184,1	100%	184,1	15,0	7.500	500	63	0,80	400,00	73.628,0	105.000	701,219	9,81707
TOTALE				5,0					30.000					251.968	420.000	599,92	8,40

4 CARATTERISTICHE DEI MOTORI ELETTRICI DELLE MACCHINE DI SOLLEVAMENTO

Prendendo in esame i dati relativi alla potenza elettrica nominale di ciascun motore elettrico presenti nelle macchine, e a partire dalla considerazione che il maggior assorbimento elettrico delle macchine di sollevamento sia dovuto proprio alla manovra di sollevamento, si è provveduto ad elaborare una ripartizione dell'energia consumata da ciascun motore in funzione delle manovre a cui sono dedicati. L'ipotesi di partenza è che sia nota la potenza media complessiva assorbita da ciascuna tipologia di macchina di sollevamento, e cioè:

	GRU 13, 14, 15,	PORTAINER A	PORTAINER B
Potenza media specifica [kW]	124,7	196,5	184,1

La tipologia di manovra/servizio sono così ripartite:

GRU 13, 14, 15,	PORTAINER A e B
Sollevamento	Sollevamento
Braccio	Trasl. Carrello
Manovra Benna	Trasl. Portale
Rotazione	Rotaz. Cabina
Traslazione	Sollev. Braccio

Le caratteristiche e la consistenza dei motori elettrici per ogni tipo di macchina sono riportate nella tabella seguente.



Tabella – dati motori elettrici

MOTORI ELETTRICI							
Codice macchina Ee	Marca e Modello Codifica RB	Potenza Elettrica nominale UNITARIA	Servizio	GRU/PORTAINER	Alimentazione	n° elementi	Potenza Elettrica nominale TOTALE
		kW		cod	-		kWe
ME1	-	223	Sollevamento	GRU matr.13	CC	1	223
ME2	-	70	Braccio	GRU matr.13	CC	1	70
ME3	-	105	Manovra Benna	GRU matr.13	CA - Asincrono Trifase	1	105
ME4	-	32	Rotazione	GRU matr.13	CA	2	64
ME5	-	9	Traslazione	GRU matr.13	CA	5	45
ME6	-	223	Sollevamento	GRU matr.14	CC	1	223
ME7	-	70	Braccio	GRU matr.14	CC	1	70
ME8	-	105	Manovra Benna	GRU matr.14	CA - Asincrono Trifase	1	105
ME9	-	32	Rotazione	GRU matr.14	CA	2	64
ME10	-	9	Traslazione	GRU matr.14	CA	5	45
ME11	-	223	Sollevamento	GRU matr.15	CC	1	223
ME12	-	70	Braccio	GRU matr.15	CC	1	70
ME13	-	105	Manovra Benna	GRU matr.15	CA - Asincrono Trifase	1	105
ME14	-	32	Rotazione	GRU matr.15	CA	2	64
ME15	-	9	Traslazione	GRU matr.15	CA	5	45
ME16	-	110	Sollevamento	PORT. matr. AN79/83	CC	2	220
ME17	-	110	Trasl. Carrello	PORT. matr. AN79/83	CC	1	110
ME18	-	16,6	Trasl. Portale	PORT. matr. AN79/83	CC	8	132,8
ME19	-	3	Rotaz. Cabina	PORT. matr. AN79/83	CA	1	3
ME20	-	110	Sollev. Braccio	PORT. matr. AN79/83	CC	1	110
ME21	-	250	Sollevamento	PORT. matr. AN130/87	CC	1	250
ME22	-	21	Trasl. Carrello	PORT. matr. AN130/87	CC	4	84
ME23	-	14,5	Trasl. Portale	PORT. matr. AN130/87	CA	8	116
ME24	-	4	Rotaz. Cabina	PORT. matr. AN130/87	CA	1	4
ME25	-	45	Sollev. Braccio	PORT. matr. AN130/87	CA	1	45
Totale		439,00				58,00	2595,80

Un'analisi efficace che porti alla ripartizione dei consumi energetici di ciascun motore dovrebbe tener conto delle curve di carico-rendimento reali, infatti questi sono molto variabili durante un ciclo di lavoro, tuttavia in mancanza delle curve si è ipotizzato un rendimento di ciascun motore pari a 0,75, e un fattore di carico e/o utilizzo come riportato nella tabella seguente:

Tabella – fattori di carico/ utilizzo GRU

GRU 13, 14, 15,	Fattore di carico/utilizzo
Sollevamento	20%
Braccio	35%
Manovra Benna	15%
Rotazione	10%
Traslazione	5%

Tabella – fattori di carico/ utilizzo PORTAINER

PORTAINER A e B	Fattore di carico/utilizzo
Sollevamento	35%
Trasl. Carrello	35%
Trasl. Portale	10%
Rotaz. Cabina	70%
Sollev. Braccio	15%

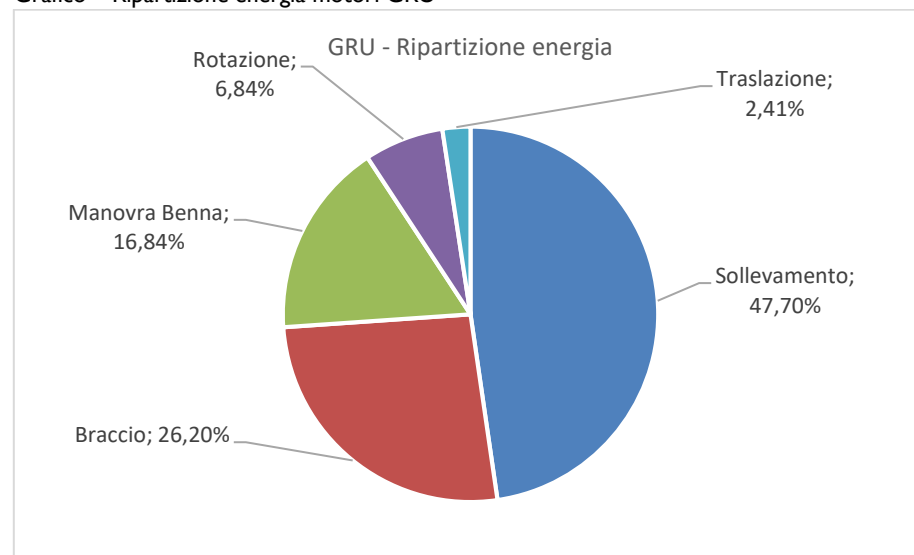
Di seguito sono riportati sinteticamente i dati per il calcolo e i risultati ottenuti:



Tabella – modello elettrico GRU

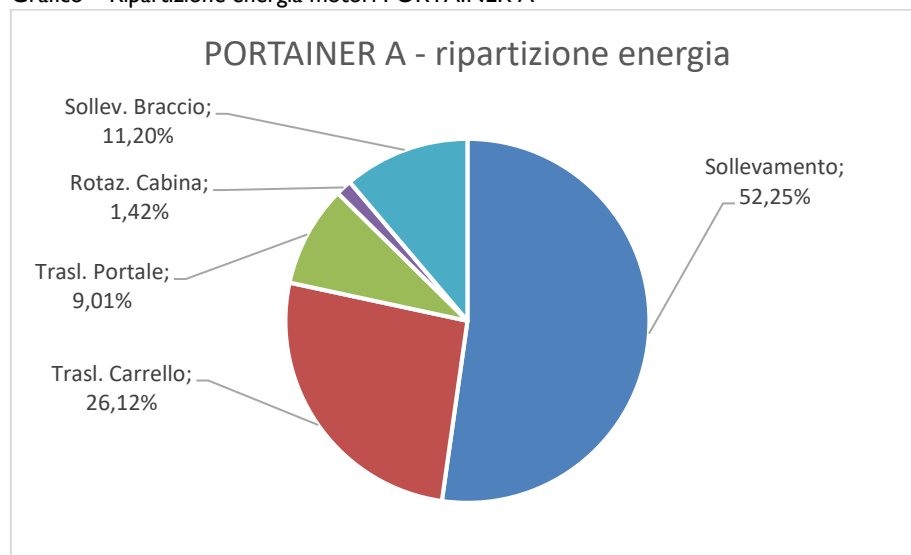
MODELLO ELETTRICO GRU													
Utilizzatori			Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica nominale totale	Fattore di carico/utilizzo	Rendimento	Potenza elettrica assorbita	Carico lavoro/anno	Fattore di Utilizzo	Ore di lavoro gru	Energia elettrica assorbita	Percentuale sul totale
Codice macchina Ee	Tipologia macchina		kW	unità	kW	%		kW	ore lavoro/anno	Ore Gru/ Ore Lavoro	ore Gru /anno	kWh/anno	%
ME1	ME	Sollevamento	223,00	1,00	223,00	20%	75%	59,47	1.111	0,8	889	52.859	47,70%
ME2	ME	Braccio	70,00	1,00	70,00	35%	75%	32,67	1.111	0,8	889	29.037	26,20%
ME3	ME	Manovra Benna	105,00	1,00	105,00	15%	75%	21,00	1.111	0,8	889	18.667	16,84%
ME4	ME	Rotazione	32,00	2,00	64,00	10%	75%	8,53	1.111	0,8	889	7.585	6,84%
ME5	ME	Traslazione	9,00	5,00	45,00	5%	75%	3,00	1.111	0,8	889	2.667	2,41%

Grafico – Ripartizione energia motori GRU



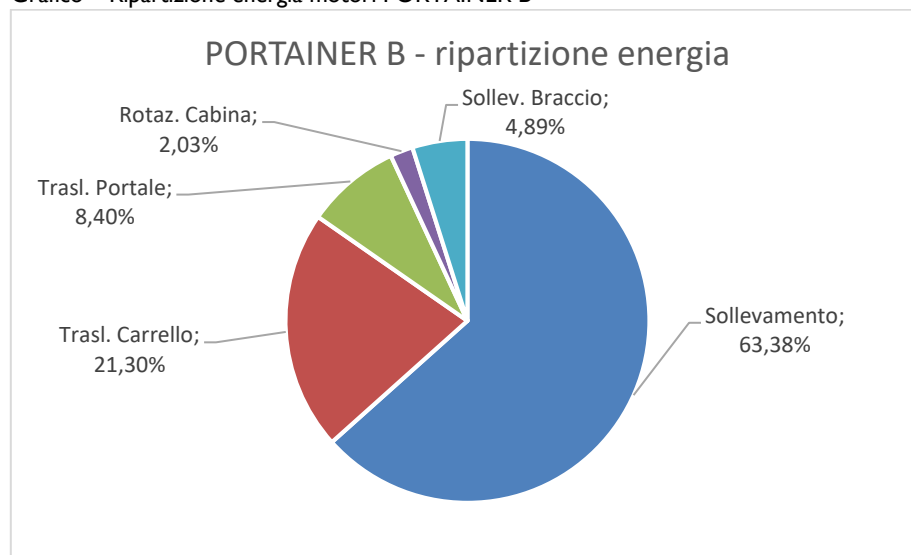
MODELLO ELETTRICO PORTAINER A													
Utilizzatori			Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica nominale totale	Fattore di carico/utilizzo	Rendimento	Potenza elettrica assorbita	Carico lavoro/anno	Fattore di Utilizzo	Ore di lavoro gru	Energia elettrica assorbita	Percentuale sul totale
Codice macchina Ee	Tipologia macchina		kW	unità	kW	%		kW	ore lavoro/anno	Ore Gru/ Ore Lavoro	ore/anno	kWh/anno	%
ME16	ME	Sollevamento	110,00	2,00	220,00	35%	75%	102,67	1.667	0,8	1.333	136.889	52,25%
ME17	ME	Trasl. Carrello	110,00	1,00	110,00	35%	75%	51,33	1.667	0,8	1.333	68.444	26,12%
ME18	ME	Trasl. Portale	16,60	8,00	132,80	10%	75%	17,71	1.667	0,8	1.333	23.609	9,01%
ME19	ME	Rotaz. Cabina	3,00	1,00	3,00	70%	75%	2,80	1.667	0,8	1.333	3.733	1,42%
ME20	ME	Sollev. Braccio	110,00	1,00	110,00	15%	75%	22,00	1.667	0,8	1.333	29.333	11,20%

Grafico – Ripartizione energia motori PORTAINER A



MODELLO ELETTRICO PORTAINER B													
Utilizzatori			Potenza elettrica nominale	Elementi installati	Potenza elettrica nominale totale	Fattore di carico/utilizzo	Rendimento	Potenza elettrica assorbita	Carico lavoro/anno	Fattore di Utilizzo	Ore di lavoro gru	Energia elettrica assorbita	Percentuale sul totale
Codice macchina Ee	Tipologia macchina		kW	unità	kW	%		kW	ore lavoro/anno	Ore Gru/ Ore Lavoro	ore/anno	kWh/anno	%
ME21	ME	Sollevamento	250,00	1,00	250,00	35%	75%	116,67	1.667	0,8	1.333	155.556	63,38%
ME22	ME	Trasl. Carrello	21,00	4,00	84,00	35%	75%	39,20	1.667	0,8	1.333	52.267	21,30%
ME23	ME	Trasl. Portale	14,50	8,00	116,00	10%	75%	15,47	1.667	0,8	1.333	20.622	8,40%
ME24	ME	Rotaz. Cabina	4,00	1,00	4,00	70%	75%	3,73	1.667	0,8	1.333	4.978	2,03%
ME25	ME	Sollev. Braccio	45,00	1,00	45,00	15%	75%	9,00	1.667	0,8	1.333	12.000	4,89%

Grafico – Ripartizione energia motori PORTAINER B



5 INTERVENTI

5.1 INTERVENTO 01 – AZIONAMENTO, CONTROLLO, SOSTITUZIONE MOTORI ELETTRICI

Al momento la movimentazione dei container è stimata ad un valore massimo annuo di 100.000 container, ciò porta ad un numero di ore di lavoro delle macchine di sollevamento relativamente basso in rapporto alle ore di altre realtà portuali italiane.

Inoltre un revamping delle gru e dei portacontainer oggetto di analisi dovrebbe tener conto delle ore di marcia residue delle stesse.

Tuttavia qualora si pensasse di incrementare le ore di attività della zona del porto destinata alle merci, dovrebbero essere valutati opportunamente interventi di miglioramento dell'efficienza energetica, sia di natura gestionale che tecnologico.

In particolare un efficace aumento della produttività e dell'efficienza energetica si ottiene mediante la sostituzione dei quadri elettrici del controllore programmabile e degli azionamenti di velocità con nuovo controllore programmabile di ultima generazione ed inverter. Ciò comporterebbe oltre che un minor consumo energetico, una migliore gestione dei tempi macchina, con un significativo incremento della produttività, e una manutenzione ridotta.

Ulteriore intervento riguarda la sostituzione dei motori in CA, giunti a fine vita, con motori elettrici a più alta efficienza. Da valutare anche la possibilità di sostituire gli attuali motori in CC con altrettanti motori in CA. A tal riguardo si fa notare che i motori elettrici attualmente installati, in base all'analisi svolta, sembrerebbero sovradimensionati. La sostituzione degli stessi avrebbe il doppio vantaggio di una riduzione della potenza nominale e un funzionamento con un più alto fattore di carico.

L'ipotesi di sostituzione dei motori con altrettanti motori a maggior efficienza, principalmente a causa dell'attuale numero di ore di lavoro relativo ad ogni motore, calcolato al massimo pari a circa 1.333 ore/anno, non fornisce una elevata convenienza economica. Per tanto potrebbe risultare utile una indagine approfondita relativamente agli effettivi parametri di funzionamento dei motori.

In conclusione si propone una stima dell'investimento relativa alla installazione di un nuovo controllore programmabile di ultima generazione con utilizzo di inverter, e la contestuale sostituzione dei motori elettrici ipotizzando che siano giunti a fine vita.

Si può stimare il risparmio come un miglioramento della produttività, passando da circa 15 container/ora a 20 container/ora, che corrisponde ad un aumento di produttività del 33%, ottenendo un minor consumo energetico pari al 25 % circa sui consumi attuali.

5.2 ANALISI COSTO BENEFICI BASATA SUL CALCOLO DEL VAN

Si riportano i benefici economici derivanti dagli interventi di efficientamento precedentemente descritti. Sono stati assunti:

- il tempo di rientro dell'investimento (PAY BACK SEMPLICE) con l'accesso agli incentivi attualmente esistenti (TEE, D.M. 11 gennaio 2017);
- il VAN è attualizzato al 5%; il valore è riferito al quindicesimo anno a partire dall'intervento;
- il TIR è riferito al quindicesimo anno a partire dall'intervento;
- gli investimenti sono stati calcolati sulla base di una stima;



- tutti i valori sono da intendersi al netto dell'IVA.

Il risparmio di energia elettrica è stato calcolato in riferimento allo scenario I della analisi prendendo in considerazione 100.000 container anno.

Per il calcolo si è assunto: ENERGIA ELETTRICA: 0,150 €/kWh; Valore TEE :150 €/tep

Tabella – Analisi costo intervento

Risparmio energia elettrica annuo	210.000	kWh/anno
Tep	39.25	Tep/anno
Costo energia elettrica prelevata	0,150	€/kWh
Risparmio annuo	31.484,00	€/anno
Valore TEE	150,00	€/tep
Incasso annuo TEE previsto per 7 anni	5.887.51	€/anno
Costo investimento totale (Stima)	200.000,00	€

Grafico – Andamento dei flussi di cassa

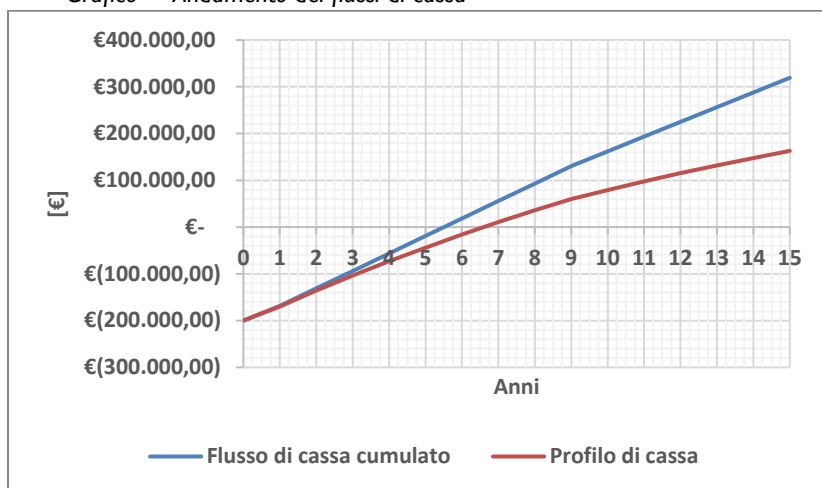


Tabella – Risultati economici

INVESTIMENTO [€]	FLUSSO DI CASSA [€]	RISPARMIO ANNUO [€/anno]	PAYBACK SEMPLICE [anni]	TIR [%]	VAN [€]	VAN / I
€ 200.000,00	€ 319.360,06	€ 31.484,00	5,5	15,74%	€ 163.033,36	0,82

Si specifica che sono stati valutati i benefici derivanti dall'ottenimento di Titoli di Efficienza Energetica secondo quanto previsto dal D.M. 11 gennaio 2017, tuttavia poiché alla data di conclusione del presente audit non sono ancora disponibili Linee Guida Operative per la redazione dei progetti, tale valutazione deve essere presa con la dovuta cautela.

5.3 ALTRI INTERVENTI E/O OPPORTUNITÀ DI MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE ENERGETICHE

- **Sistema di frenatura di rete rigenerativo.** Questo tipo di sistema riduce il consumo energetico fino al 30% ed elimina la necessità di manutenzione dei resistori. Stabilizza la fornitura di elettricità alla gru contro disturbi di rete e filtra le distorsioni armoniche dalla gru alla rete di alimentazione. L'energia elettrica recuperata potrebbe essere riutilizzata per alimentare altre utenze o essere riversata in rete. Tale sistema consente maggiore sollevamento, traslazione del carrello e velocità di marcia del brigde. Ad esempio, se la tensione di alimentazione è 380 V, questa tecnica aumenta le velocità della gru del 30%;
- **Alimentare elettricamente le eventuali GRU con motore endotermico;**
- **Elettrificazione delle banchine per l'alimentazione delle navi in sosta.** Mobilità il più possibile elettrica di passeggeri e merci. Nel porto di Venezia è attivo un sistema di alimentazione di energia da terra per i mega yacht ("mini" Cold Ironing), che consente di tenere i motori spenti durante la permanenza in banchina, tale sistema è già in funzione dal 2010.
- **Introduzione di sistemi telematici per fluidificare i traffici.**

