

HELE - High Efficiency Low Emissions

Mini hydro- HPP Revamping – Generatori a magneti permanenti

27 settembre 2016 - Milano

Franco PODIO & Gianluca MANCUSO

Enel Global Renewables – Engineering & Constructions



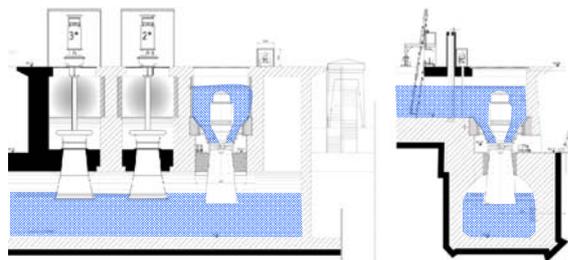
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti

Tipologia Kaplan V. con generatore PMG immerso in acqua - ordine a ZECO

Esempi di impianti : Tagliuno Gr. 1 (2016)
 ✓ Tagliuno – ottimizzazione produzione



Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
977	8.86	12



27 settembre 2016

2

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Tipologia Kaplan compatta con generatore PMG in vasca

Esempi di impianti realizzati: Tagliuno Gr. 1 (2016) - (ZECO)

Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
977	8.86	12



27 settembre 2016

3

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Tipologia VLH ordine a S.T.E. (Very Low Head della ditta MJ2)

Esempi di impianti realizzati: Traversa di ALA (2013) [HDE]
N° 2 gruppi per recupero energia dal rilascio del DMV sulla Traversa

Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
400	3,39	15,2



27 settembre 2016

4

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Kaplan con generatore PMG immerso in acqua

Esempi di impianti realizzati: DMV PANPERDUTO (2015) [EGPV]
N° 2 gruppi

Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
574	4,72	14,5



27 settembre 2016

Impianto
vista presa



Impianto in
fregio al
canale



Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Tipologia Kaplan verticale con generatori tradizionali all'aperto

Esempi di impianti realizzati: TURBIGO II (2007) [EP]
Soluzione tradizionale per confronto con soluzione di PANPERDUTO

Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
608	4.9	13.3



27 settembre 2016



6

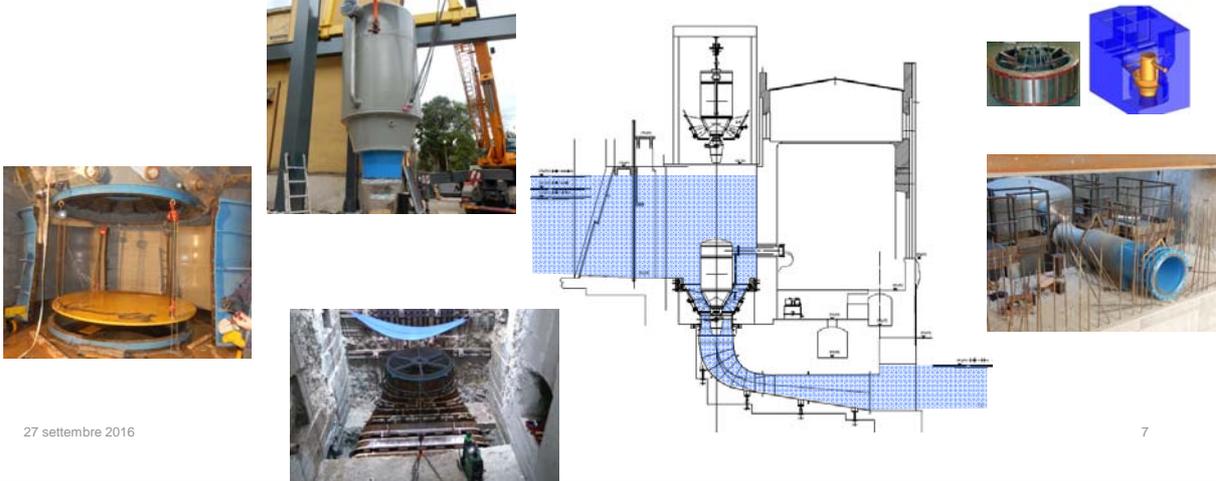
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Tipologia Kaplan con generatori PMG immersi in vasca (EcoBulb ANDRITZ)

Esempi di impianti realizzati: PONTEFIUME (2016) [ANDRITZ]

Potenza (kW)	Salto (m)	Portata (m ³ /s)
4910	16	33



27 settembre 2016

7

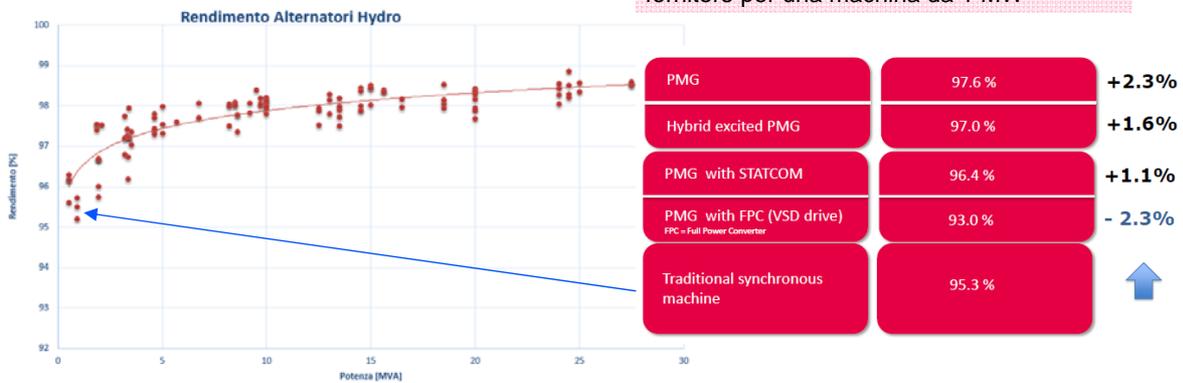
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



RENDIMENTI DEI GENERATORI

Rendimenti generatori da gare ENEL

Confronto tra soluzioni predisposto da un fornitore per una macchina da 1 MW



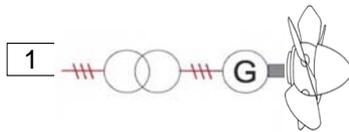
27 settembre 2016

8

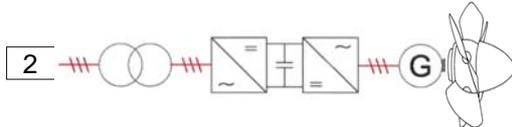
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



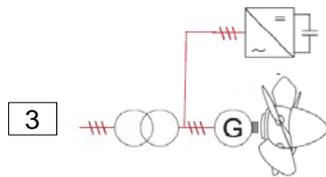
SCHEMI POSSIBILI



- A. La soluzione può essere implementata o con soli poli a magneti permanenti e quindi nessuna regolazione di tensione e PF oppure;
B. con poli con un avvolgimento che prevede un 20 % di regolazione dell'eccitazione regolabile e 80% da PM



La soluzione impiega un convertitore totale che permette di avere la regolazione di tensione e PF ed inoltre anche la velocità variabile e quindi la doppia regolazione ottenuta con una meccanica ed una elettrica (Le perdite del convertitore riducono però il rendimento)



La soluzione con compensatore statico che permette la regolazione del PF ma senza ridurre l'efficienza come il full converter

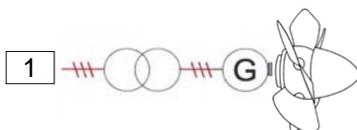
27 settembre 2016

9

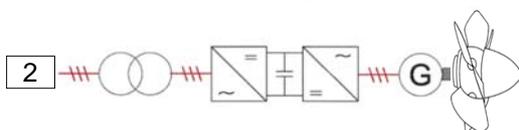
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



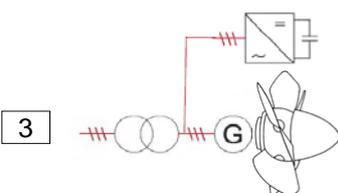
SCHEMI APPLICATI NELLE REALIZZAZIONI ENEL



- A. Nessuna implementazione perché non in accordo alla norma CEI 0-16
B. Impianto di TAGLIUNO (Generatore PGM + parte tradizionale con eccitatrice brushles)



Impianto di ALA DMV. (Generatore PGM con AFE+ Full converter)
La soluzione impiega macchine della serie VLH (STE-MJ2)



Impianto di PANPERDUTO (Generatore PMG con AFE raffredd. ad aria)

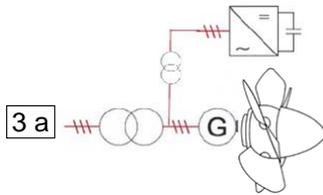
27 settembre 2016

10

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



SCHEMI APPLICATI NELLE REALIZZAZIONI ENEL



Impianto di PONTEFIUME (Generatore PMG con AFE raffredd. ad acqua)
L'AFE a 600 V è connesso tramite un trasformatore perché in generatore ha la tensione di macchina in MT 3.3 kV

27 settembre 2016

11

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti

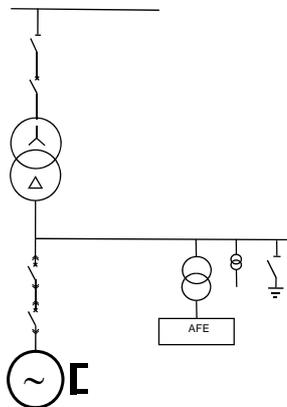


Impianto di PONTEFIUME - particolarità

L'impianto di PONTEFIUME in cui sono stati installati due gruppi con generatori PGM è al momento una delle più grandi realizzazioni in Europa con la tecnologia PMG

Lo schema elettrico prevede l'installazione di più interruttori

Utilizzo di un trasformatore per sistema AFE



27 settembre 2016

12

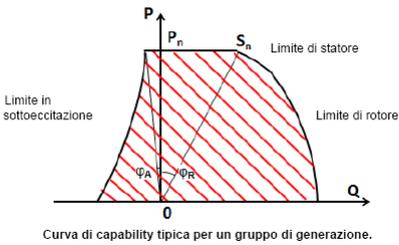
Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Ulteriori considerazioni

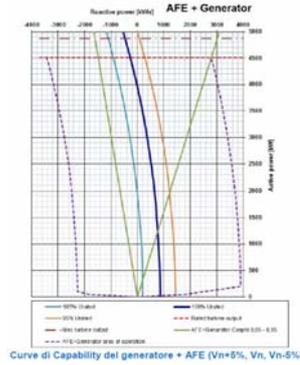
Capability

Generatore tradizionale



generatore in impianti di potenza superiore a 400 kW: funzionamento con fattore di potenza regolabile compreso tra $\cos\phi = 0,98$ in assorbimento di reattivo e $\cos\phi = 0,80$ in erogazione di reattivo, a potenza nominale P_n , secondo la curva di capability data in Figura 15.

Generatore PMG + AFE



27 settembre 2016

13

Mini hydro – HPP revamp – generatori a magneti permanenti



Sbarramento di Ala



Pontefiume



Panperduto



Tagliuno

14