

**S T E S**

SSCIENZIATI E TECNOLOGI  
PER L'ETICA DELLO SVILUPPO

**STUDIO DI FATTIBILITA'**

**MANUTENZIONE E DIFESA DELLE COSTE  
TRAMITE BARRIERE MESOGALLEGGIANTE DI  
CONVERTITORI DI ENERGIA MARINA**

**BREVETTO RM2012A000134**

**Roma 15 gen 2014**

**Ing. Manlio Palmarocchi**

**Ing. Pierfranco Ventura**

ORGANIZZAZIONE DI VOLONTARIATO  
00137 Roma – Via Veronica Gambara, 16  
Tel./ Fax: 0039-06 /4512401- Cell: 0039- 335/6434580  
E-mail: pierfranco.ventura@steseoetica.it  
[www.steseoetica.it](http://www.steseoetica.it)

## STUDIO DI FATTIBILITA'

# MANUTENZIONE E DIFESA DELLE COSTE TRAMITE BARRIERE MESOGALLEGGIANTI DI CONVERTITORI DI ENERGIA MARINA

### 1 - PREMESSA

Lo sviluppo dei convertitori di energia marina ha avuto in questi ultimi anni un sensibile impulso, specialmente in Scozia, come documentato in particolare da EMEC *European Marine Energy Centre* e in Australia con i points adsorber CETO offshore.

In Italia solo recentemente sono stati fatti degli studi in proposito, come documentato nel programma di figura 1 svolto a Roma nella giornata di studio del 7 giugno 2012, in cui fra i vari convertitori proposti è stata presentata la *girante mesogalleggiante* di seguito illustrata.

La girante è stata brevettata con deposito presso l'ufficio brevetti italiano il 3 aprile 2012 ed è stata esaminata positivamente dalla commissione dei brevetti europea in merito alle novità fra le innovazioni tecnologiche, come documentato in figura 2.

Nel 2013 è stata realizzato da Enel Green Power a 2,8 km a largo di Castiglioncello un convertitore ancorato offshore e articolato per oscillare verticalmente, il sistema è in corso di sperimentazione e si può estendere sottocosta a quello proposto nel presente studio.

Si descrivono le indagini e le caratteristiche delle turbine finalizzate inizialmente solo alla produzione dell'energia elettrica e basate su un programma sperimentale articolato in vari prototipi tenuti sotto monitoraggio in vera grandezza, elaborati 2, 3 e 4.

La sequenza di giranti disposte anche su imbasamenti tipo scogliere soffolte, opportunamente distanziate sul fondale, può essere utilizzata soprattutto come sistema di protezione delle coste, come più miratamente descritto negli elaborati 5 e 6, specie per litorali sottesi fra promontori.

## Titolari brevetto: Palmarocchi e Ventura

Nell'elaborato 7 si delinea l'analisi costi- benefici, sia della potenziale produzione energetica delle turbine, sia del *grande risparmio delle spese per la manutenzione e difesa delle coste*.

The poster is titled "ENERGIA DAL MARE" with the subtitle "un enorme potenziale inespresso". It features a grid of logos for various organizations including the Italian Ministry of Environment, ENEA, GSE, RINA, and several industry associations like AIOM and ASSOCOSTIERI. The event details are: "GIORNATA DI STUDIO\* 7 GIUGNO 2012 ROMA ORE 10.00 - 18.00 AUDITORIUM VIA RIETI". The program is divided into "MATTINO" and "POMERIGGIO" sessions, each with several topics and speakers. A "PROGRAMMA" box is located in the top right of the lower section.

**GIORNATA DI STUDIO\*  
7 GIUGNO 2012  
ROMA ORE 10.00 - 18.00  
AUDITORIUM VIA RIETI**

con il patrocinio di:

**ENERGIA DAL MARE**  
un enorme potenziale inespresso

**PROGRAMMA**

**h.10.00 Inizio lavori e saluti istituzionali**  
Dott.ssa Fiorenza Guarino, Aghape  
Prof. Vittorio Ugga, STES  
Dott. Carlo De Masi, FLAEI

**MATTINO**

**L'economia del mare tra ambiente e sostenibilità**  
Dott. Oliviero Montanaro, Ministero dell'Ambiente

**Utilizzo dell'energia marina: nel mondo, in Italia, costi e benefici**  
Ing. Gerardo Montanino, GSE e Com. Esecutivo OES

**Panoramica delle risorse energetiche marine e litoranee presenti o potenziali nel territorio italiano**  
Dott. Gianmaria Sannino e Dott. Vincenzo Artale, ENEA

**Panoramica sull'incentivazione e dettagli legislativi**  
Ing. Giuseppe dell'Olio, Ministero dello Sviluppo Economico

**Convertitori di energia marina su scogliere soffolte con recupero della protezione delle coste**  
Ing. Pierfranco Ventura, STES (Scienziati e Tecnologi per l'Etica dello Sviluppo)

**POMERIGGIO**

**Energia da onda e protezione della costa: progettazione sostenibile e prospettive in Italia**  
Ing. Barbara Zanuttigh, Università di Bologna

**Tecnologie in uso e in via di sviluppo nell'eolico o**  
Ing. Roberto Longo, RINA

**Descrizione tecnica delle infrastrutture europee di energia rinnovabile (eolico offshore) e di tras**  
Ing. Gaetano Gaudiosi, Ass. OWEMES

**Energia da onde e scenari per le isole minori**  
Prof.ssa Giuliana Mattiazzo, Politecnico di Torino

**Sviluppo, realizzazione ed installazione di sistemi di produzione di energia pulita dalle correnti marine**  
Prof. Domenico P. Coiro Dip. Ing. Aerospaziale Univer degli Studi di Napoli Federico II

**Incentivi, crisi e una proposta per la crescita**  
Ing. Manlio Palmarocchi, STES (Scienziati e Tecnologi per l'Etica dello Sviluppo)

\*Crediti Formativi per Professionisti

FIGURA 1 PROGRAMMA SVILUPPO IN ITALIA DELL'ENERGIA MARINA

# Titolari brevetto: Palmarocchi e Ventura



## Ministero dello Sviluppo Economico

DIREZIONE GENERALE SVILUPPO PRODUTTIVO E COMPETITIVITA'  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

### RAPPORTO DI RICERCA

Numero della domanda

IO 35562  
IT RM20120134

DOCUMENTI CONSIDERATI DI RILIEVO			
Categoria	Citazione del documento con indicazione, se appropriata, delle parti rilevanti	Rivendicazioni rilevanti	CLASSIFICAZIONE DELLA DOMANDA (IPC)
A	FR 2 865 506 A1 (BLANGER PIERRE [AD]) 29 July 2005 (2005-07-29) * page 1, line 34 - page 2, line 5 * * page 3, lines 1-17 * * page 3, lines 26-28 * * page 5, line 40 - page 6, line 9 * * figures *	1-3	INV. F03B13/26 F03B13/22 F03B17/06 F03B11/08
A	EP 2 378 113 A2 (YU JE-WOO [KR]) 19 October 2011 (2011-10-19) * abstract * * paragraphs [0068] - [0069]; figure 2 *	1-3	
A	US 2006/008351 A1 (BELINSKY SIDNEY I [US]) BELINSKY SIDNEY IRVING [US]) 12 January 2006 (2006-01-12) * abstract * * paragraph [0054]; figures 1-3 * * paragraph [0060] * * paragraph [0067] * * paragraph [0071]; figures 31-33 *	1-3	
A	WO 2010/029015 A2 (ALTHAUS WOLFGANG [DE]) 18 March 2010 (2010-03-18) * page 8, paragraph 2; figure 4 *	1-3	
			CAMPI TECNICI RICERCATI (IPC)
			F03B
Questo rapporto di ricerca è stato redatto sulla base di tutte le rivendicazioni			
2	The Hague	Data di completamento della ricerca 12 February 2013	Esaminatore Criado Jimenez, F
CATEGORIA DEI DOCUMENTI CITATI			
X : di particolare rilevanza se considerato singolarmente Y : di particolare rilevanza se combinato con un altro documento della stessa categoria A : informazione generica O : divulgazione orale P : documento intermedio		T : teoria o principio alla base dell'invenzione E : documento brevettuale antecedente, ma pubblicato dopo o alla data di deposito D : documento citato nella domanda L : documento citato per altre ragioni & : membro della stessa famiglia di brevetti, documento corrispondente	

EPO FORM 1503 07/08 (P04C74)

**FIGURA 2 PARERE UFFICIO BREVETTI EUROPEO**

La produzione di energia marina è ricavata da nuove turbine ad asse verticale con dinamo per tutte le fasi delle correnti marine superficiali dovute da qualsiasi angolo di traversia o variazione termica: da trasversali (*cross-shore*) a litoranee (*long-shore*), e con giranti di varie dimensioni in funzione del fetch, della batimetria e della geomorfologia dei litorali.

Il sistema albero di trasmissione e girante con pale è costituito da un monoblocco pressofuso in vetroresina o policarbonato, solidale a un galleggiante coassiale a ciambella in modo da ottenere esattamente un peso equivalente a quello dell'acqua e consentire il mesogalleggiamento, ovvero la possibilità della girante di ruotare alla minima corrente essendo in equilibrio indifferente.

L'uso della vetroresina si prevede per le prime giranti di varie dimensioni per valutare con il monitoraggio in vera grandezza: per i convertitori più efficaci definitivi si prevede l'uso delle fibre al carbonio per il monoblocco e le pale, in modo da accrescere la vita utile e la resistenza a fatica ciclica; inoltre rivestimenti idrorepellenti accresceranno il rendimento.

Per sfruttare le variazioni di velocità delle correnti, contemperando anche le correnti ascensionali, il galleggiante è proposto a forma di trottola collegata a pale di varie forme e dimensioni che caratterizzano i prototipi di prova, come nell'elaborato 4 di seguito descritto.

Il rotore della dinamo multipolare, posto intorno allo statore centrale, è girevole su cuscinetti in teflon di reggispinta di fondo corsa verticale per bilanciare le oscillazioni delle maree e delle onde.

Rotore e statore sono fuori dall'acqua ed a tenuta impermeabili anche tramite una cuffia con collare, la cui tenuta e riduzione agli attriti è affidata al teflon.

Gli assi di rotazione delle giranti sono fulcrati su pali di acciaio marino (*lamellar shearing*) e imitano lo stelo delle spighe di grano, il galleggiamento rende le sollecitazioni di esercizio e il disturbo all'ecosistema il meno impattante possibile.

## Titolari brevetto: Palmarocchi e Ventura

---

La resistenza alle mareggiate è inoltre simile a quella delle briccole e/o oscillatori semplici antisismici, con periodi propri lontani dalla risonanza; i pali sono incastrati eccentricamente su plinti di fondazione prefabbricati in cemento armato o piastre poggiate sul fondale e/o zavorrate da scogliere soffolte.

In particolare si propone di realizzare tali zavorre utilizzando eventualmente delle chiatte dismesse i cui relitti vanno riempiti con calcestruzzo armato, come riportato nella relazione di calcolo 2, specie su fondali poco consistenti.

Le pale delle giranti sono semplicemente verticali e piatte, conformemente agli elaborati 3 e 4; le pale sono trattate con resine antiaderenti di ultima generazione.

La stesa dei convertitori è costituita da una serie di moduli prefabbricati in modo da semplificare al massimo le operazioni di varo a mare e minimizzare gli standby.

I convertitori presentano in testa dinamo multipolari da accoppiare ad inverter e dispositivi computerizzati già esistenti per la produzione di corrente elettrica alternata; nei primi prototipi per risparmiare non si prevede il conferimento a terra, ma solo il controllo dell'efficacia.

Nella successiva fase sperimentale in barriere di turbine l'energia si conferisce tramite cavi sottomarini o per pompare acqua in quota o produrre aria compressa (*energy storage*).

La stesa delle giranti è segnalata di giorno dagli stessi alternatori colorati in rosso che escono dall'acqua coadiuvati da segnali luminosi per la navigazione e circondata da boe di protezione; una tacca bianca indica l'orientamento al varo per bilanciare le mareggiate.

I momenti destabilizzanti sono peraltro molto attenuati dall'ubicazione della barriera subito dopo la *fascia permanente di trasformazione dell'energia* pulsante verticalmente offshore in correnti orizzontali inshore, ovvero dopo la fascia "calma" di transizione.

Le zavorre dei pali di acciaio si prevedono integrate anche tramite contrappesi mobili in ciascuna chiatte-fondazione per consentirne tarature sperimentali.

## Titolari brevetto: Palmarocchi e Ventura

---

Il sistema prefabbricato è inoltre progettato allo stato limite di esercizio sotto gli effetti delle mareggiate, con controllo programmato (*bender elements*) in modo da tarare in progetto fenomeni di fatica ciclica e definire la manutenzione periodica.

Si evidenzia che la manutenzione periodica della girante è semplificata avendo previsto a mare solo lo sfilamento della cuffia e del monoblocco dal palo su plinto.

Si usufruisce inoltre del metodo osservazionale, riconosciuto dalla vigente normativa tecnica per le costruzioni NTC 2008, il sistema va ubicato previo un campo di boe galleggianti con correntometri per individuare le correnti più significative e per monitorare tramite wattmetri il rendimento di produzione di energia marina.

Il sistema a rotori galleggianti cerca di utilizzare anche piccoli flussi delle correnti sottocosta, sempre generati dall'energia pulsante delle onde *offshore*, come richiamato negli schemi di figura 3 sui campi di evoluzione delle onde e di circolazione delle correnti; in tal modo si sfruttano al massimo i vari flussi stocastici delle correnti marine.

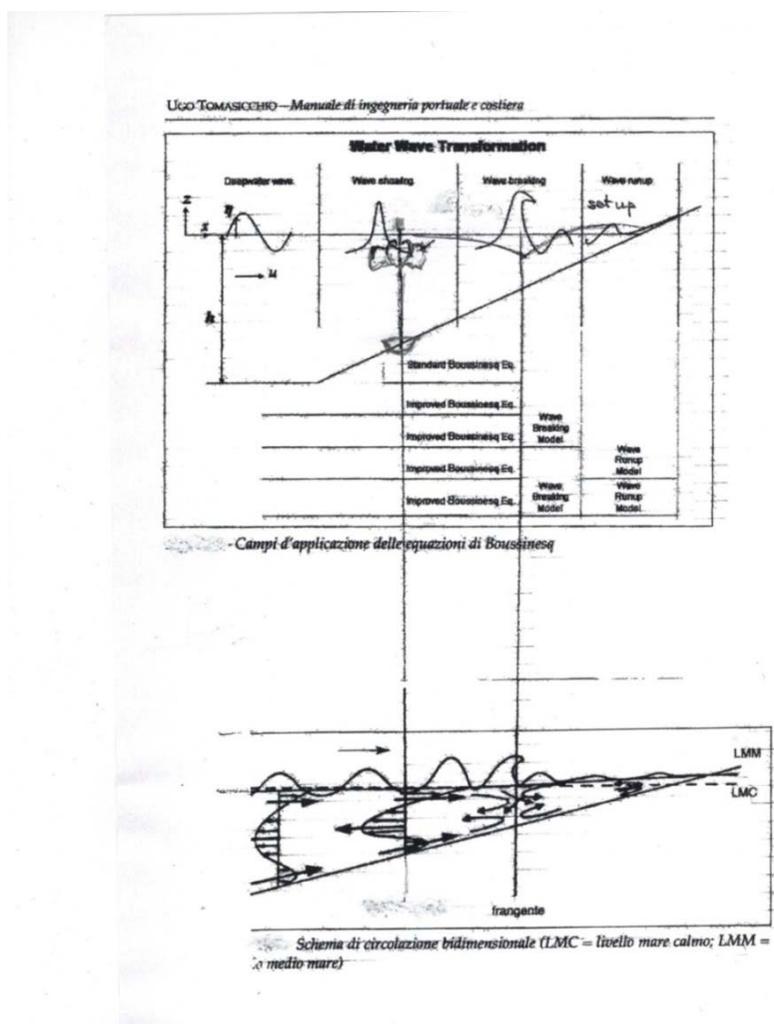
Tali flussi sono più frequenti nei fondali rivieraschi del mare Mediterraneo, come attestato dai periodi più usuali degli spettri marini registrati a largo con ondometri; si ricorda inoltre che l'energia cinetica del flusso dell'acqua sulle turbine è dell'ordine di dieci volte superiore rispetto a quella eolica e con maggiore probabilità di durata e conseguente aumento di energia annua prodotta.

Si evidenzia che peraltro la minore intensità dell'energia marina rispetto a quella degli oceani o dei mari del nord, riduce i rischi di danni alle strutture delle turbine, con conseguente riduzione dei costi di manutenzione.

L'ubicazione delle giranti è proposta in particolare in filari su scogliere soffolte esistenti o costruite a tratti sottocosta, tipo secche e barre invernali, per mitigare le *correnti di fondale* eroso dal ritorno a largo; i *convertitori "a pettine"* intercettano invece le *correnti superficiali*, specie orizzontali massime verso la costa, *tipo barriera corallina*.

La stesa delle giranti è a tratti interrotta per consentire il passaggio delle imbarcazioni peraltro in punti concentrati favorendone il controllo e la difesa dei bagnanti.

Le scogliere soffolte, come già sperimentato per la protezione delle coste, possono inoltre presidiare il piede di ripascimenti per colmata sia naturale sia artificiale: si *recuperano le costose manutenzioni stagionali* per i ripristini della sabbia dopo le mareggiate invernali, elaborato 6.



**FIGURA 3 SCHEMI EVOLUZIONI ONDE E CORRENTI MARINE  
RIGUARDANTI L' UBICAZIONE DELLE GIRANTI**

## Titolari brevetto: Palmarocchi e Ventura

---

Il brevetto si ritiene maturo per una produzione industriale (*spin off : energy farm*), ma richiede la realizzazione di prototipi sperimentali in vera grandezza, per la stima dei rendimenti in kWh e la messa a punto come Ricerca e Innovazione Tecnologica.

Il sistema di barriere, accrescendo l'insabbiamento, serve inoltre per innalzare le quote dei litorali in modo da *proteggere l'entroterra dall'innalzamento del livello del mare dovuto allo scioglimento dei ghiacciai*.

Si evidenzia che l'importanza delle nuove giranti oltre che per la produzione della corrente elettrica servono per *mantenere economicamente realistica la difesa delle coste* e rinnovarla essendo certi i danni delle scogliere e dei ripascimenti artificiali tradizionali.

Le barriere favoriscono poi il recupero del paesaggio senza le attuali scogliere emergenti vicino alle coste, consentono l'attecchimento delle praterie marine, permettono attracchi tipo briccole con ricariche per la navigazione da diporto sottocosta favorito dalla lega navale, evitando d'intasare i porti turistici italiani.

Piccoli impianti di rinnovabili da energia marina e fluviale, con reti a consumo diretto specie domestico e agricolo o per depurazione, hanno comunque certamente un impatto ambientale valido, specie in Italia fortemente urbanizzata e ricca di un grande patrimonio artistico.

### **INDICE ELABORATI**

#### **1- RELAZIONE TURBINE MARINE**

#### **2 - RELAZIONE INDAGINI E CALCOLI**

#### **3 - TURBINE PIANTE SEZIONI E MONITORAGGIO**

#### **4 - RELAZIONE TURBINE SU SCOGLIERE SOFFOLTE**

#### **5 - PLANIMETRIA DIFESA DELLE COSTE E MONITORAGGI**

#### **6 - COSTI E BENEFICI**