

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

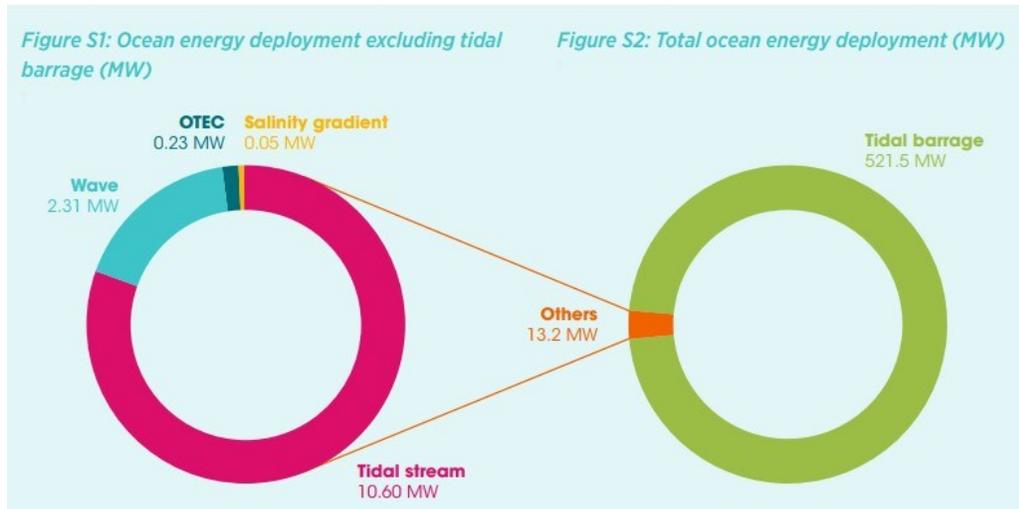
Relazione per la prova finale

**ANALISI DEL SISTEMA WAVE DRAGON PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DAL
MOTO ONDOSO**

Padova, 19/09/2022

Relatore: Anna Stoppato
Laureando: Leone Sostero

Gli oceani sono la più grande risorsa energetica non utilizzata del pianeta. L'interesse economico e scientifico verso questa fonte è in continua crescita, con un agenda fitta di progetti ed ambiziosa. Uno degli obiettivi è arrivare a produrre il 10% del fabbisogno energetico europeo entro il 2050.

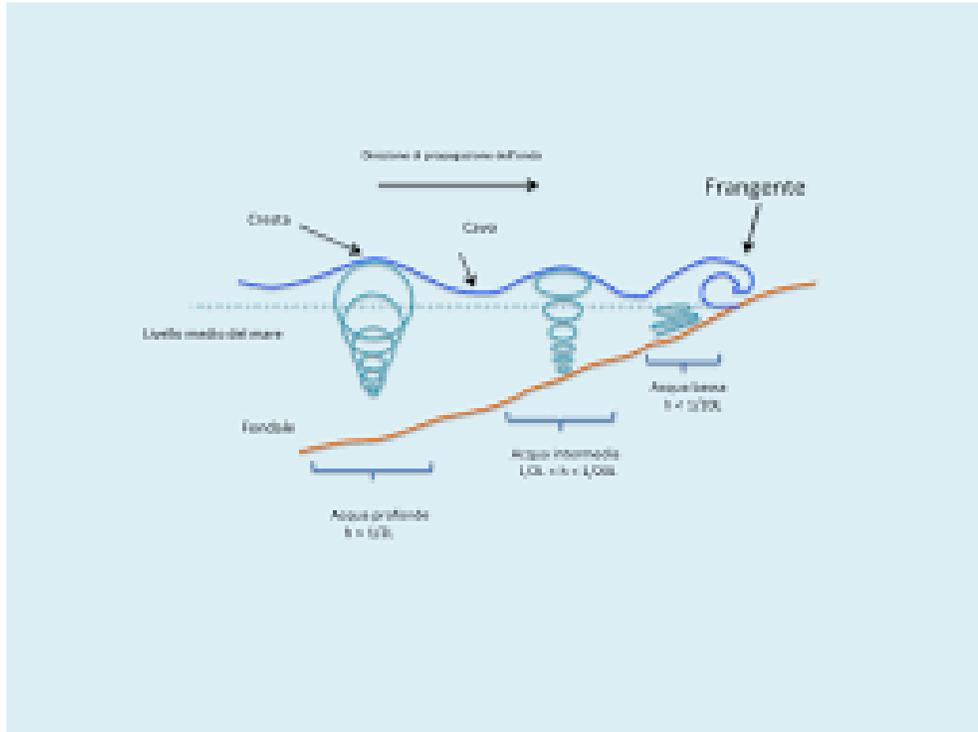


Questo progetto ha come scopo l'analisi del sistema di trasformazione dell'energia marina in elettrica chiamato Wave Dragon. Questo studio ha quindi come obiettivi:

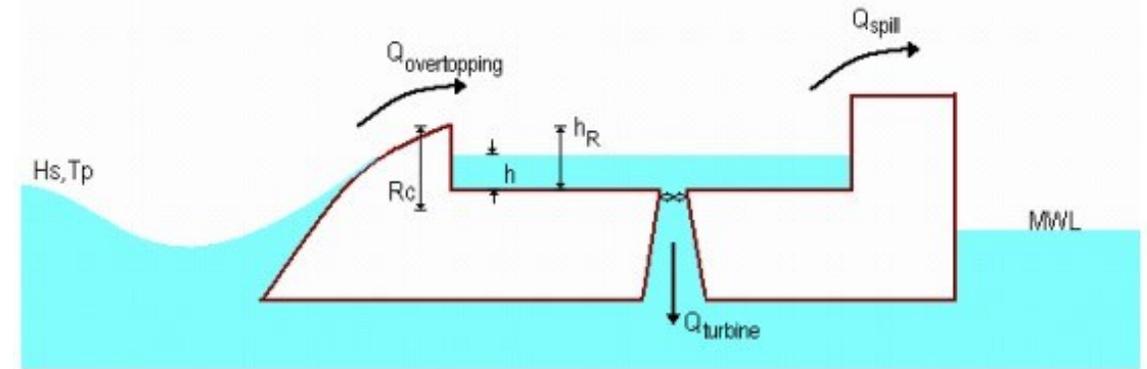
- La comprensione delle teorie fisiche alla base del funzionamento
- Capire il principio di funzionamento del sistema
- Analizzare lo sviluppo di un sistema concreto partendo dall'idea teorica
- Capire le dinamiche di posa e le problematiche che possono insorgere nello sviluppo di un prototipo



Accenni alla teoria delle onde



Concetto di straripamento d'onda

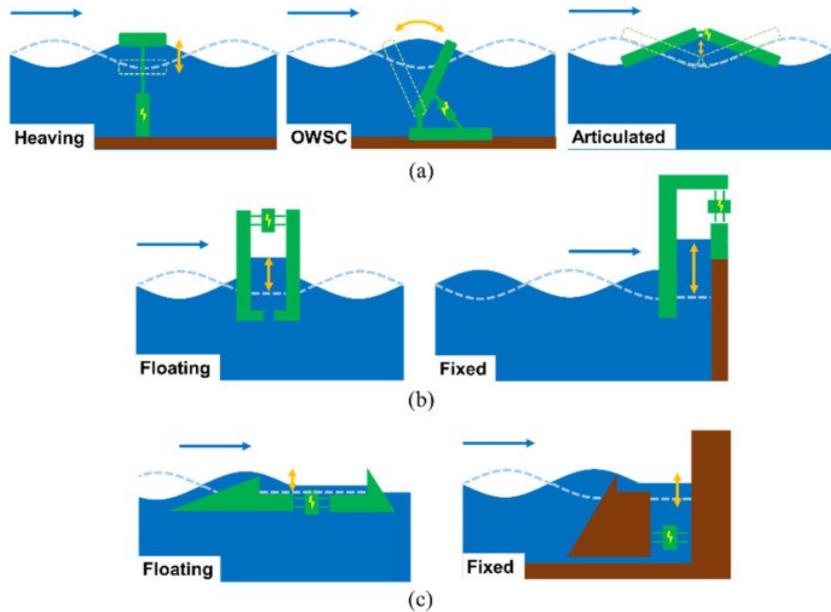


Portata adimensionale in entrata nella riserva

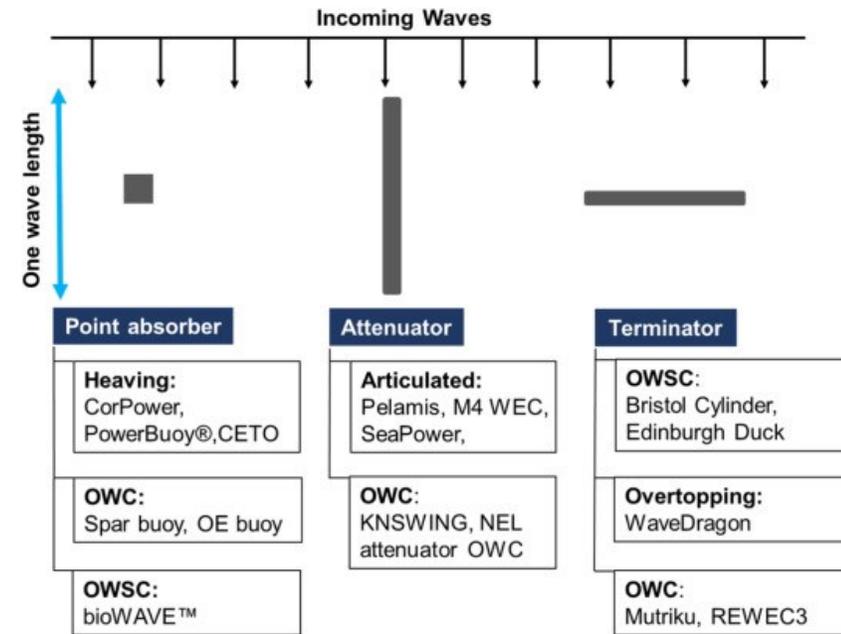
$$Q_{nd} = \frac{\bar{Q}}{b \sqrt{g H_s^3}}$$

Si possono distinguere due classificazioni principali dei sistemi di trasformazione dell'energia marina

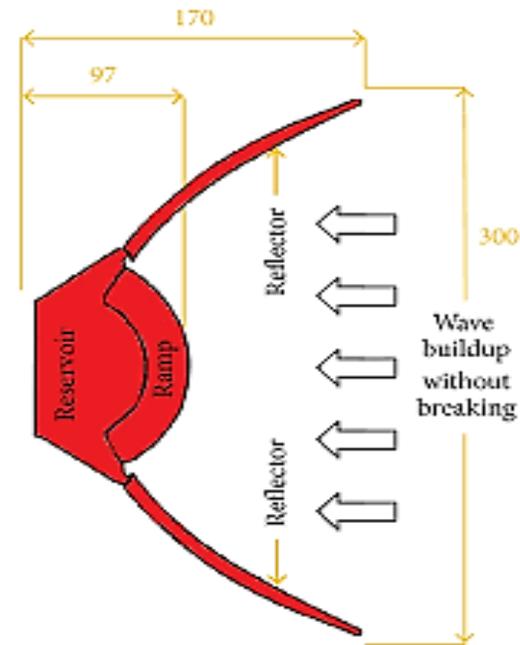
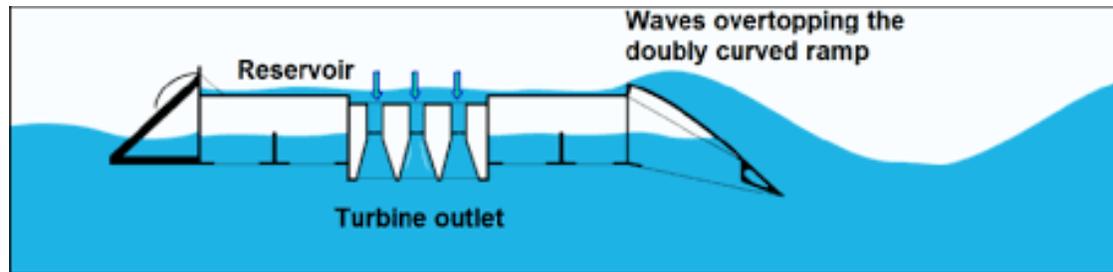
Classificazione in base al principio di funzionamento.



Classificazione rispetto all'azione del dispositivo sull'onda



Il sistema Wave Dragon al contrario della maggior parte degli altri progetti non oscilla con il movimento dell'onda ma ne raccoglie l'energia passiva tramite l'uso del principio di Overtopping. WD quindi consiste in un sistema di tipo Overtopping, galleggiante e terminator rispetto l'onda.



In base alla potenza desiderata esistono 4 scale di macchina: 1.5, 4,7,12 MW, all'aumentare della potenza le dimensioni della macchina aumentano. Per la macchina da 7 MW si ha una distanza tra gli estremi delle ali convergenti di 300m e una larghezza di 170 m con un peso totale che arriva alle 30,000 tonnellate.

STRUTTURA PRINCIPALE

Corpo principale dell'impianto, equipaggiato con delle sacche d'aria al di sotto che, tramite un sistema di controllo della pressione, determinano l'altezza di galleggiamento della piattaforma



RIFLETTORI D'ONDA

Hanno il compito di far convergere l'onda diminuendo le perdite di acqua e aumentando la portata entrante nel dispositivo



RAMPA DI INGRESSO

Serve per far accedere all'acqua la riserva. È progettata in modo tale da evitare il rompimento d'onda prima dell'accesso alla riserva



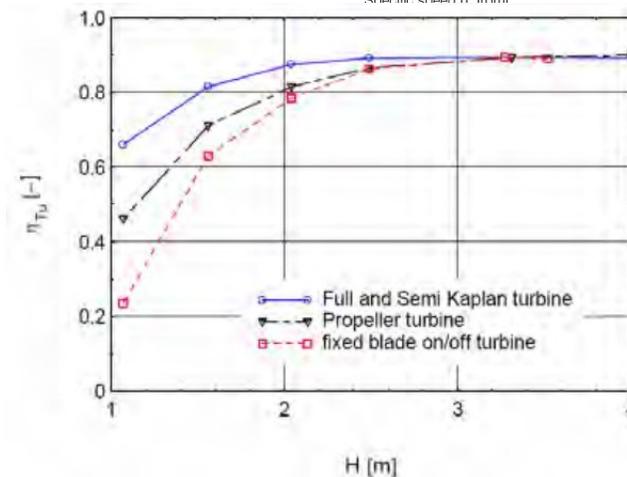
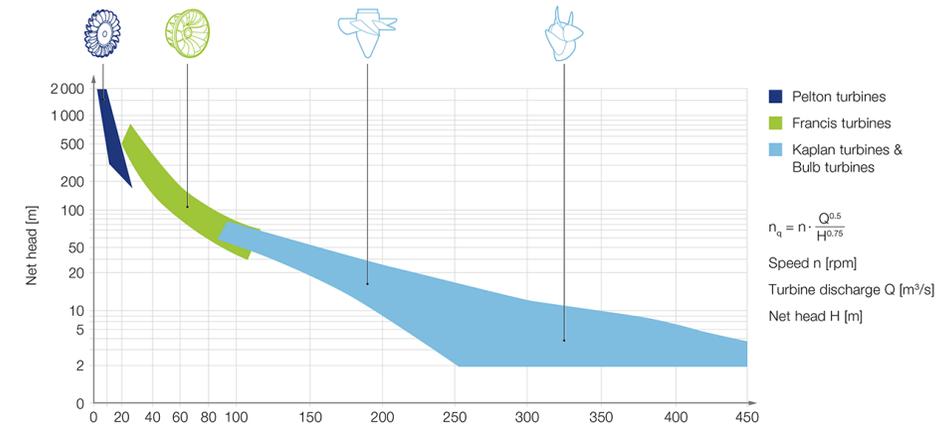
TURBINE

Il range di salto idrico del Wave dragon passa tra 1 a 4 m che è uno dei più bassi che si può elaborare tramite turbine già sviluppate.

Per soddisfare i criteri di progettazione si è optato per un tipo di turbina che avesse una costruzione semplice piuttosto che la massima produzione di potenza. Tenendo conto dei parametri del progetto e del costo si sono studiati tre tipi di turbine

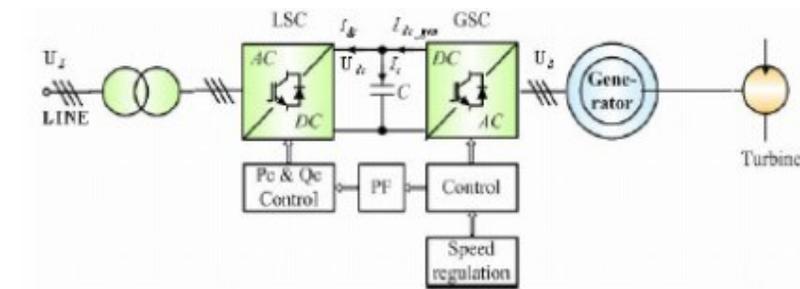
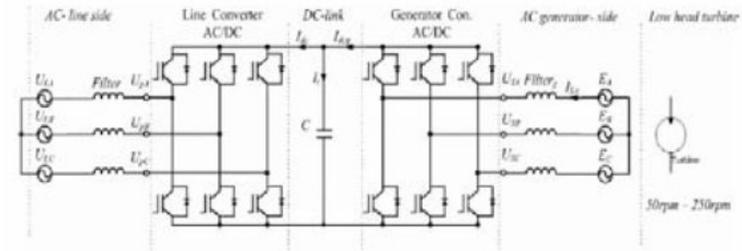
- Turbina a pale rotoriche fisse
- Semi-Kaplan con le pale statoriche fissate
- Turbine ad azione non regolabili (tipo on/off) con entrambe schiere di pale fisse

Application range of different types of turbines



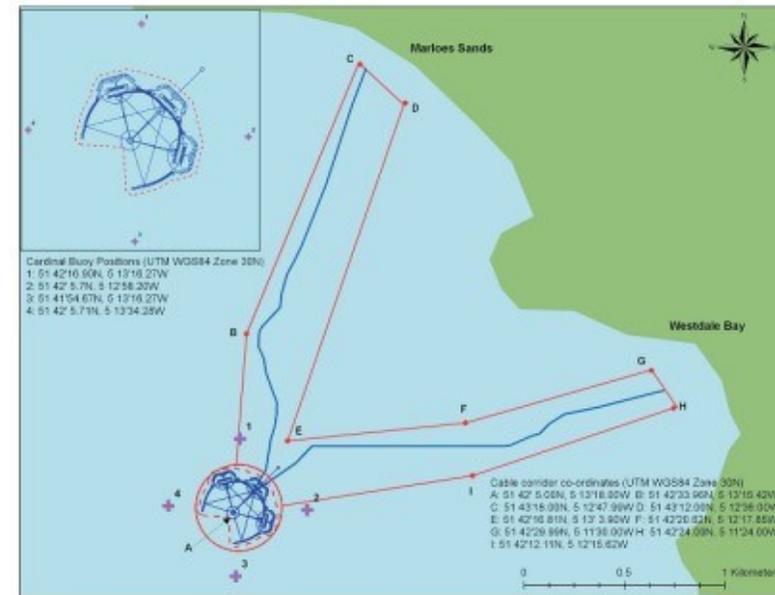
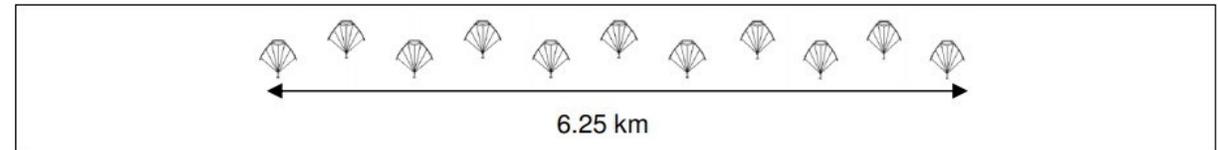
SISTEMA DI CONTROLLO

Il Wave dragon non necessita della presenza di operatori sul sito per poter operare e ricavare la maggiore potenza possibile. Questo è fattibile grazie a dei sistemi che controllano varie parti del dispositivo. Il controllo del macchinario può essere suddiviso considerando tre intervalli di tempo caratteristici, si hanno quindi le modalità: *slow, fast, very fast*

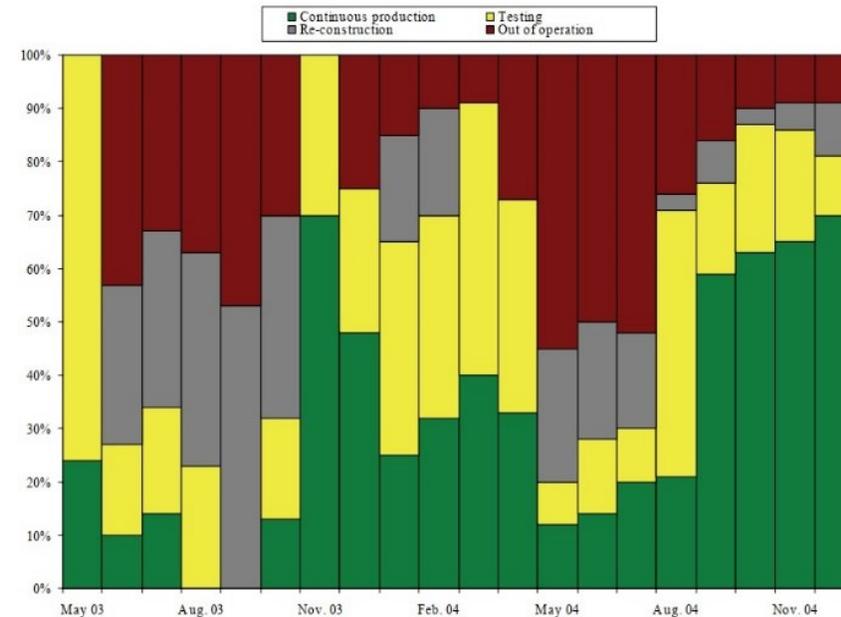


CONNESSIONE ALLA RETE

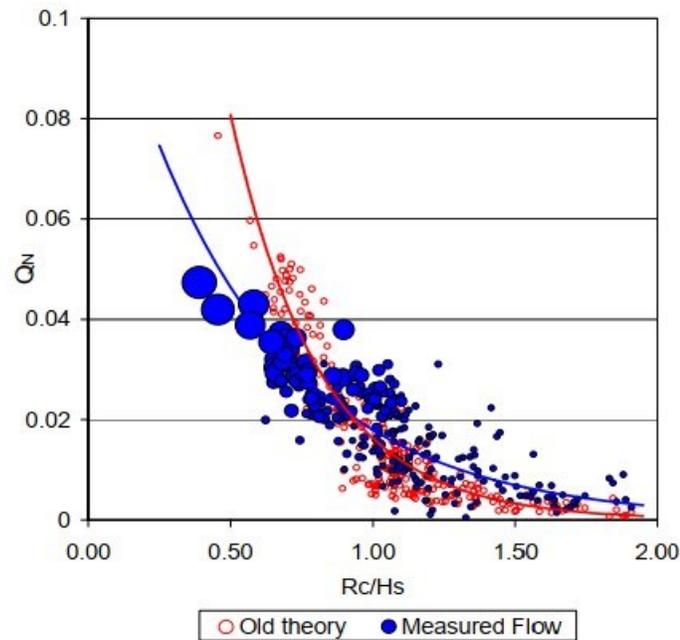
Al contrario degli altri sistemi di trasformazione di energia dal moto ondoso, il WD ha una produzione di potenza in linea con quella dell'eolico offshore e quindi la connessione alla rete elettrica seguirà gli stessi sistemi sviluppati per quel settore. Dipendentemente dalla potenza prodotta si avranno due opzioni.



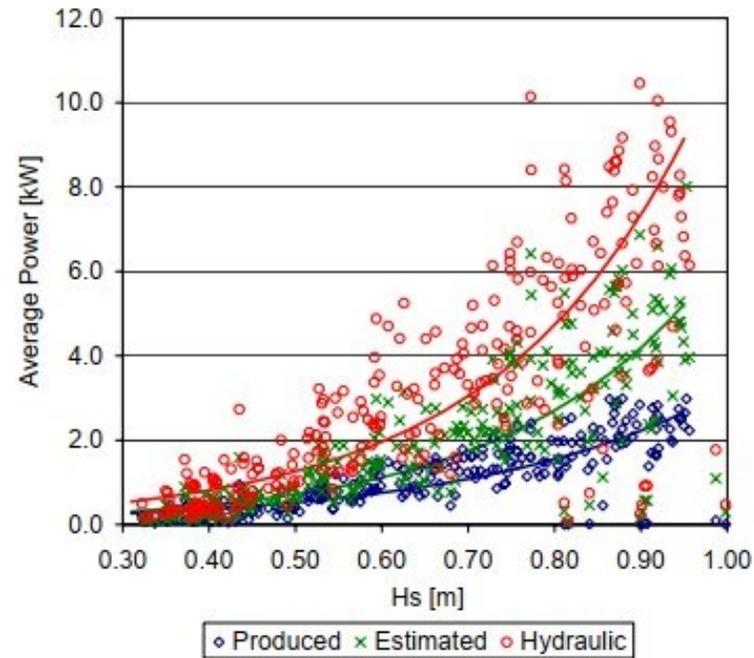
Dopo aver sviluppato il primo simulatore in scala 1:50, nel 2003 è stato connesso alla rete il più grande sistema offshore di produzione di energia elettrica dal moto ondoso. Questo dispositivo è la piattaforma in scala 1:4.5 del Wave dragon. Il prototipo con previsione di potenza a 20 kW è stato testato tra il maggio del 2003 e il gennaio del 2005, per dopo continuare le sue attività fino al 2009, a Nussom Brending un cosiddetto mare interno navigabile in Danimarca. Oltre a tutti i componenti principali che si sono già citati, sono state installate tre turbine fittizie, usate per elaborare il flusso entrante in eccesso. La potenza generata è stata trasportata via cavi trifase sottomarini ed immessa nella rete elettrica nazionale danese.



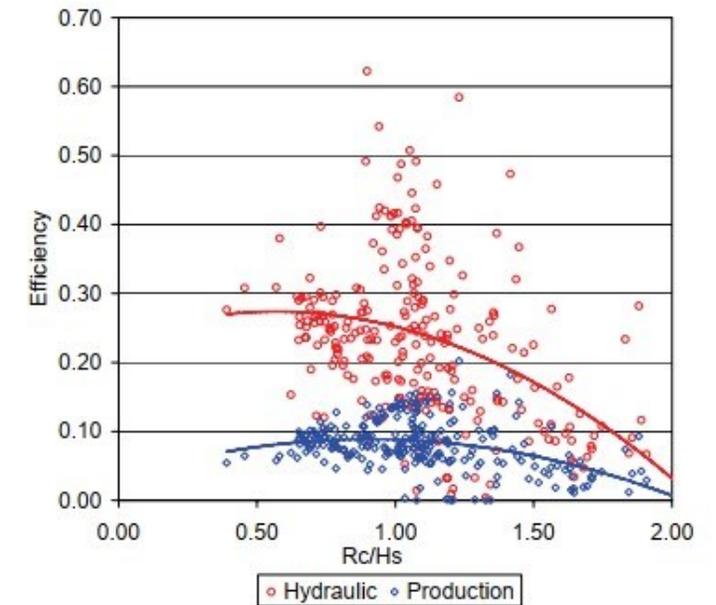
Misura della portata entrante
in relazione al rapporto tra
l'altezza della rampa e
l'altezza di cresta



Misura e comparazione delle potenza
prodotta rispetto alla potenza
stimata e idraulica



Misura dell'energia catturata
con discrepanze tra energia
elettrica e idraulica







GRAZIE
PER L'ATTENZIONE