

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Dell'Energia

***Relazione per la prova finale  
«Energia Mareomotrice: una risorsa  
per il futuro con radici nel passato»***

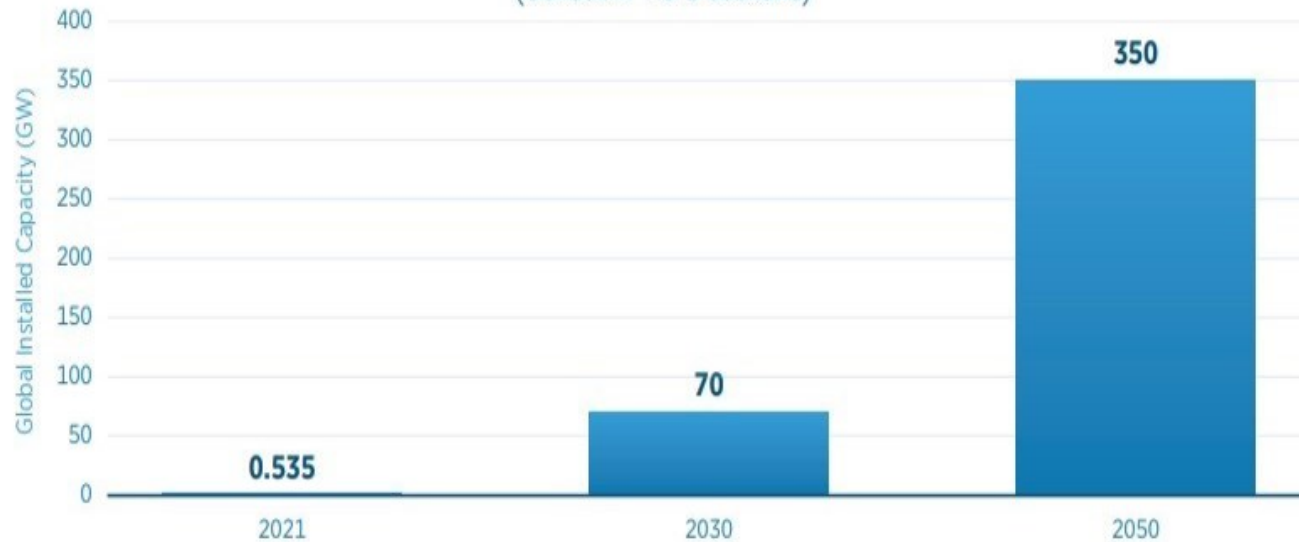
Tutor universitario: *Prof. Manuela Campanale*

Padova, 25/09/2023

Laureando: *Francesco Margutti*

Nell'insieme delle energie rinnovabili, l'energia dei mari e degli oceani costituisce un'enorme risorsa che, ad oggi, è ancora poco sfruttata. Questa grande quantità di energia potrebbe potenzialmente soddisfare l'intera domanda energetica globale.

**Ocean Energy Global Installed Capacity Projections IRENA WETO 2022**  
(Outlook in 1.5°C Scenario)



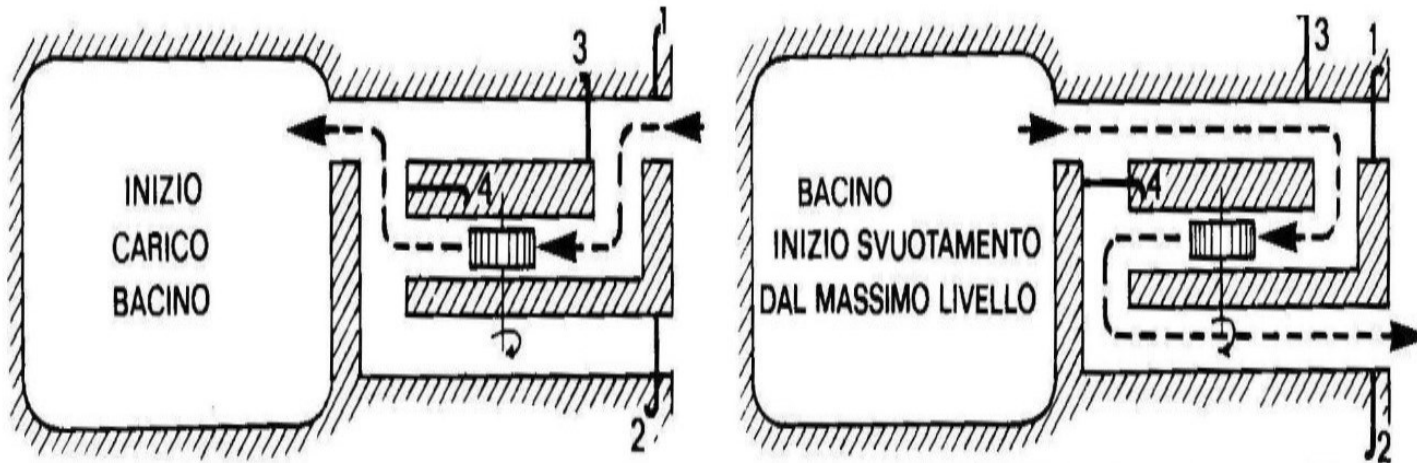
Source: IRENA (2022).

## L'obiettivo dell'Unione Europea

La capacità energetica installata da onde e mare deve essere:

- 100 MW entro il 2025
- 1 GW entro il 2030
- 40 GW entro il 2050

Uno dei primi utilizzi accertati dell’Energia Mareomotrice risale al X-XI Secolo quando apparvero i primi **mulini a marea** in Inghilterra e a Venezia. A Venezia venivano chiamati «aquimoli» e sfruttavano le escursioni delle maree lagunari per avviare le macine e trasformare il frumento in farina.



*Principio di funzionamento di un mulino a marea.*



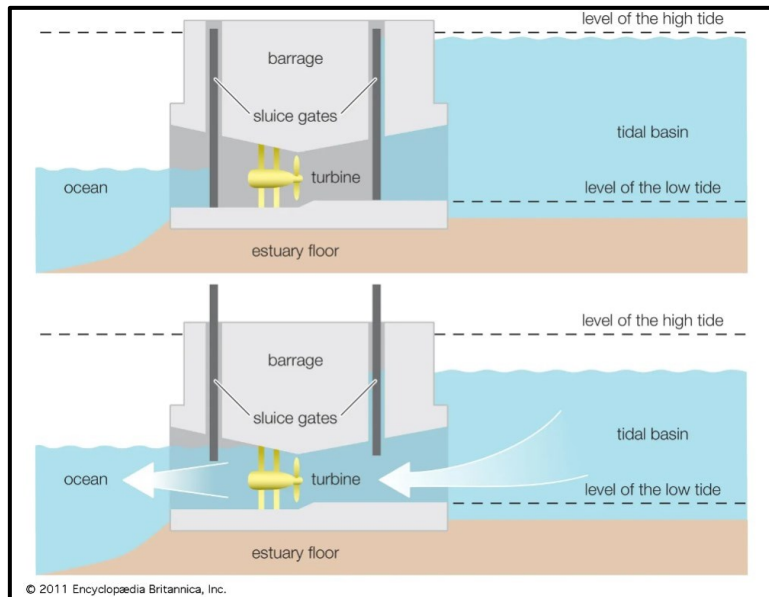
*Pergamena del XV secolo: Mulini ad acqua presso il monastero di Santa Maria degli Anzoli, Murano. Archivio di Stato di Venezia.*



L'energia mareomotrice sfrutta i cambiamenti di altezza del livello del mare causati principalmente dall'attrazione gravitazionale della Luna e del Sole sugli oceani e mari terrestri.

Ad oggi esistono diverse tipologie di sfruttamento dell'energia dalle maree. Le più efficaci sono:

## Centrali Mareomotrici (sistemi a barriera)



## Idrogeneratori (turbine sottomarine)





*Seoul, Corea del Sud.*

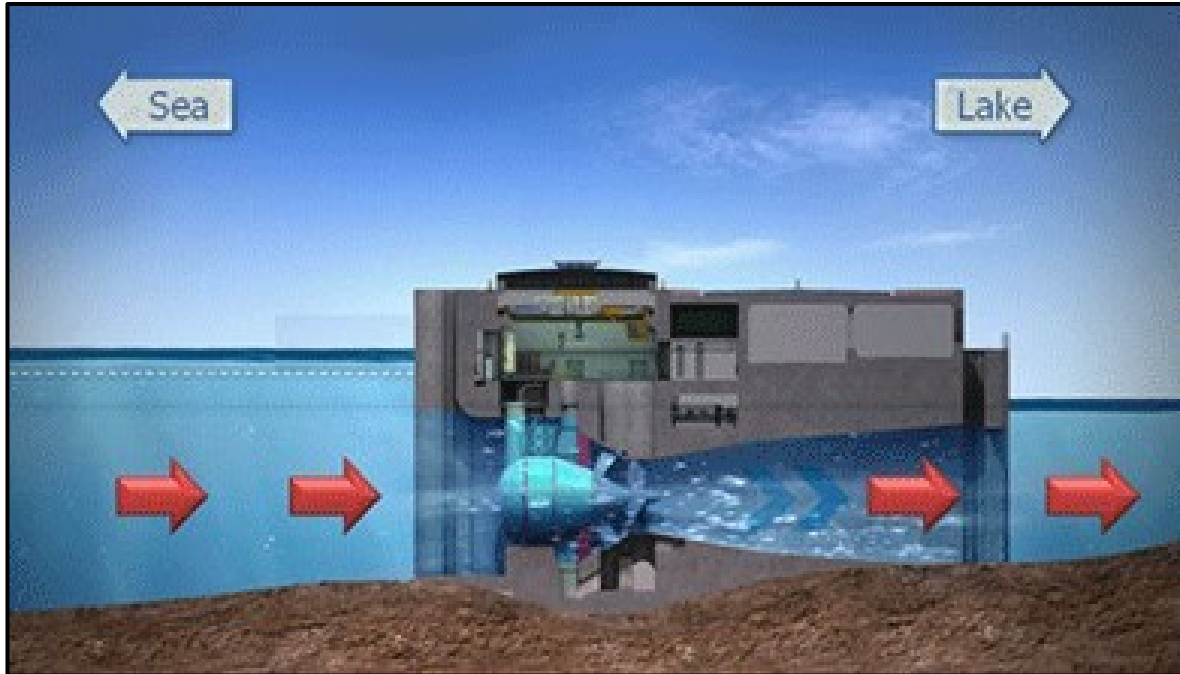
*Cerchiata: Centrale Mareomotrice di Sihwa Lake.*

## CENTRALE SIHWA LAKE

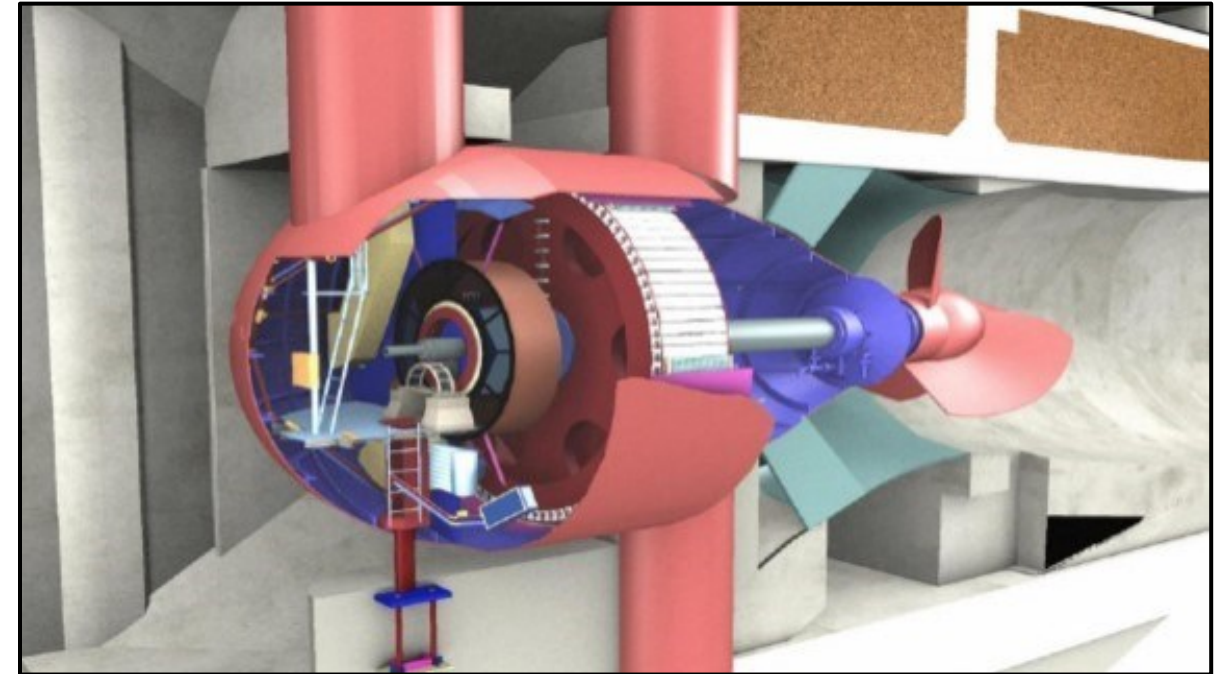
- Sistema a barriera
- Progetto completato nel 2010
- Situato nel lago Sihwa, a Sud-Ovest di Seoul
- 254 MW potenza installata
- 10 turbine a bulbo
- Media marea operativa: 5,6 m







*Figura 1*



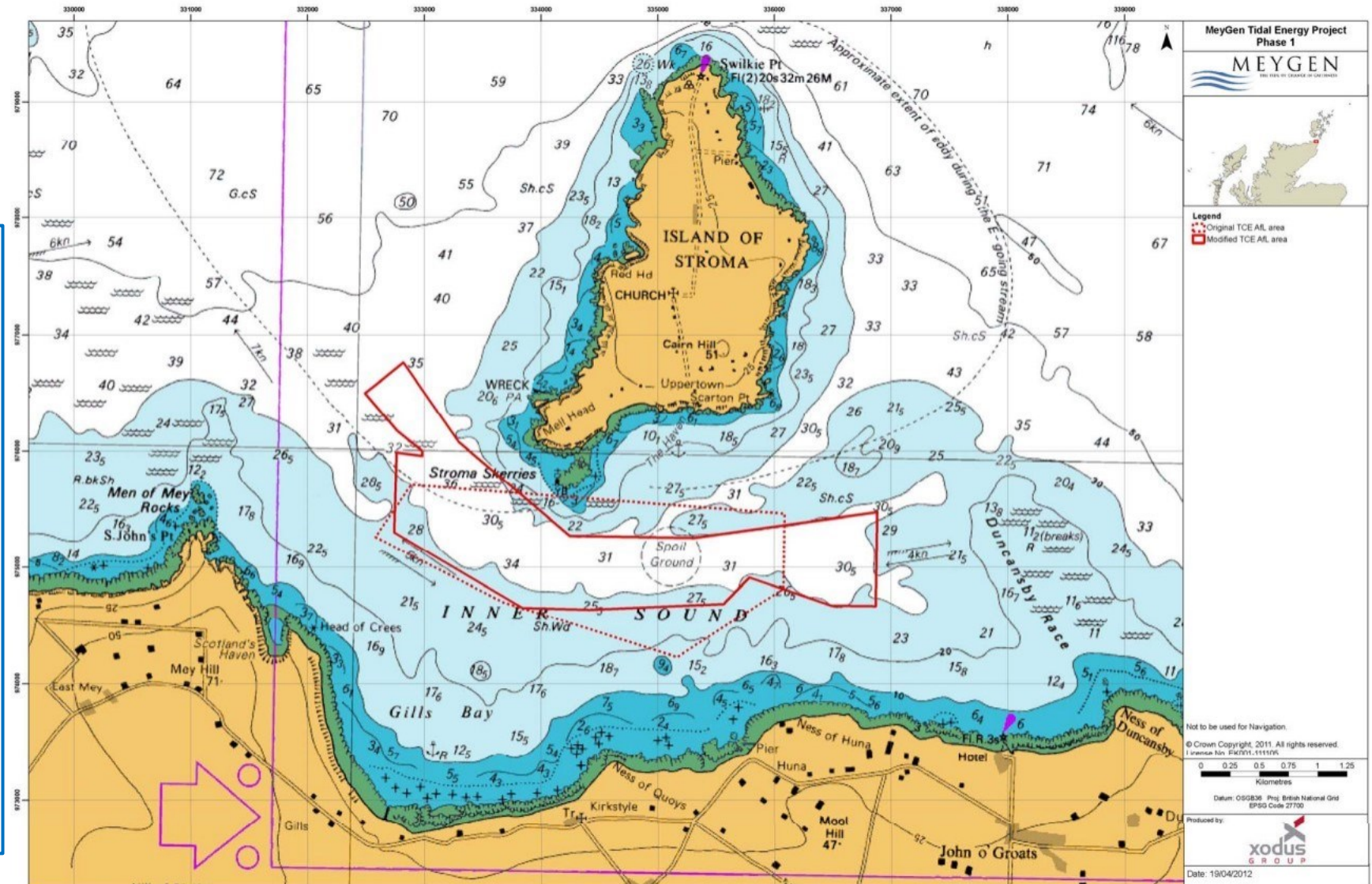
*Figura 2*

Raggiunto il livello massimo di riempimento del bacino, si aprono le paratie nel sistema a barriera della centrale (*figura 1*) e inizia il deflusso dell'acqua attraverso le turbine a bulbo (*figura 2*).  
La media di marea operativa della centrale è di 5,6 m.

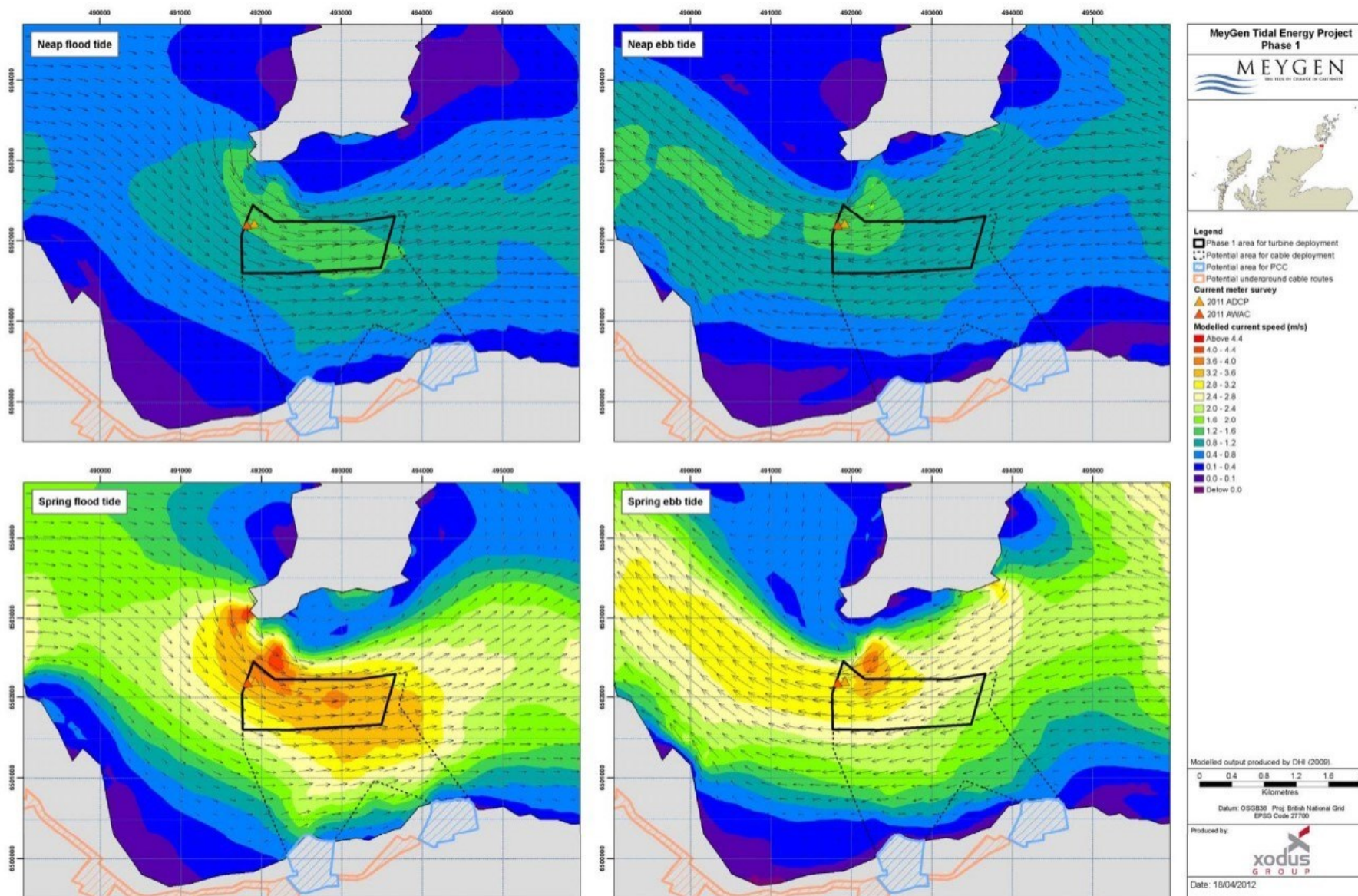


## PROGETTO MEYGEN

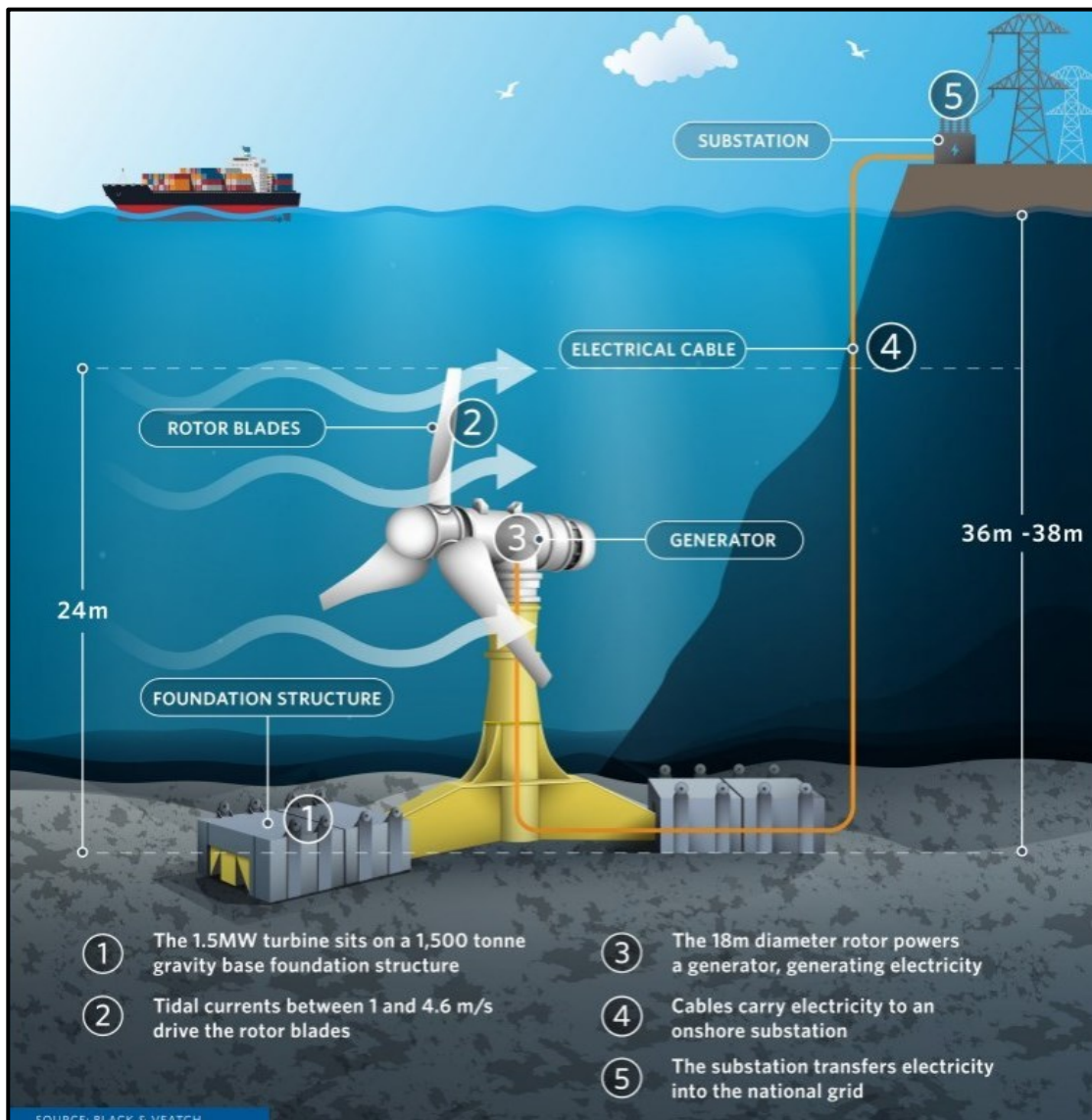
- Turbine sottomarine
- Progetto creato nel 2010
- Inizio dei lavori nel 2018
- Situato nello stretto del Pentland Firth (Scozia)
- Obiettivo finale: 298 MW di potenza installata
- Finanziamenti da parte del Regno Unito e della Commissione Europea











Il progetto è formato da 4 fasi:

**FASE 1)** 4 turbine sottomarine da 1,5 MW  
(totale 6 MW) →

**OPERATIVA**

MEYGEN PHASE 1A CHARACTERISTICS	VALUE
Installed capacity	6MW
Number of turbines in MeyGen Phase 1A	4
Contractual lifetime energy yield (95% availability and all system losses)	370,000 MWh <sup>6</sup>
Actual lifetime energy yield (95% availability and all system losses)	450,000 MWh <sup>7</sup>
Project Life	25 years
Contractual ( $C_p$ ) (all turbines)	0.38
Actual ( $C_p$ ) (all turbines)	0.41
Contractual capacity factor (100% availability at generator terminals, from Turbine Supply Agreements)	33%
Actual capacity factor (100% availability at generator terminals, from turbine supply agreements)	40%
Contractual capacity factor (95% availability and including all system losses, from turbine supply agreements)	28%
Actual capacity factor (95% availability and including all system losses, from turbine supply agreements)	34% <sup>8</sup>

**FASE 2)** Aggiunta di 28 MW →

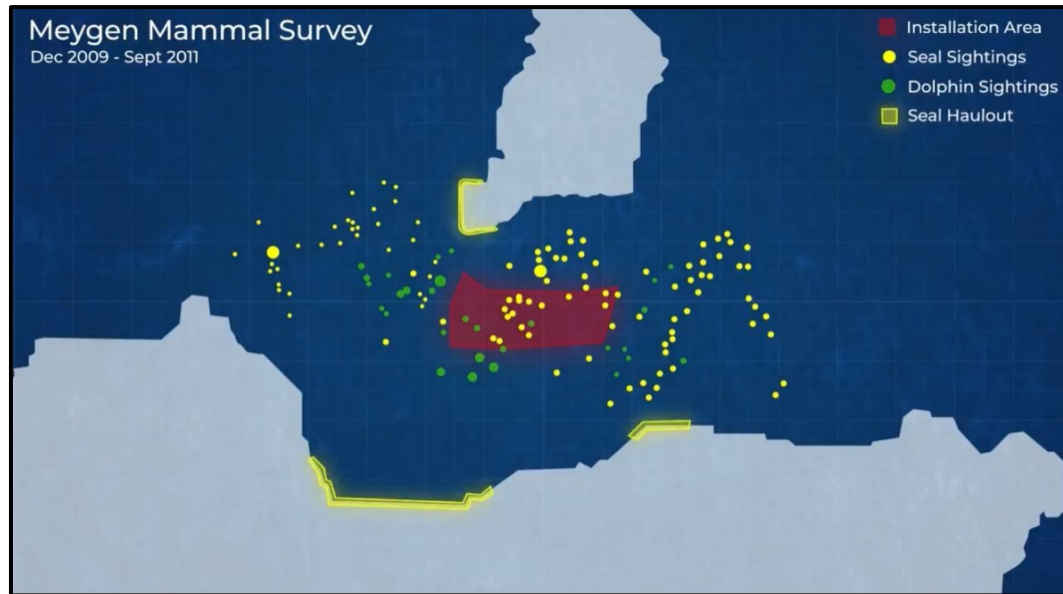
**FASE 3)** Aggiunta di 52 MW →

**FASE 4)** Aggiunta di 312 MW →

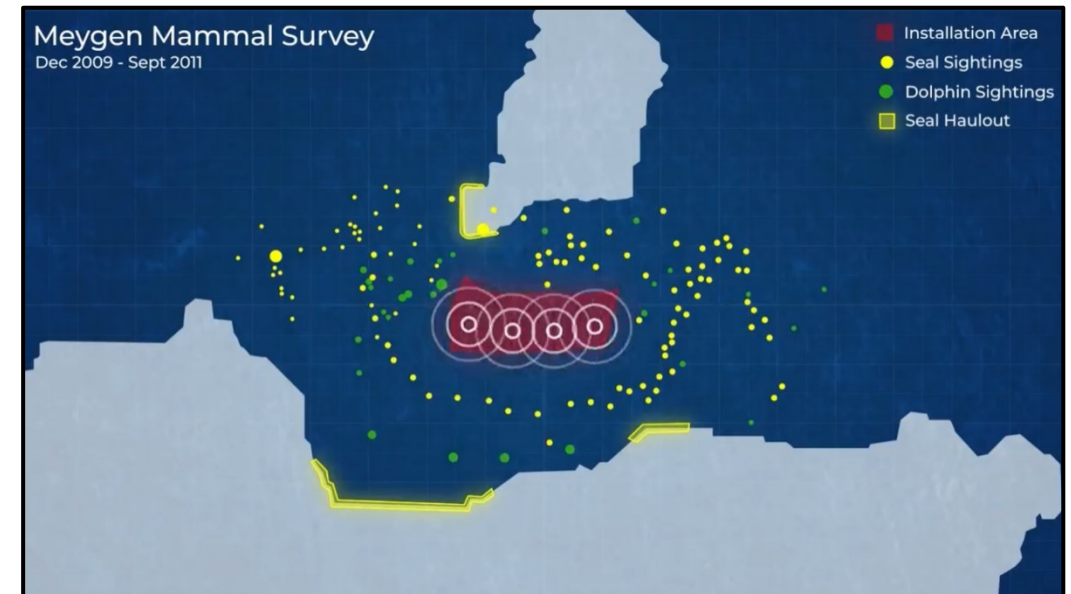
**SVILUPPO**

**PIANIFICAZIONE**

**398 MW TOTALI**



*Figura 3*



*Figura 4*

Un'indagine svolta nel sito del progetto MeyGen dimostra che, nonostante la numerosa presenza di mammiferi marini (*figura 3*), questi restano ad almeno 1 km di distanza dalle turbine sottomarine (*figura 4*). Ciò è causato in primo luogo dalla loro forte sensibilità al rumore proveniente dalle pale delle turbine e in secondo luogo dalle forti correnti presenti nella zona che rendono loro difficile nuotare.



VANTAGGI	SVANTAGGI
ENERGIA RINNOVABILE	COSTI
PREVEDIBILITÀ	DANNI ALL'ECOSISTEMA LOCALE
IMPATTO AMBIENTALE (no CO <sub>2</sub> )	OSTILITÀ DELL'ACQUA
ASSENZA DI INQUINAMENTO VISIVO*	NECESSITÀ DI FORTI CORRENTI DI MAREA*

\*Nel caso di idrogeneratori (turbine sottomarine)

L'Energia Mareomotrice rappresenta una fonte energetica rinnovabile ad oggi ancora molto costosa, ma con ampi margini di miglioramento.

La sua prevedibilità, l'efficienza nella generazione elettrica e la bassa emissione di gas serra la rendono una soluzione promettente per affrontare le sfide legate al cambiamento climatico e alla crescente domanda di energia mondiale.

Con nuove ricerche, sviluppi delle tecnologie e investimenti mirati, questo settore può diventare una componente cruciale del futuro energetico sostenibile.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**

Tutor universitario: *Prof. Manuela Campanale*

Laureando: *Francesco Margutti*