

Capitolato tecnico PeWEC

INDICE

SEZIONE A.	3
1.0 SOMMARIO e output da produrre	3
2.0 ACRONIMI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI	5
3.0 ASPETTI GENERALI	6
3.1 Descrizione Generale	6
3.2 PeWEC Tecnologia e Principio di funzionamento	6
3.3 Criteri Generali di Progettazione	8
3.4 Certificazione del progetto	8
3.5 Condizioni Operative Ambientali degli Spazi Interni	8
4.0 SCAFO	10
4.1 Dimensioni dello Scafo	11
4.2 Descrizione dello Scafo	15
4.3 Criteri di Progettazione dello Scafo	15
5.0 PENDOLO	16
5.1 Descrizione del Pendolo	16
5.2 Progettazione del pendolo	17
5.3 Scelta dei cuscinetti	18
6.0 SISTEMA ELETTRICO	19
6.1 Descrizione del Sistema Elettrico	19
6.2 Progettazione Elettrica	21
7.0 SISTEMI DI CONTROLLO E COMUNICAZIONE	22
7.1 Descrizione del Sistema di Controllo	22
7.2 Design del Sistema di Controllo	23
7.3 Descrizione del Sistema di Comunicazione	24
7.4 Design del Sistema di Comunicazione	24
7.5 Archiviazione dati, HMI e videosorveglianza in tempo reale	24
8.0 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO	26
9.0 SISTEMA DI ORMEGGIO	27
9.1 Descrizione Sistema di Ormeggio	27
9.2 Progettazione del Sistema di Ormeggio	28
9.3 Caratteristiche del Sito d'installazione	29
9.3.1 Caratteristiche del suolo del fondale marino	29
9.3.2 Batimetria	29
9.3.3 Onda	29
9.3.4 Corrente	30
9.3.5 Vento	31
9.4 Smorzamento Viscoso	31
10.0 DESCRIZIONE SITO D'INSTALLAZIONE	32

11.0	PIANO DI COMUNICAZIONE	34
12.0	MODIFICHE SPECIFICHE PROGETTUALI.....	34
13.0	SCADENZE DEI DELIVERABLE	34
14.0	APPENDICE 1.....	36
SEZIONE B.	37
1.0	CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELL'OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA	37

SEZIONE A.

1.0 SOMMARIO E OUTPUT DA PRODURRE

Lo scopo del presente documento è quello di fornire una descrizione generale del dispositivo PeWEC, dei sistemi/sottosistemi e dei componenti principali del PeWEC, un convertitore di energia da moto ondoso. Il presente documento vuole inoltre stabilire i criteri e i requisiti di progettazione da applicare e rispettare sia in fase di progettazione del dispositivo sia dei sistemi/sottosistemi e dei componenti principali di questo.

Al contraente è richiesta, oltre alla progettazione del prototipo, la fornitura/elaborazione dei seguenti dati:

1. Dati sito di installazione: coordinate geografiche, batimetria, tipologia fondale
2. Dati meteomarini: onde, vento, corrente
3. Storie temporali della dinamica e dei carichi dimensionanti del sistema: moti scafo e pendolo, coppia/velocità del generatore, carichi aventi sui cuscinetti ecc.

Come specificato nel presente capitolato, alcuni componenti rilevanti del sistema sono selezionati come il generatore elettrico, riduttore, hardware di controllo ecc.

Costituisce obbligo contrattuale la produzione dei seguenti documenti:

1 PEWEC-DWG-01 General - PEWEC General Arrangement Drawing

- Messa in tavola del sistema PeWEC completo di accessori e allestimenti.

2 PEWEC-DWG-02 Mechanical - Pendulum Unit Assembly & Detail Drawings

- Messa in tavola dei componenti relativi al sistema pendolo.

3 PEWEC-DWG-03 Auxiliary - Cooling System P&ID

- Messa in tavola funzionale del sistema di raffreddamento.

4 PEWEC-DWG-04 Naval & Offshore - Bilge System Functional Scheme

- Messa in tavola dello scafo con rappresentazione della pompa di sentina.

5 PEWEC-DWG-05 Electrical, Instrumentation & Control - Single Line Diagram

- Schema unifilare del sistema elettrico e strumentazione.

6 PEWEC-DWG-06 Electrical, Instrumentation & Control - Multi Line Diagram

- Schema multifilare del sistema elettrico e strumentazione.

7 PEWEC-DWG-07 Electrical, Instrumentation & Control - Main Cable Routing

- Schema di cablaggio e passaggio cavi.

8 PEWEC-DWG-08 Electrical, Instrumentation & Control - Cabinet Layout

- Layout disposizione componenti interni ai quadri.

9 PEWEC-DWG-09 Naval & Offshore - Structural Scantling Plan

- Messa in tavola del piano dei ferri dello scafo.

10 PEWEC-DWG-10 Naval & Offshore - Mooring Lay-out Drawing

- Messa in tavola del sistema di ormeggio.

11 PEWEC-DWG-09 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation System Block Diagram

- Schema a blocchi funzionale del sistema elettrico e controllo.

12 PEWEC-DWG-10 Naval & Offshore - Towing Arrangement Plan

- Piano di rimorchio.

13 PEWEC-LIS-01 General - Engineering Deliverables List

- Lista di documenti da presentare.

14 PEWEC-LIS-02 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical Equipment List

- Distinta componenti elettrica.

15 PEWEC-LIS-03 Electrical, Instrumentation & Control - Main Cable List

- Distinta cavi per cablaggio componenti.

16 PEWEC-LIS-04 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation Equipment List

- Distinta componenti controllo e comunicazione.

17 PEWEC-LIS-05 Auxiliary - Cooling System Equipment List

- Distinta componenti sistema di raffreddamento e lubrificazione.

18 PEWEC-LIS-05 Naval & Offshore - Mooring Equipment List

- Distinta componenti sistema di ormeggio.

19 PEWEC-PRO-01 General - PEWEC FAT

- Verifica conformità specifiche prodotto.

20 PEWEC-REP-01 Electrical, Instrumentation & Control - Control Logics, Communication System & Instrumentation Functional Description

- Descrizione logiche di controllo e sistema di comunicazione.

21 PEWEC-REP-02 Electrical, Instrumentation & Control – Electrical Design Report

- Documento di progettazione elettrico.

22 PEWEC-REP-03 Naval & Offshore - Hull Stability Assessment Report

- Verifica della stabilità dello scafo.

23 PEWEC-REP-04 Naval & Offshore – Mooring System Design Report

- Documento di progettazione sistema di ormeggio.

24 PEWEC-REP-05 Mechanical - Pendulum Unit Design Report

- Documento di progettazione meccanica.

25 PEWEC-SPC-01 General - PEWEC General Specification

- Descrizione generale del sistema PeWEC e delle sue caratteristiche.

26 PEWEC-SPC-02 Mechanical - Pendulum Unit Design Specification

- Specifiche di costruzione del sistema pendolo.

27 PEWEC-SPC-03 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical System Supply Specification

- Specifiche per fornitura sistema elettrico.

28 PEWEC-SPC-04 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation System Supply Specification

- Specifiche per fornitura sistema di controllo e comunicazione.

29 PEWEC-SPC-05 Auxiliary - Cooling System Supply Specification

- Specifiche per fornitura sistema di raffreddamento e lubrificazione.

30 PEWEC-SPC-06 Naval & Offshore - Hull Supply Specification

- Specifiche per fornitura sistema scafo.

31 PEWEC-SPC-07 Naval & Offshore - Mooring System Supply Specification

- Specifiche per fornitura sistema di ormeggio.

32 PEWEC-SPC-08 Electrical, Instrumentation & Control - Cabling Technical Specification

- Specifiche di cablaggio.

33 PEWEC-TDS-01 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical Equipment Data Sheets

- Schede tecniche componenti elettrici principali.

34 PEWEC-TDS-02 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation Equipment Data Sheets

- Schede tecniche componenti di controllo, comunicazione e strumentazione.

35 PEWEC-TDS-03 Auxiliary - Cooling System Equipment Data Sheets

- Schede tecniche impianto di raffreddamento e lubrificazione.

36 PEWEC-TDS-04 Mechanical - Mechanical Equipment Data Sheets

- Schede tecniche del sistema meccanico.

In base al successivo art.11, il contraente è tenuto a produrre periodicamente lo stato di avanzamento del singo documento alla stazione appaltante.

2.0 ACRONIMI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

AFE	Active Front End
CA	Certifying Authority
EMS	Electrical Management System
FEM	Finite Element Method
HMI	Human-Machine Interface
IMU	Inertial Measurement Unit
LV	Low Voltage
PC	Personal Computer
PeWEC	Pendulum Wave Energy Converter
PTO	Power Take Off
RP	Return Period
WEC	Wave Energy Converter
SSC	Sistema di Supervisione e Controllo

3.0 ASPETTI GENERALI

3.1 Descrizione Generale

Il convertitore di energia da moto ondoso PeWEC (Pendulum Wave Energy Converter) è costituito da uno scafo a tenuta stagna, ancorato al fondale marino tramite un sistema di ormeggio, che contiene a bordo i seguenti componenti, appartenenti ai relativi sistemi meccanici, elettrici, di controllo e di comunicazione:

- sistema scafo
- n. 1 unità pendolo, composta da pendolo, struttura di supporto, albero, cuscinetti, riduttore e motore elettrico (generatore);
- sistemi elettrici principali: condensatori, batterie, resistenze di dissipazione, quadri elettrici;
- sistemi ausiliari: sistema di controllo, sistema di comunicazione, sistema di raffreddamento, pannelli fotovoltaici.
- sistema di ormeggio: ancore, catenarie, galleggianti sommersi, elementi di connessione

In Figura 1 è mostrato il layout generale della linea di produzione di energia elettrica del device con l'indicazione dei principali componenti:

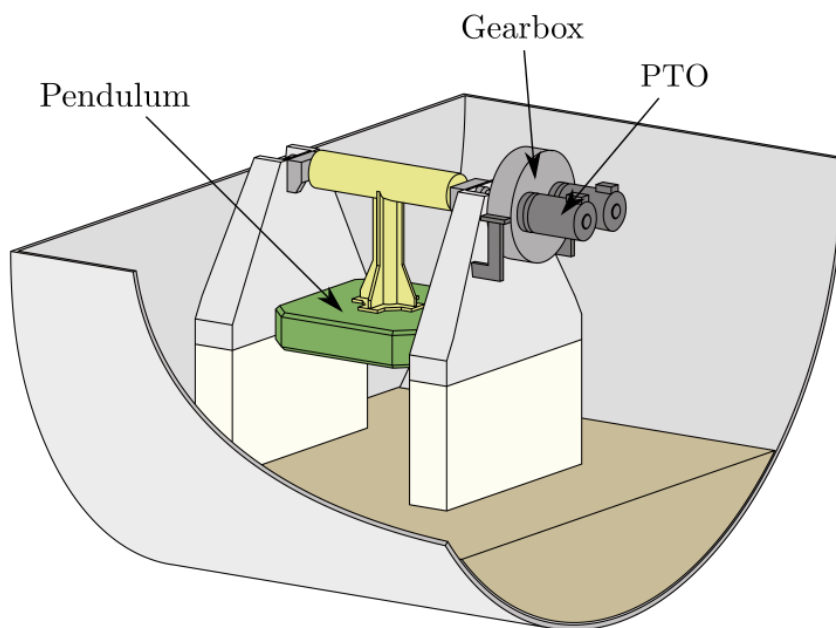


Figura 1 PeWEC – Immagine rappresentativa del dispositivo

Tutti i componenti elettromeccanici e ausiliari devono essere racchiusi all'interno dello scafo in modo tale da essere protetti dall'ambiente marino ostile. La scelta di una configurazione di questo tipo, detto "fully-enclosed", ha il vantaggio di richiedere una manutenzione ridotta grazie ad una maggiore affidabilità del sistema (nessun elemento di conversione a contatto con l'acqua).

3.2 PeWEC Tecnologia e Principio di funzionamento

La tecnologia PeWEC, sviluppata dal MOREnergy Lab del Politecnico di Torino in collaborazione con ENEA, basa il suo funzionamento sullo sfruttamento del moto indotto sul pendolo dall'oscillazione dello scafo che a sua volta è messo in movimento dal moto ondoso stesso.

L'energia elettrica viene raccolta attraverso un Power Take Off (PTO), costituito da un generatore elettrico a magneti permanenti (PMSM) e riduttore meccanico, che frena la rotazione di un albero (solidale alla cerniera

del pendolo), causata dalle oscillazioni del pendolo indotte dal beccheggio dello scafo. Una logica di controllo del generatore (controllo in coppia) è prevista al fine di adeguare le sue condizioni di lavoro con il tipo di onde in arrivo e ottimizzare le prestazioni di estrazione di energia. Questo avviene grazie ad una ottimizzazione di tali condizioni, ad un adeguato sistema di controllo e all'algoritmo di previsione delle onde. Per un corretto funzionamento della macchina, è essenziale che i parametri geometrici ed inerziali del dispositivo siano garantiti durante le fasi di progettazione e realizzazione del prototipo.

Le successive immagini schematizzano il dispositivo e ne sintetizzano il suo principio di funzionamento.

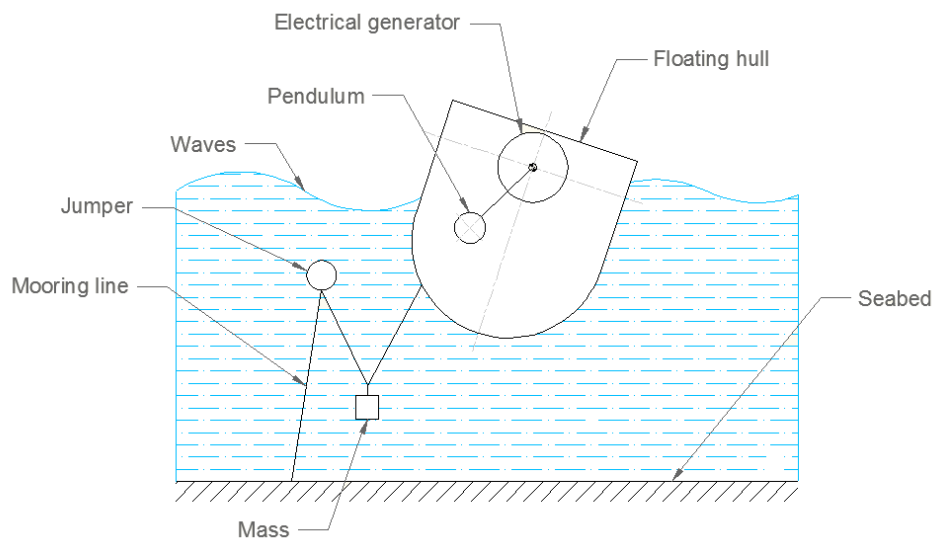


Figura 2 PeWEC – Rappresentazione schematica

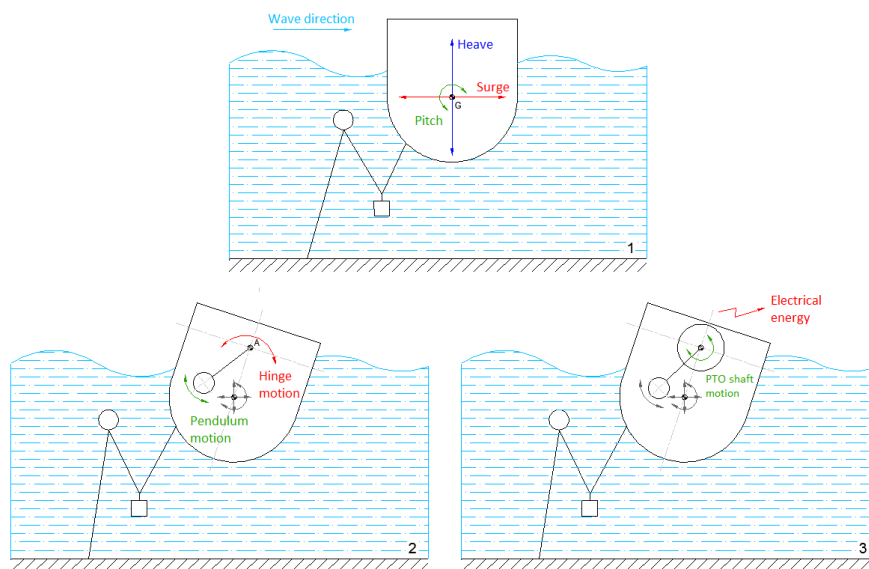


Figura 3 PeWEC – Principio di funzionamento

In Figura 4 si possono inoltre evidenziare i seguenti gradi di libertà (GDL):

- z_1 – heave/sussulto dello scafo;
- x_1 – surge/avanzamento dello scafo;
- δ – pitch/beccheggio dello scafo;
- ε – rotazione attorno all'asse della cerniera del pendolo.

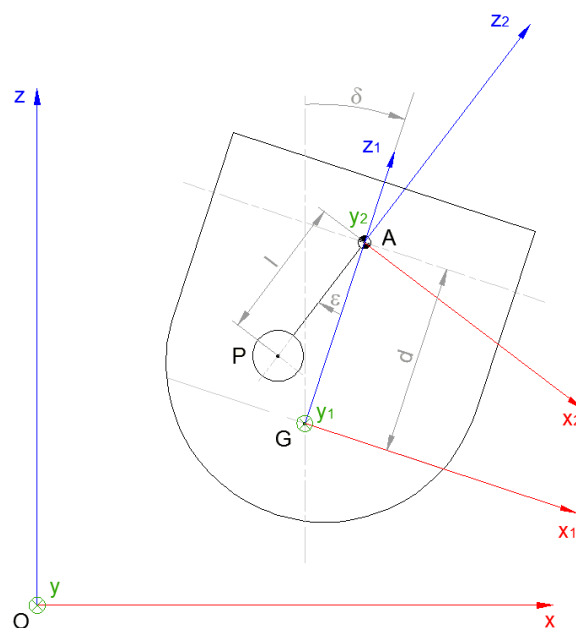


Figura 4 PeWEC – Sistema di riferimento

L'elettricità prodotta è gestita dal sistema elettrico di bordo. Il sistema è composto principalmente da un DC bus, supercondensatori, batterie. Per il dispositivo oggetto di questo progetto, l'elettricità prodotta in eccesso dovrà essere poi dissipata tramite un sistema costituito da un banco resistenze. Non è previsto il collegamento a rete del prototipo, ma la progettazione deve prevederne la predisposizione inclusa l'interfaccia di collegamento elettrico allo scafo.

3.3 Criteri Generali di Progettazione

Il dispositivo PeWEC e il suo sistema di ormeggio devono essere progettati per un'aspettativa di vita utile della **durata minima di 3 anni**, periodo di tempo previsto per i test del prototipo. Il dispositivo PeWEC deve essere progettato in modo tale da garantire la stallabilità delle apparecchiature di bordo e massimizzarne l'efficienza di manutenzione. Il ponte superiore dello scafo dovrà essere dotato di una grande apertura tale da consentire l'installazione e la rimozione del gruppo pendolo, e di due aperture più piccole per garantire l'accesso del personale tramite scale. Il dispositivo PeWEC dovrà essere mantenuto in posizione grazie a un sistema di ormeggio di tipo "spread" monodirezionale. La progettazione del dispositivo PeWEC deve basarsi sullo scenario operativo descritto nel paragrafo 11.0. I requisiti minimi e le linee guida per la movimentazione, l'installazione e la manutenzione dovranno essere inclusi nelle relazioni di progettazione dei sottosistemi pertinenti.

Gli elaborati costituenti la progettazione del prototipo devono essere conformi ai requisiti, criteri e indirizzi per la progettazione indicati nelle specifiche del presente documento e rappresentare quanto necessario per la successiva costruzione del prototipo.

3.4 Certificazione del progetto

Gli adempimenti tecnici e giuridici per l'ottenimento della certificazione sono a carico del soggetto appaltatore; tutti i costi a essa relativi sono inclusi nell'importo dell'appalto.

3.5 Condizioni Operative Ambientali degli Spazi Interni

Le condizioni operative ambientali all'interno della sala apparecchiature principali del dispositivo PeWEC sono le seguenti:

- Temperatura dell'ambiente: 15 °C (min) - 30 °C (max)
- Umidità relativa: 70% (min) - 85% (max)

Tutti gli equipaggiamenti che dovranno essere installati all'interno dello scafo del dispositivo dovranno essere progettati per il funzionamento a queste specifiche condizioni operative.

4.0 SCAFO

Lo scafo è un'opera di carpenteria navale e deve essere realizzato in acciaio, successivamente verniciato, progettato secondo normativa per resistere ai carichi massimi generati in qualsiasi condizione, compresi quelli trasmessi dal sistema di ormeggio e dalle attrezzature ospitate, quando esposti all'accelerazione indotta dal moto ondoso.

Lo scafo deve prevedere all'interno un interfaccia di collegamento per l'unità di conversione pendolo (progettato adeguatamente per supportare i carichi) e deve prevedere un apertura sulla coperta per la corretta installazione dei vari sistemi (unità pendolo, quadri elettrici). Devono essere previsti come da disegno preliminare due gavoni a poppa e prua per la locazione della zavorra. Deve essere inoltre dotato di tutti gli elementi di sicurezza e accesso per gli operatori per il montaggio e manutenzione del sistema.

In Figura 5, Figura 6 e Figura 7 è riportata una prima rappresentazione dello scafo, da considerarsi come preliminare e indicativa. Le immagini hanno come scopo la descrizione del layout previsto del dispositivo, le geometrie, i componenti e relativi ingombri.

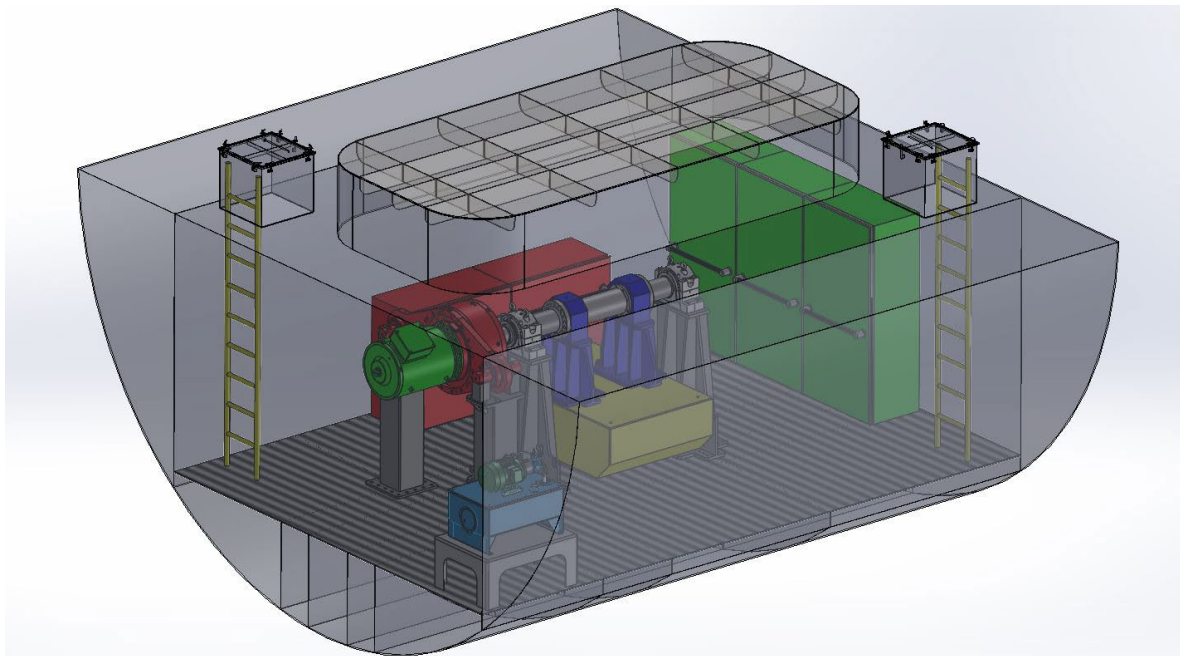


Figura 5 PeWEC – Rappresentazione preliminare del PeWEC, vista assonometrica

Nelle immagini sono riportati i diversi componenti con colori differenti, da ognuna delle viste si possono notare: lo scafo con i due gavoni per le zavorre laterali, l'unità pendolo, gli armadi elettrici (in verde), il sistema per il raffreddamento del generatore, i due accessi dal ponte principale con le relative scale e infine la sovrastruttura dalla coperta necessaria a creare lo spazio per un eventuale completa rotazione del pendolo. Ques'ultima è posta in evidenza nella vista frontale in Figura 7.

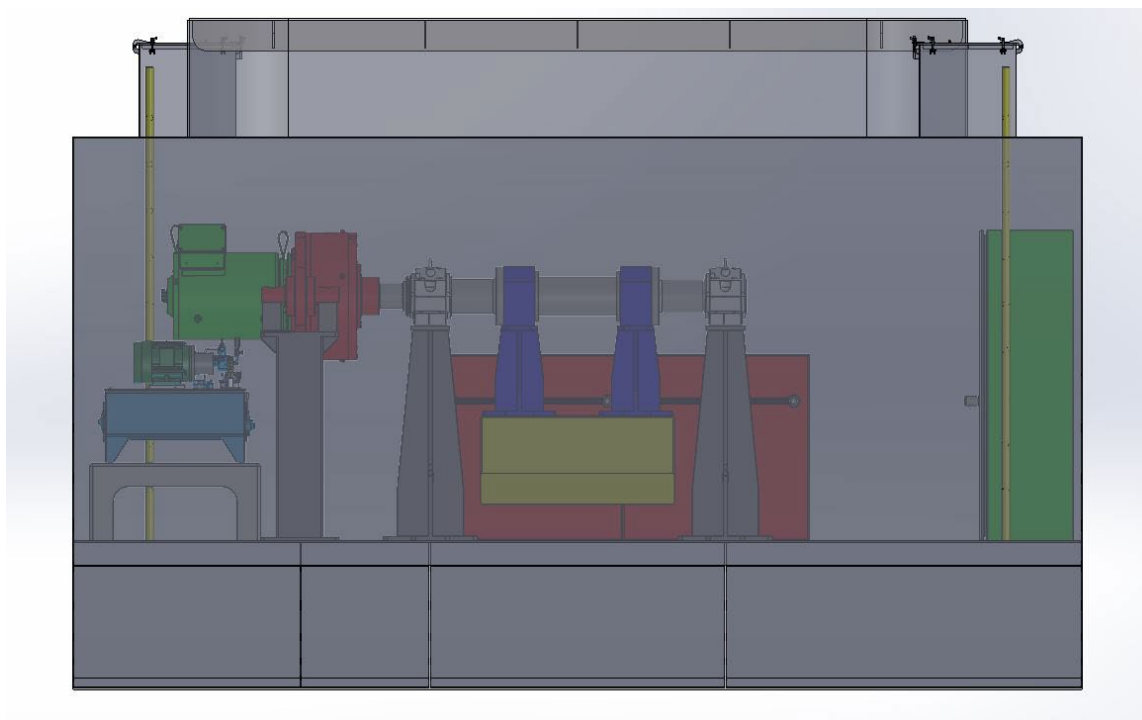


Figura 6 PeWEC – Rappresentazione preliminare del dispositivo, vista laterale

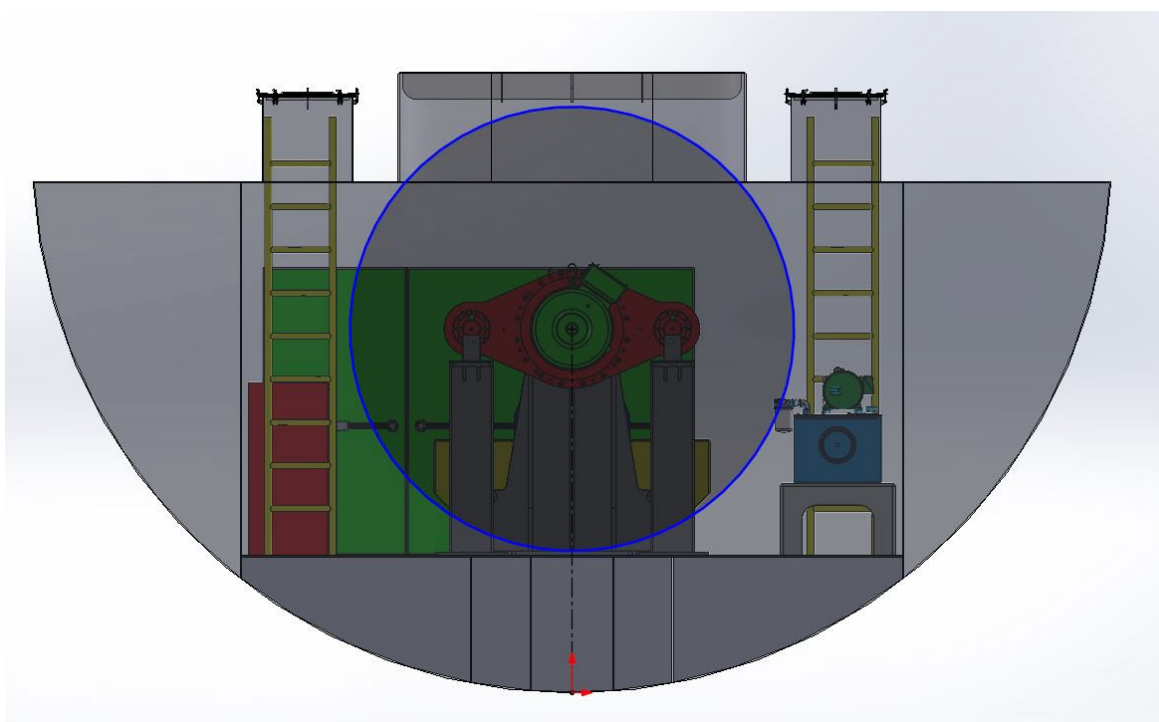


Figura 7 PeWEC – Rappresentazione preliminare del dispositivo, vista frontale

4.1 Dimensioni dello Scafo

Nella Tabella 1 sono riassunte le dimensioni ed i parametri relativi al sistema scafo, questi dati includono le dimensioni dello scafo (lunghezza, larghezza e altezza), la curvatura dello stesso, il pescaggio, le coordinate del centro di gravità del dispositivo e il momento d'inerzia a beccheggio. Questi vincoli devono essere rispettati per un corretto funzionamento di PeWEC. Sono riportate le stime preliminari delle masse dello scafo, unità

pendolo e zavorre. È essenziale che i valori geometrici dello scafo, inerzie, CoG, posizione del fulcro del pendolo, siano garantiti durante la progettazione in quanto parametri che influenzano la dinamica della macchina.

Tabella 1 - Dimensioni e dati dello scafo

Simbolo	Descrizione	Unità di Misura	Valore
L	Lunghezza dello scafo	$[m]$	7.50
W	Larghezza dello scafo	$[m]$	6.50
H	Altezza dello scafo (coperta-chiglia)	$[m]$	3.56
h	Curvatura dello scafo	$[\backslash]$	3.75
D	Pescaggio a pieno carico	$[m]$	2.49
COG_{WL}	Coordinate Centro di Gravità del Dispositivo rispetto alla linea d'acqua	$[m]$	$[0; 0; -0.257]$
COG_{keel}	Coordinate Centro di Gravità del Dispositivo rispetto alla chiglia	$[m]$	$[0; 0; +2.238]$
$I_{yy-pitch}$	Momento d'inerzia a Pitch del dispositivo rispetto al COG	$[kgm^2]$	$6.096 * 10^5$
$I_{xx-roll}$	Momento d'inerzia a Roll del dispositivo rispetto al COG	$[kgm^2]$	$3.711 * 10^5$
I_{zz-yaw}	Momento d'inerzia a Yaw del dispositivo rispetto al COG	$[kgm^2]$	$8.287 * 10^5$
m_d	Massa displacement	$[t]$	85.7
m_{hull}	Massa scafo (stima preliminare)	$[t]$	22.6
$m_{ballast,1}$	Massa zavorra n.1 (stima preliminare)	$[t]$	24
$m_{ballast,2}$	Massa zavorra n.2 (stima preliminare)	$[t]$	24
m_{unit}	Massa unità pendolo (stima preliminare)	$[t]$	15,1
z_{fulcro}	Coordinata z del fulcro del pendolo (rispetto alla coperta)	$[m]$	-1,03
H_{sc}	Altezza della sovracoperta (stima preliminare)	$[m]$	0.73

La chiglia dello scafo è costruita a partire da una circonferenza di raggio 3.75 $[m]$ e l'altezza dello scafo (chiglia-coperta) è di 3.56 $[m]$ come mostrato in Figura 10 che riporta anche la posizione preliminare delle paratie dei gavoni di poppa e prua (zavorra sabbia) e relativo centro di gravità.

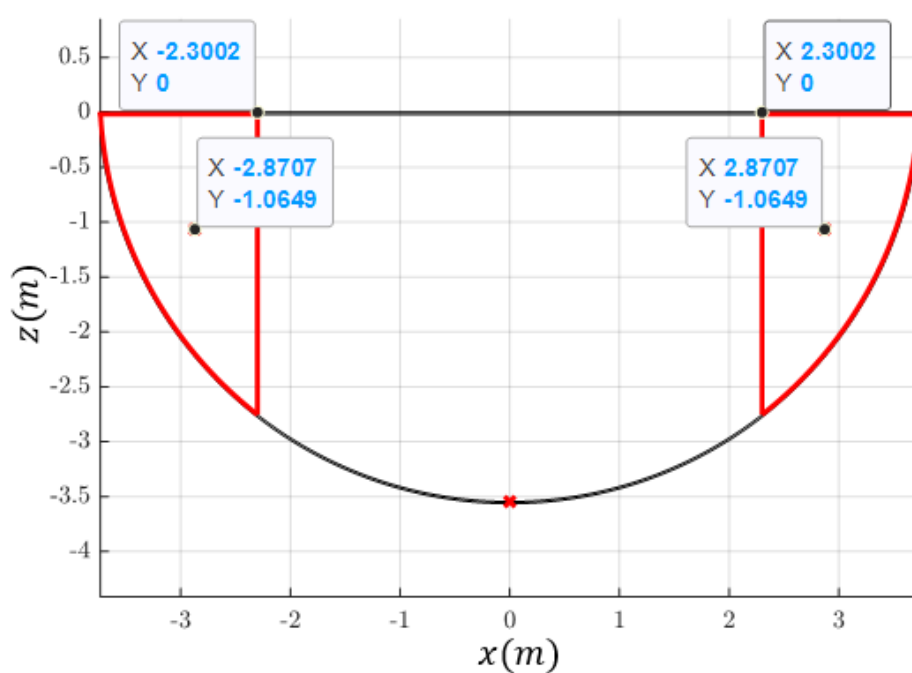
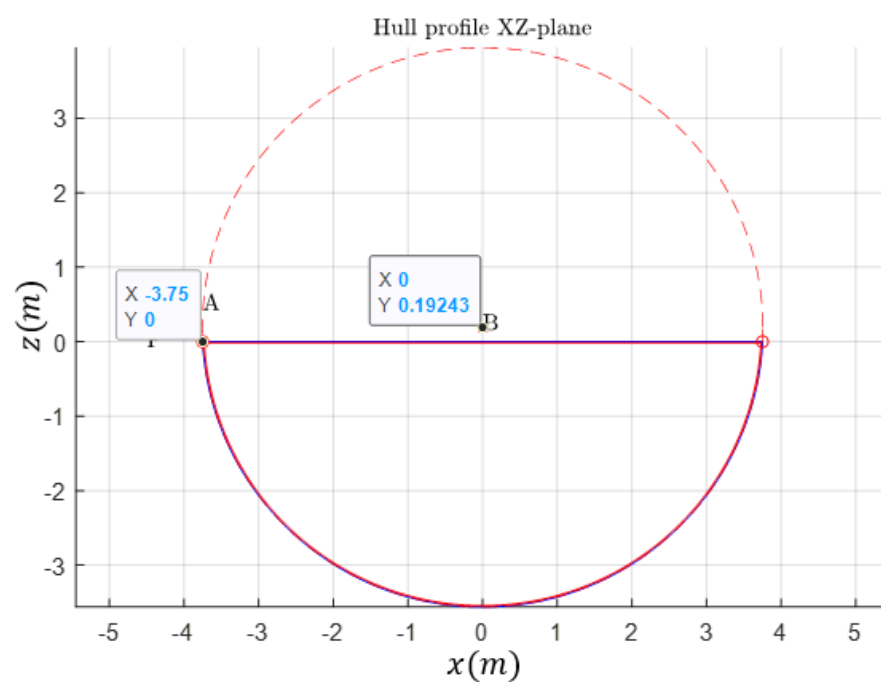


Figura 8 PeWEC – Sopra è riportato il profilo della chiglia dello scafo. Sotto la posizione preliminare delle paratie dei gavoni per le zavorre (sabbia) di poppa e prua e relativo centro di gravità

In Figura 9 è schematizzato l'ingombro in vista frontale dell'unità pendolo e delle zavorre. La posizione del fulcro del pendolo all'interno dello scafo e la sua distanza con il CoG del dispositivo sono valori di progetto essenziali da rispettare per il corretto funzionamento del sistema.

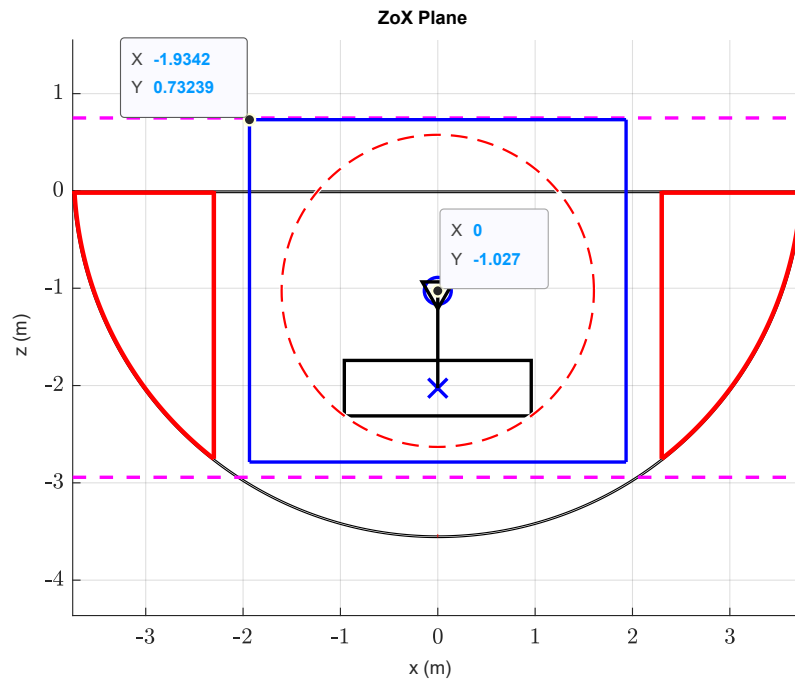


Figura 9 PeWEC – Vista laterale. In rosso è riportato l'ingombro delle zavorre. Il quadrato blu indica approssimativamente gli ingombri dell'unità pendolo e della sovracoperta. Col marker triangolo è indicato il fulcro del pendolo e sue coordinate.

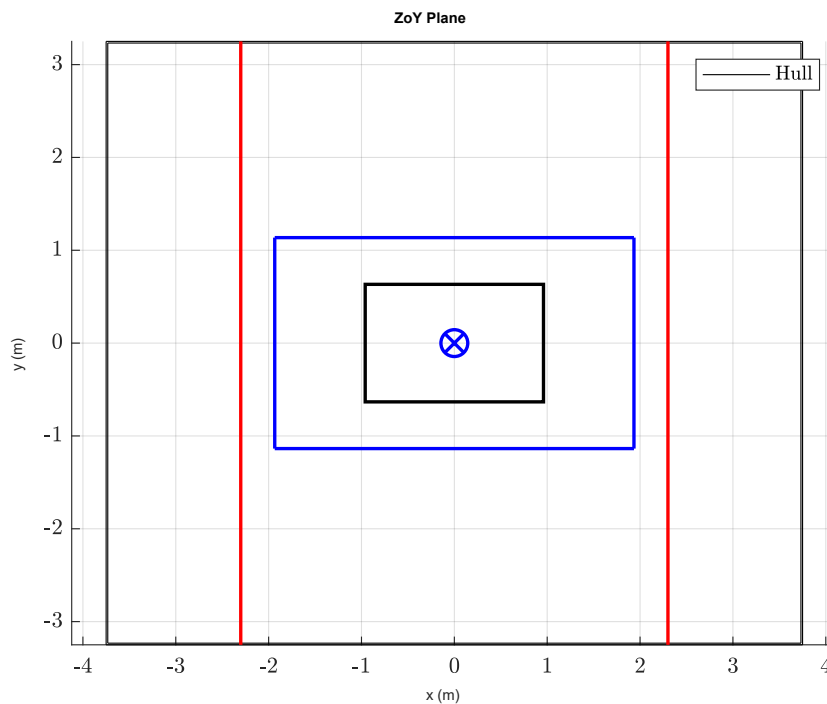


Figura 10 PeWEC - vista dall'alto. In rosso sono evidenziati ingombri della zavorra, in blu quelli dell'unità pendolo e in nero la massa del pendolo.

4.2 Descrizione dello Scafo

Lo scafo deve essere dotato di:

- Una sovrastruttura rispetto alla quota di coperta per permettere un eventuale rotazione completa del pendolo (vedi Figura 7 e Figura 9);
- Due compartimenti di zavorra (uno nella prua e uno nella poppa) per ospitare la quantità richiesta di zavorra sabbia;
- Una grande apertura sul ponte superiore, allo scopo di consentire l'installazione e la rimozione dell'insieme del pendolo e dei relativi sistemi di alimentazione e controllo. Questa apertura dev'essere dotata di coperchi metallici a vite, i quali vengono utilizzati anche per supportare i pannelli fotovoltaici;
- Due accessi per il personale dal ponte superiore al compartimento delle attrezzature all'interno dello scafo, tramite scale metalliche. Le aperture di accesso sono dotate di botole per consentire un'apertura e chiusura rapide;
- Quattro cubie per il passaggio delle linee di ormeggio dal ponte alla parte inferiore dello scafo. Le cubie passeranno attraverso i gavoni di zavorra di poppa e prua;
- Dispositivi di fissaggio per l'ormeggio sulla coperta (ad esempio tramite perno);
- Bitte di piccole dimensioni sul ponte per consentire l'ormeggio e il traino in banchina;
- Pavimento in grigliato nella parte accessibile del vano principale dell'apparecchiatura;
- Due impianti di sentina, uno manuale (costituito da n. 2 pompe a mano e n. 2 punti di aspirazione nel vano dell'equipaggiamento principale) e uno automatico (costituito da n. 2 elettropompe e n. 2 punti di aspirazione nel vano dell'equipaggiamento principale);
- Isolamento interno mediante isolamento anticondensa;
- Sistemi ausiliari per la navigazione da normativa IALA (luce di segnalazione e croce di Sant'Andrea);
- Tre antenne (GPS, wifi a corto raggio e ricevitore dell'ondametro);
- Corrimano di sicurezza lungo l'intero perimetro del ponte dello scafo, con due aperture per consentire l'imbarco del personale.
- All'interno dello scafo è necessario predisporre un'interfaccia strutturale per il basamento dell'unità pendolo;

4.3 Criteri di Progettazione dello Scafo

Opportune analisi strutturali mirate devono essere eseguite tenendo in considerazione i carichi massimi generati durante il sollevamento e le operazioni del dispositivo PeWEC. Tali verifiche devono essere eseguite come minimo sugli occhielli di sollevamento, sulla struttura di supporto del pendolo collegata allo scafo e sui punti di collegamento dell'ormeggio allo scafo.

Lo scafo dovrà essere provvisto di n. 4 punti di sollevamento dotati di golfari idonei a consentire il sollevamento del dispositivo con allestimento completo e zavorramento in sabbia.

Tutte le aperture dello scafo devono essere dotate di guarnizioni a tenuta stagna.

Lo scafo deve essere dotato di un sistema di protezione catodica adeguato all'ambiente di lavoro previsto.

5.0 PENDOLO

5.1 Descrizione del Pendolo

Come descritto al paragrafo 4.2 , la tecnologia PeWEC si basa su un'unità pendolo che costituisce il nucleo del dispositivo.

Tale sottoinsieme è composto dalle due seguenti parti principali:

- Una struttura di supporto (fondazione), collegata alle travi strutturali del fondo dello scafo, con lo scopo di sostenere il gruppo del pendolo e la parte statorica del generatore elettromagnetico e riduttore. La fondazione è dotata di punti di sollevamento per consentirne l'installazione e la rimozione dallo scafo.
- Il pendolo, che è collegato alla struttura di supporto per mezzo di due cuscinetti opportunamente scelti e dimensionati, consente l'oscillazione del pendolo creata dal moto ondoso. L'albero del pendolo è collegato da un lato al gruppo riduttore/generatore elettrico tramite giunto opportunamente dimensionato.

Anche per il pendolo, in Figura 11 e Figura 12 è riportata una prima rappresentazione preliminare dell'unità pendolo al fine di descriverne il layout, le geometrie, i componenti menzionati e relativi ingombri.

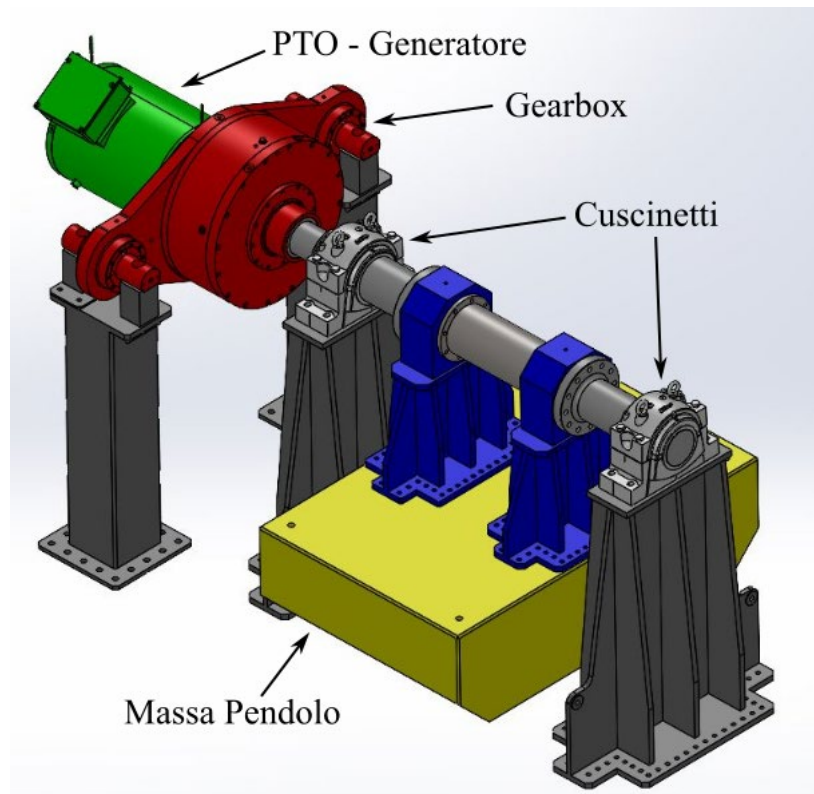


Figura 11 PeWEC- Rappresentazione generale dell'unità pendolo, vista assiometrica

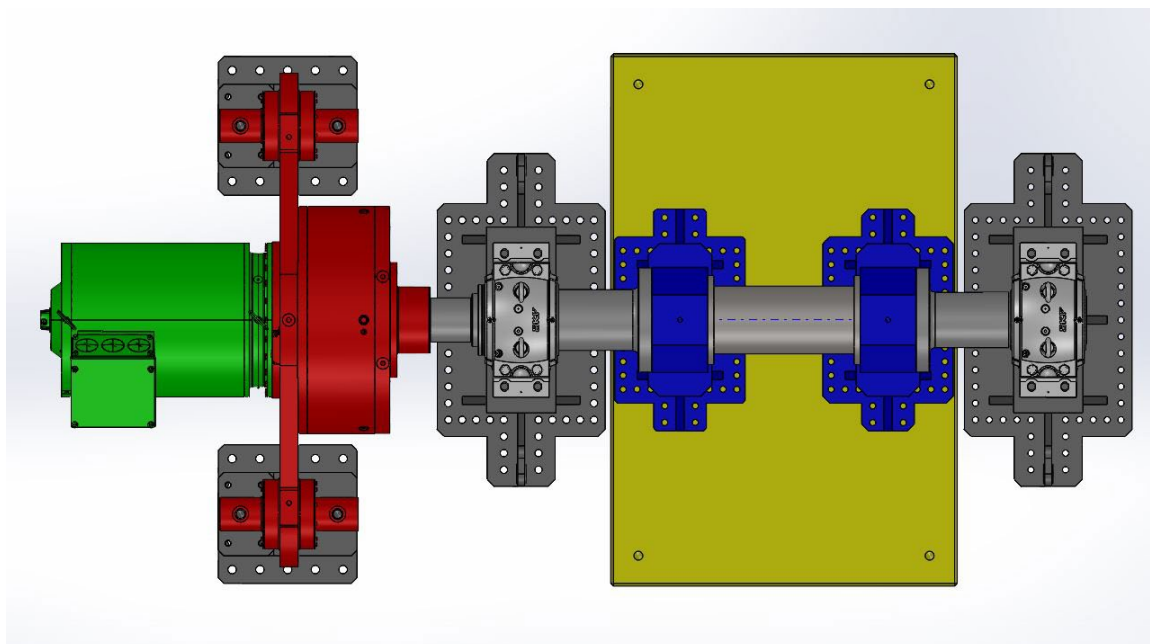


Figura 12 PeWEC - Rappresentazione generale dell'unità pendolo, vista dall'alto

5.2 Progettazione del pendolo

I parametri di progetto del pendolo sono ottenuti a valle di un processo di ottimizzazione e sono riassunti di seguito nella Tabella 2. Tali parametri sono le dimensioni geometriche, l'inerzia e la massa del pendolo ed i valori devono essere considerati come valori fissi. Le restanti caratteristiche progettuali sono derivate da questi parametri.

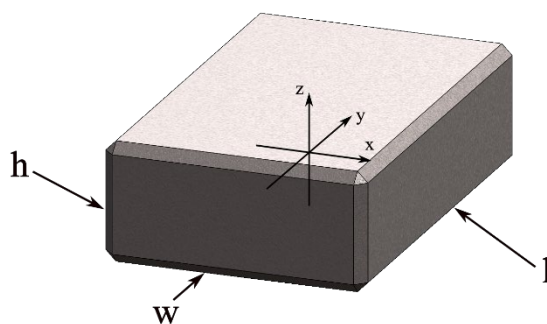


Figura 13 PeWEC – Geometria del pendolo

Tabella 2 – Caratteristiche del pendolo ottenute a valle dell'ottimizzazione preliminare

Simbolo	Descrizione	Unità di Misura	Valore
I_{yy-m_p}	Momento di inerzia attorno all'asse y della massa del pendolo	$[kgm^2]$	3612.51
m_p	Massa del pendolo	$[t]$	10.81
h	Altezza del pendolo	$[m]$	0.57
d_p	Lunghezza del pendolo (distanza fulcro – CoG pendolo)	$[m]$	1.00
l	Lunghezza del pendolo	$[m]$	1.27

w	Largezza del pendolo	$[m]$	1.92
$I_{\varepsilon-m_p}$	Momento di inerzia attorno all'asse ε della massa del pendolo	$[kgm^2]$	14420

5.3 Scelta dei cuscinetti

Al fine di assicurare il corretto funzionamento del dispositivo PeWEC, è richiesta una scelta adeguata dei cuscinetti in modo che rispettino sia verifica statica che a fatica. Per dimensionare correttamente i cuscinetti è necessario considerare sia i carichi statici che i carichi dinamici (sarà cura del contraente fornire le storie temporali necessarie).

Il carico statico dipende principalmente dal peso del pendolo, mentre le forze dinamiche dipendono dai moti scafo (a loro volta generati dalle condizioni dell'onda) e accelerazioni centrifughe del pendolo. I cuscinetti, come gli altri componenti strutturali del pendolo, dovranno essere dimensionati rispettando le necessarie condizioni di sicurezza sia in condizioni operative (produzione energia elettrica con PTO acceso), sia in condizioni estreme e di fault (onde estreme con PTO spento). È necessario effettuare l'analisi e verifica a fatica dei cuscinetti.

6.0 SISTEMA ELETTRICO

6.1 Descrizione del Sistema Elettrico

Il principale elemento di collegamento dell'impianto elettrico del PeWEC è il DC-BUS, un canale di alimentazione bipolare in corrente continua con tensione nominale di $570 \div 640 [V]$. I seguenti rami del sistema sono collegati in parallelo al DC-BUS:

- Generatore a magneti permanenti e relativo driver, atto a convertire l'energia meccanica del pendolo in energia elettrica;
- Sistema di batterie, che immagazzina l'energia elettrica prodotta (da generatore e fotovoltaico) (requisiti di progetto specificati in seguito);
- Super-condensatori, che assorbono i picchi di energia e limitano le fluttuazioni di tensione sul DC-BUS nei limiti ammissibili dei componenti installati sul DC-BUS (requisito di progetto)
- Sistema di dissipazione di potenza tramite resistenze che dissipano l'energia prodotta in eccesso nel caso in cui il sistema di batterie non sia in grado di immagazzinare ulteriore energia;
- Ausiliari DC [24 V], che alimentano le apparecchiature di controllo/comunicazione e i sensori (sistema ausiliario);
- Ausiliari AC, che alimentano le apparecchiature di raffreddamento;
- Impianto fotovoltaico, installato sulla coperta richiesti minimo 2 [kWp], ideali 3 [kWp] se lo spazio sulla coperta è sufficiente.

Durante la progettazione, le specifiche tecniche degli elementi sopra menzionati dovranno essere opportunamente dimensionate tali da permettere il corretto funzionamento del dispositivo. Il dimensionamento specifico delle batterie dovrà garantire l'avviabilità del sistema anche nella condizione di interruzione di energia elettrica prodotta dall'impianto PV per un periodo di 5 giorni. La Figura 14 mostra lo schema elettrico funzionale del dispositivo PeWEC.

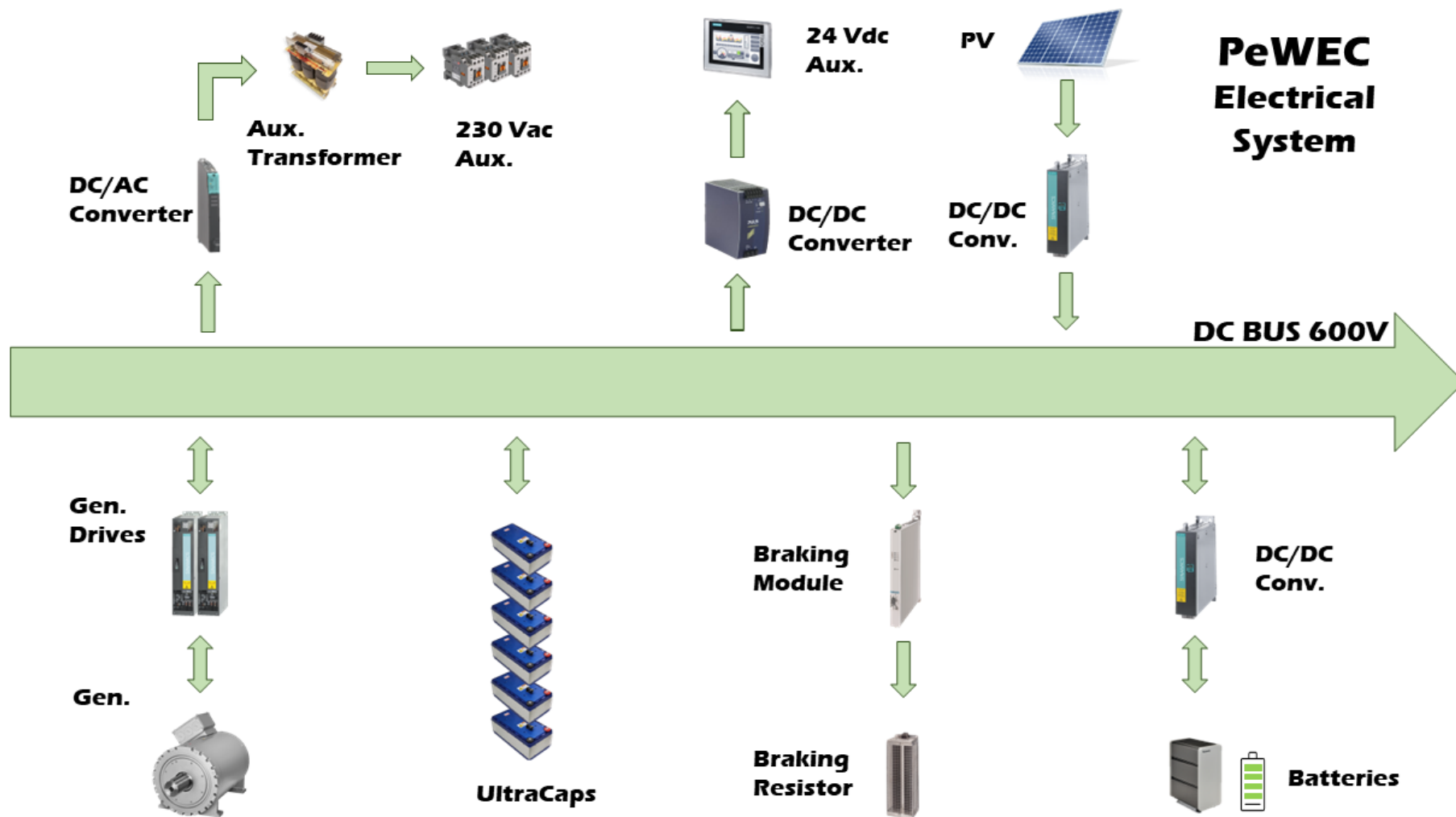


Figura 14 PeWEC - Schema funzionale elettrico

6.2 Progettazione Elettrica

I parametri di input per la progettazione elettrica sono riassunti nella seguente Tabella 3. Tali parametri sono i dati di targa relativi al generatore elettrico del device, corrispondenti ai valori di coppia nominale, velocità e potenza. Il generatore è selezionato, così come la tipologia del riduttore, e non possono essere variati durante la progettazione. Il generatore elettrico scelto in questa fase preliminare è un motore a magneti permanenti con raffreddamento ad acqua. I dati di targa sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3 – Dati generatore elettrico e riduttore meccanico

Descrizione	Unità di Misura	Valore
Electric motor (Siemens 1FW3283-2CE68-5AS0 opz. k40 SIMOTICS) – Coppia Nominale T_{0-PTO}	[Nm]	3500
Electric motor (Siemens 1FW3283-2CE68-5AS0 opz. k40 SIMOTICS) – Potenza Nominale P_{0-PTO}	[kW]	50
Electric motor (Siemens 1FW3283-2CE68-5AS0 opz. k40 SIMOTICS) – Velocità Nominale ω_{0-PTO}	[rpm]	140
Rapporto di trasmissione del riduttore (Desch Servox, singolo stadio, planetario)	[λ]	10

Il sistema di gestione elettrica del dispositivo PeWEC deve includere le principali apparecchiature elettriche adatte al funzionamento del sistema.

Il dispositivo PeWEC deve essere dotato di un sistema di dissipazione della potenza (ad esempio, un banco di resistenze) per convertire l'energia prodotta in eccesso quando il sistema di accumulo dell'energia è completamente carico. Il dispositivo dunque non sarà collegato alla rete elettrica ma dovrà dissipare sotto forma di calore l'energia elettrica prodotta in eccesso. È richiesta comunque una predisposizione completa al collegamento alla rete elettrica per una possibile connessione futura. La realizzazione dovrà quindi tenere conto degli ingombri necessari per la strumentazione utile a tale scopo (inverter, trasformatore, AFE) ed inoltre lo scafo dovrà essere predisposto per una futura connessione esterna tramite cavo elettrico marino.

Il dispositivo PeWEC deve essere dotato di un sistema di pannelli fotovoltaici da installare sul coperchio dell'apertura del ponte principale. Il sistema fotovoltaico deve essere progettato in modo tale che qualsiasi guasto al sistema non abbia alcun impatto sul funzionamento del dispositivo. La potenza prevista per l'impianto fotovoltaico dovrà essere pari a un minimo di 2 [kW] (ideali 3 [kW]).

L'impianto elettrico deve essere progettato in modo da garantire il monitoraggio dei flussi di potenza in tutti i rami, con l'aggiunta di voltmetri e amperometri, se non già inclusi nei dispositivi di conversione (drives).

7.0 SISTEMI DI CONTROLLO E COMUNICAZIONE

7.1 Descrizione del Sistema di Controllo

L'architettura di controllo del dispositivo PeWEC è costituita da due sistemi di controllo principali, come illustrato in Figura 15:

- Sistema di supervisione dell'estrazione dell'energia;
- Sistema di gestione del bus di potenza (o Sistema di Gestione Elettrica).

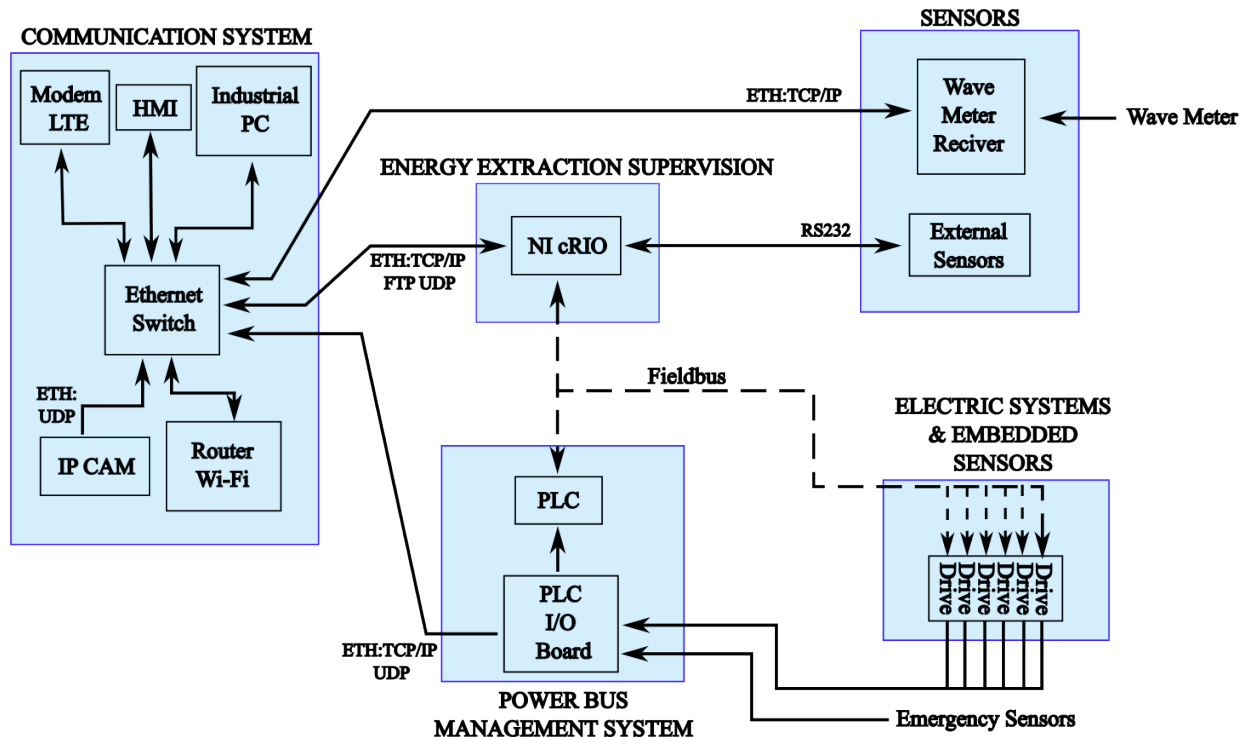


Figura 15 PeWEC – Sistemi di controllo e comunicazione

- Sistema di supervisione dell'estrazione dell'energia.
 - L'estrazione dell'energia è gestita da un'unità di controllo in real-time che agisce come supervisore dell'intero sistema. Vincolo progettuale: utilizzo del sistema compact Rio (National Instrument), operante real-time a 100 Hz. Il sistema deve controllare:
 - La generazione dei riferimenti al generatore per l'estrazione ottimizzata di potenza;
 - acquisizione dei dati dall'azionamento del motore (attraverso il PLC) e dai sensori aggiuntivi, come l'IMU (che fornisce dati su rollio, beccheggio, imbardata, posizione e velocità del dispositivo) e la boa ondametrica che fornisce dati sull'onda e sulla direzione di questa;
 - comunicazioni verso l'esterno, che includono:
 - comunicazioni di servizio su richiesta tramite mail o servizio di messaggistica dedicata (ad esempio, in caso di guasti);
 - uno streaming di dati con frequenza di aggiornamento minima pari a 10 [Hz] verso un HMI remoto;

- la gestione del trasferimento dei file di log verso l'esterno tramite server integrato con protocollo SFTP.

L'unità di controllo esegue gli algoritmi di gestione dell'unità pendolo, leggendo la condizione dell'onda direttamente dal misuratore d'onda (o da un database esterno).

Gli algoritmi numerici, implementati nell'unità di controllo, scelgono il valore ottimale del parametro di controllo del generatore (coppia), al fine di massimizzare l'estrazione di potenza. Questo set point viene inviato tramite il PLC, responsabile del sistema di gestione del bus di potenza, al drive del generatore.

- Sistema di Gestione Elettrica

La gestione del bus di potenza è affidata al PLC, che raccoglie i dati dai sensori incorporati negli azionamenti tramite il FIELD-BUS e gestisce l'alimentazione dei vari elementi elettrici tramite il DC-BUS, come segue:

- Trasferimento dell'energia prodotta dal generatore alla batteria di accumulo e al modulo di frenatura, al fine di immagazzinare o eventualmente dissipare l'energia prodotta in eccesso;
- Alimentazione dei sistemi ausiliari a 24 [V] (apparecchiature elettroniche) e a 400/230 [V], (apparecchiature di raffreddamento));
- Gestione dei transistori di avvio e arresto del sistema;
- Gestione automatica delle emergenze con comunicazione al sistema di supervisione e controllo (cRIO).

7.2 Design del Sistema di Controllo

Il sistema di controllo deve essere progettato per massimizzare la produzione di energia.

La regolazione dell'estrazione di potenza deve essere effettuata sintonizzando le impostazioni della legge di controllo che sono precalcolate utilizzando modelli numerici.

Di conseguenza, la configurazione del controllo della coppia del PTO sarà determinata in una fase precedente e sarà funzione delle condizioni di lavoro effettive del PeWEC, basata sulle condizioni effettive del mare fornite direttamente da un ondametro o dalle previsioni meteorologiche di un fornitore esterno, senza influire sulla produzione di energia (ad esempio, arresto temporaneo della produzione di energia per gestire nuove informazioni di previsione).

La scelta del modello matematico dell'algoritmo di controllo deve essere tale da garantire il corretto funzionamento del dispositivo. Tale algoritmo dovrà essere implementato sulla compact Rio, si dovrà permettere la possibilità di adottare e re-implementare differenti modelli di controllo rispetto a quello scelto inizialmente.

L'algoritmo di controllo verrà fornito dal contraente e sarà requisito progettuale la traduzione in linguaggio LabView. Il dispositivo dovrà essere dotato di un algoritmo di controllo adibito alla supervisione per la gestione di eventuali guasti ed emergenze.

La configurazione dell'algoritmo di produzione di energia deve essere ottimizzata offline, prima dell'avvio del sistema ed essere accessibile al sistema di supervisione e controllo (SSC).

Il dispositivo PeWEC deve essere dotato di sensori utili per consentire l'acquisizione e la registrazione in tempo reale di almeno le seguenti informazioni:

- Moto e accelerazioni dello scafo (sui 3 assi principali del sistema);
- Posizione GPS attuale del sistema (ad esempio, coordinate WGS84);
- Moti del sistema pendolo;
- Storia temporale della produzione di energia elettrica e dell'autoconsumo da parte degli ausiliari;

- Allarmi e avvisi rilevanti;
- Frequenza di campionamento del carico utile minima pari a 100 [Hz].

Il sistema di controllo dovrà essere progettato per funzionare nell'ambiente di sviluppo integrato LabView.

7.3 Descrizione del Sistema di Comunicazione

I componenti di comunicazione di bordo del PeWEC sono i seguenti:

- SSC che si occupa dell'estrazione di energia e, della comunicazione con l'esterno e della registrazione dei dati (cRIO);
- PLC per la comunicazione con gli azionamenti e con il SSC per la gestione dell'impianto elettrico;
- HMI utilizzato per i test e la manutenzione in fabbrica;
- Mini PC opzionale per la pre-elaborazione dei dati;
- Router LTE;
- Access point Wi-fi per la comunicazione a corto raggio;
- Ricevitore dell'ondametro.

7.4 Design del Sistema di Comunicazione

L'architettura dei sistemi di comunicazione del dispositivo PeWEC è illustrata in Figura 15.

Il sistema di comunicazione del dispositivo PeWEC sarà basato sui seguenti collegamenti dati:

- Collegamento di trasmissione dati wireless a basso raggio a bordo;
- Collegamento in radiofrequenza con il misuratore d'onda per ottenere le caratteristiche dello stato d'onda in tempo reale;
- Comunicazione tramite WAN con modem LTE.

Devono essere implementati i seguenti protocolli di comunicazione:

- sFTP
- TCP/IP
- UDP

Il sistema di comunicazione deve garantire come minimo due accessi contemporanei all'utente finale.

7.5 Archiviazione dati, HMI e videosorveglianza in tempo reale

Il dispositivo PeWEC deve essere dotato di funzionalità di campionamento e memorizzazione dei dati.

Tutti i dati derivanti dai sensori e le grandezze saranno salvati in file con divisione ogni 15 minuti. Questi file saranno recuperati automaticamente a distanza tramite un server sFTP installato sull'SSC. La frequenza di campionamento massima sarà di 30 [Hz].

La capacità di memorizzazione locale dei sensori interni e del carico utile esterno deve essere di almeno 10 giorni.

I dati raccolti possono essere raggruppati come segue:

- Moti e posizioni dello scafo di PeWEC
- Moto del Sistema pendolo

- Flussi di potenza elettrica (ad esempio, azionamento del generatore, azionamento dell'impianto fotovoltaico, ecc.)

Il dispositivo PEWEC deve essere dotato di un software HMI remoto dedicato con le seguenti caratteristiche:

- adatto all'installazione in un PC standard;
- in grado di fornire all'utente finale almeno le seguenti informazioni in tempo reale ad una frequenza pari a 10 [Hz]:
 - o posizione del PeWEC;
 - o potenza istantanea e quantità di energia elettrica prodotta dall'installazione;
 - o flussi di potenza effettivi per le apparecchiature elettriche;
 - o allarmi e avvisi.

8.0 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

Il sistema di raffreddamento è un sistema ausiliario che ha lo scopo di fornire l'acqua di raffreddamento alle condizioni richieste (di portata e temperatura) alle utenze interessate. Il circuito dell'acqua di raffreddamento è progettato per raffreddare il generatore e il suo azionamento.

Il circuito dell'acqua di raffreddamento comprende una pompa di mandata (di tipo centrifugo con riserva in stand-by), un serbatoio, uno scambiatore di calore a tubi alettati acqua/aria, due filtri e i sensori necessari (portata e temperatura).

9.0 SISTEMA DI ORMEGGIO

9.1 Descrizione Sistema di Ormeggio

Il sistema di ormeggio deve garantire la tenuta a mare del PeWEC, garantire la sua sicurezza in caso di eventi estremi e avere un basso impatto sulla dinamica del dispositivo in onde operative. A causa dell'elevata direzionalità delle onde e delle forti correnti nel sito di installazione di Pantelleria come dal successivo art.10, il sistema di ormeggio dovrà essere di tipo "spread" e monodirezionale. Il layout di ormeggio dovrà avere le seguenti caratteristiche indicate graficamente in Figura 16 :

- Sistema di ormeggio spread a catenaria. Il sistema di ormeggio è caratterizzato da 4 linee a catenaria.
- La configurazione della singola linea è da predisporre come segue, dettagliando di seguito le componentistiche partendo dall'ancora fino allo scafo:
 - Ancora di tipo corpo morto di peso di circa 5t.
 - Tratto di catenaria (indicata in Figura 16 con L3) di catenaria da diametro di circa 50mm.
 - Tratto di catenaria (indicato in Figura 16 con L2) di catenaria da diametro di circa 25-30mm.
 - Boa sommersa con spinta netta di circa 0.5t.
 - Tratto di catenaria (indicato in Figura 16 con L1) di catenaria da diametro di circa 25-30mm.

E' necessario che la parte superiore del sistema di ormeggio sia quanto più concordante con le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza tratto L1 15m.
- Lunghezza tratto L2 45m.

Si precisa che ogni indicazione è da considerare mandatoria qualora non impedisca una corretta progettazione come da normativa internazionale e specificato in Sezione 10.2. In tal caso il contraente dovrà preventivamente comunicare alla stazione appaltante i motivi ostativi alla progettazione.

I punti di collegamento del dispositivo PeWEC al sistema di ancoraggio sono da prevedere sulla coperta del dispositivo. Le linee di ormeggio devono passare attraverso i gavoni di zavorra (riferirsi alla Figura 16), attraverso delle cubie, entrando nello scafo approssimativamente all'altezza della linea d'acqua.

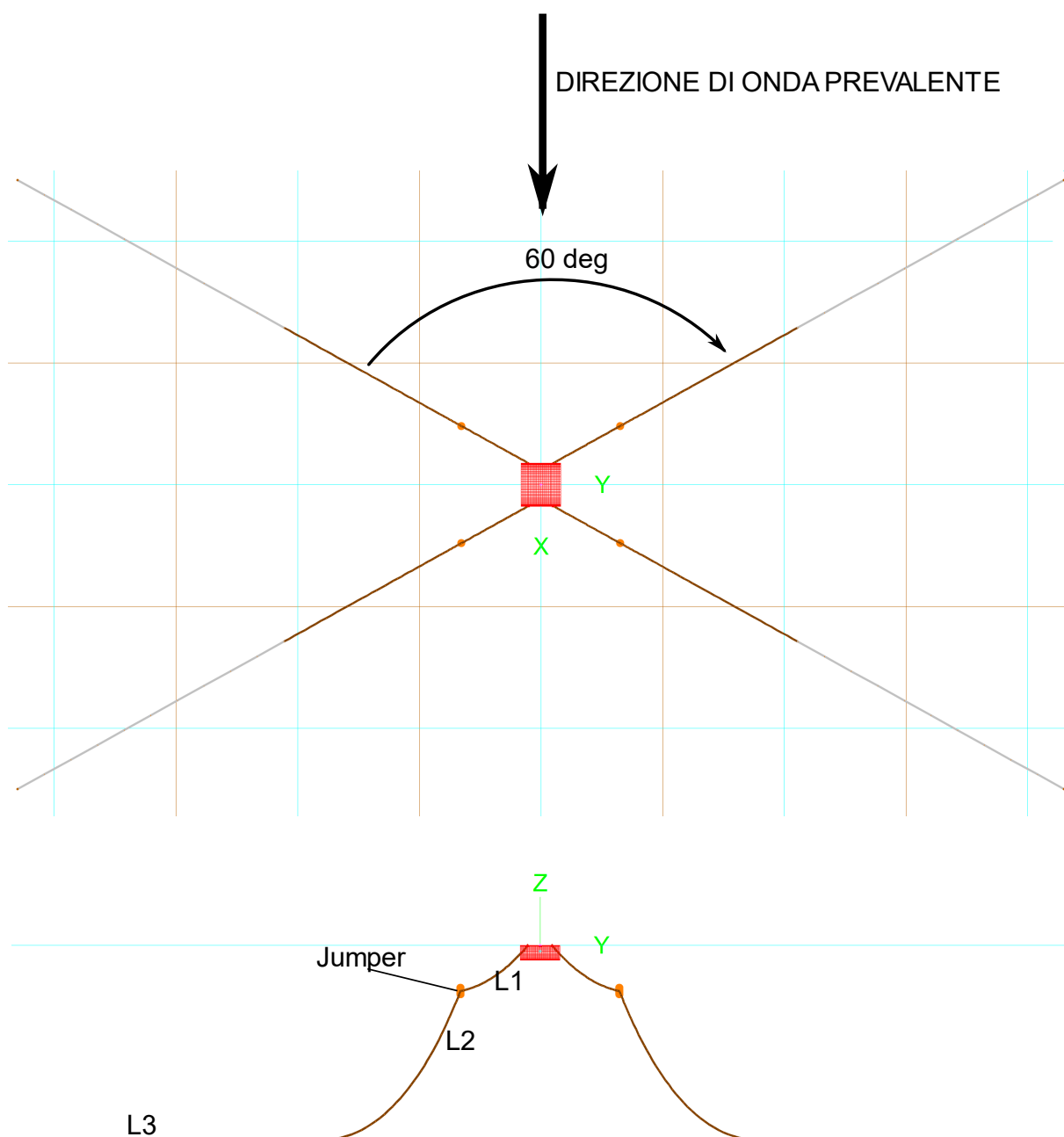


Figura 17 - Predisposizione preliminare sistema di ormeggio.

9.2 Progettazione del Sistema di Ormeggio

Il dispositivo PeWEC deve essere dotato di un sistema di ormeggio monodirezionale, che deve essere progettato con adeguati fattori di sicurezza concordi con la normativa vigente.

La progettazione dei dispositivi di ancoraggio deve includere i seguenti requisiti:

- ✓ L'occhiello dell'ancoraggio, il gambo e la struttura adiacente devono essere progettati per resistere al carico di rottura minimo della linea;
- ✓ Il corpo dell'ancoraggio deve resistere alla capacità di tenuta massima del dispositivo di ancoraggio;

La progettazione dell'ormeggio deve basarsi sui dati e sui parametri di input relativi alle caratteristiche del suolo del fondale marino, alla batimetria, ai dati metoceanici e allo smorzamento viscoso, come descritto nei paragrafi 9.3 e 9.4.

In particolare, l'analisi della resistenza dell'ormeggio in condizioni estreme deve essere effettuata mediante analisi nel dominio del tempo con il sistema di ormeggio soggetto alla combinazione di ambienti di ritorno delle condizioni metoceaniche, come definito nel seguente paragrafo 9.3.

Si dovrà effettuare un'analisi di sensibilità sul periodo d'onda per identificare le condizioni più critiche per l'ormeggio e i moti della nave associati all'ambiente RP di 50 anni.

Le caratteristiche idrodinamiche del PeWEC devono essere calcolate utilizzando la teoria del potenziale, con l'aggiunta dello smorzamento viscoso.

L'analisi di seakeeping deve essere eseguita per calcolare i moti e le accelerazioni del PeWEC in condizioni ambientali estreme.

Si specifica che la progettazione del sistema di ormeggio deve garantire, e prevedere all'interno del documento associato, una metodologia di posa del sistema di ormeggio, e di ancoraggio del dispositivo allo stesso, ai fini di garantire la fattibilità di installazione.

9.3 Caratteristiche del Sito d'installazione

Come anticipato, il dispositivo PeWEC deve essere progettato tenendo conto delle seguenti caratteristiche del sito d'installazione come da successivo art 10:

- Caratteristiche del suolo del fondale marino;
- Batimetria;
- Dati meteomarini (onde, correnti, vento).

La crescita marina non deve essere considerata nell'analisi sulla base dell'esperienza diretta del precedente funzionamento nello stesso sito e della durata limitata dell'installazione temporanea (3 anni).

9.3.1 Caratteristiche del suolo del fondale marino

Il terreno del fondale marino nell'area di installazione è prevalentemente di tipo roccioso.

9.3.2 Batimetria

La profondità dell'acqua da considerare nella progettazione del sistema di ormeggio è di circa 32[m], come indicato in Figura 17.

9.3.3 Onda

Le condizioni d'onda estreme sono state prese in considerazione secondo normative nazionali o internazionali con periodo di ritorno di 50 anni, che è conservativo considerando la vita di progetto di 3 anni.

I valori annuali omnidirezionali devono essere considerati per tutte le analisi e i valori sono presentati in Tabella 4.

Le onde sono caratterizzate dallo spettro di JONSWAP, i parametri in tabella indicano rispettivamente il periodo energetico dell'onda e l'altezza significativa. Il parametro di picco del JONSWAP è da ritenersi uguale a 3.3, qualora non sia altrimenti specificato.

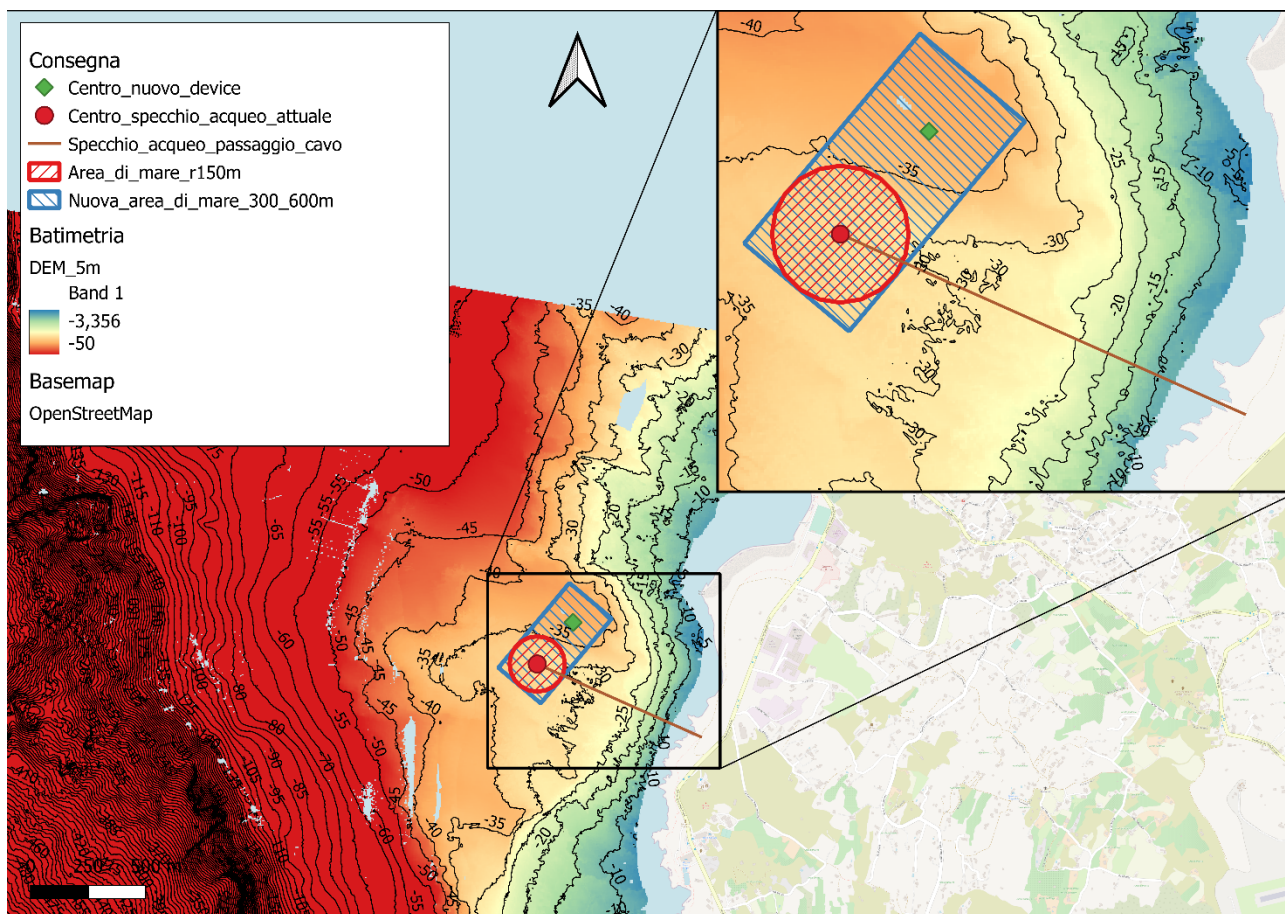


Figura 18 PeWEC – Batimetria del sito d’installazione

Tabella 4 - Onde su periodo di ritorno di anni 50. Caso omnidirezionale.

Te (s)	Hs (m)
6.5	4
7.1	4.5
7.6	4.9
8.1	5.3
8.5	5.7
8.8	6
9	6.2
9.2	6.4
9.3	6.5
9.4	6.6

9.3.4 Corrente

Le condizioni di corrente estreme sono state prese in considerazione secondo normative nazionali o internazionali. I valori annuali omnidirezionali devono essere considerati per tutte le analisi.

Il valore preliminare di corrente a 10 m dalla superficie è da considerarsi inizialmente di 1.2m/s.

La velocità corrente RP di 10 anni deve essere utilizzata per l'analisi in base a normative nazionali o internazionali.

I carichi di corrente dello scafo devono essere inclusi nel modello attraverso i coefficienti di resistenza aerodinamica e le aree di resistenza definiti successivamente in fase più avanzata di progetto.

9.3.5 Vento

Le condizioni di vento estreme sono state prese in considerazione secondo normative nazionali o internazionali. I valori annuali omnidirezionali devono essere considerati per tutte le analisi.

Il valore preliminare di vento a 10 m dalla superficie è da considerarsi inizialmente di 29m/s.

La velocità vento RP di 10 anni deve essere utilizzata per l'analisi in base a normative nazionali o internazionali.

I carichi di vento dello scafo devono essere inclusi nel modello attraverso i coefficienti di resistenza aerodinamica e le aree di resistenza definiti successivamente in fase più avanzata di progetto.

9.4 Smorzamento Viscoso

Lo smorzamento viscoso dello scafo per i moti di rollio e beccheggio (rotazioni attorno agli assi x e y rispettivamente) da inserire nel modello è definito nella Tabella 5 insieme alla relativa percentuale rispetto al valore critico.

Tabella 5 – Coefficienti di smorzamento viscoso

	percentuale critica di smorzamento
roll	10%
pitch	2%

10.0 DESCRIZIONE SITO D'INSTALLAZIONE

Il dispositivo dovrà essere progettato tenendo in considerazione le caratteristiche ambientali del sito d'installazione scelto.

Il sito d'installazione prescelto per PeWEC è un'area marina concessa al Politecnico di Torino situata al largo dell'Isola di Pantelleria. Le coordinate dell'area in concessione e le dimensioni di questa sono riportate nella Figura 18.

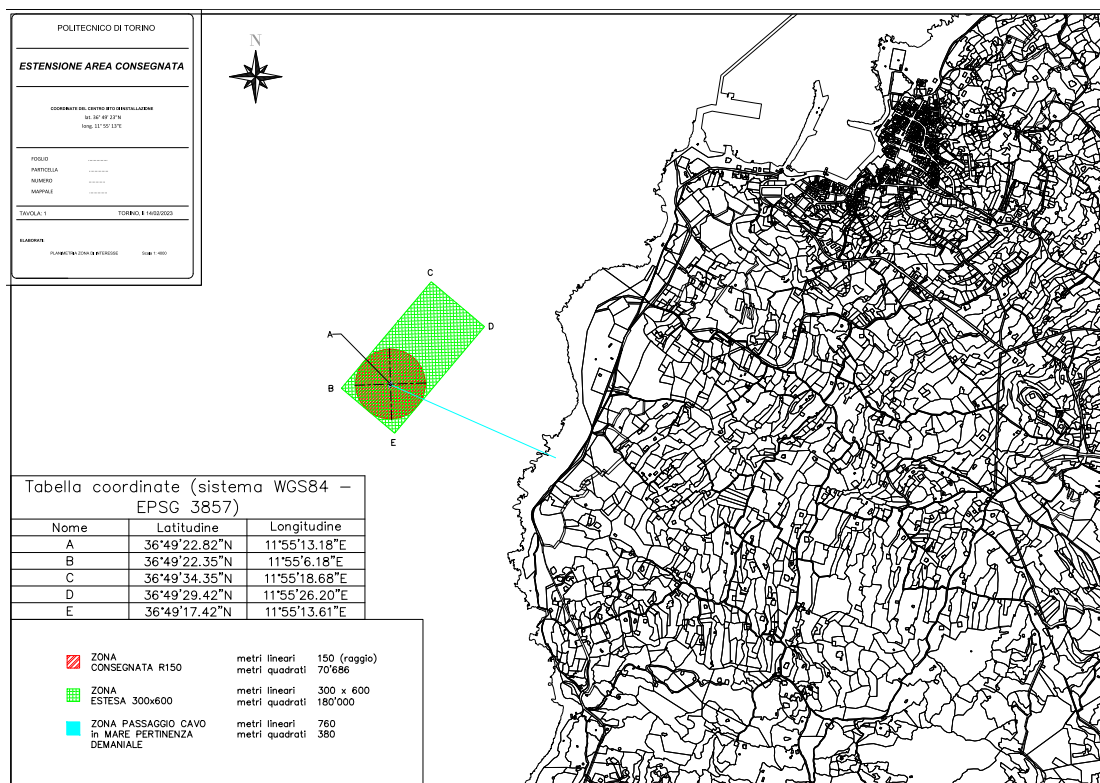


Figura 19 Coordinate del sito d'installazione

La progettazione del dispositivo e del suo sistema di ormeggio devono essere adeguate alla profondità del fondale marino caratterizzante l'area in concessione. In Figura 17 sono riportate le curve batimetriche della zona individuata.

Unitamente alla coordinata batimetrica, la progettazione (in particolare delle linee di ormeggio) dovrà essere opportunamente studiata per la specifica tipologia di fondale marino (fondale roccioso).

Le condizioni climatiche meteomarine operative del dispositivo sono descritte in seguito. La progettazione di PeWEC dovrà essere tale da garantire il corretto funzionamento del dispositivo in tale scenario operativo.

In Figura 19 è riportato il diagramma delle occorrenze delle onde nel sito d'installazione. Tale mappa dev'essere utilizzata in sede di simulazione per lo studio del corretto funzionamento del dispositivo in mare durante la progettazione di questo. In appendice 12.0 è riportata la forma tabellare della stessa.

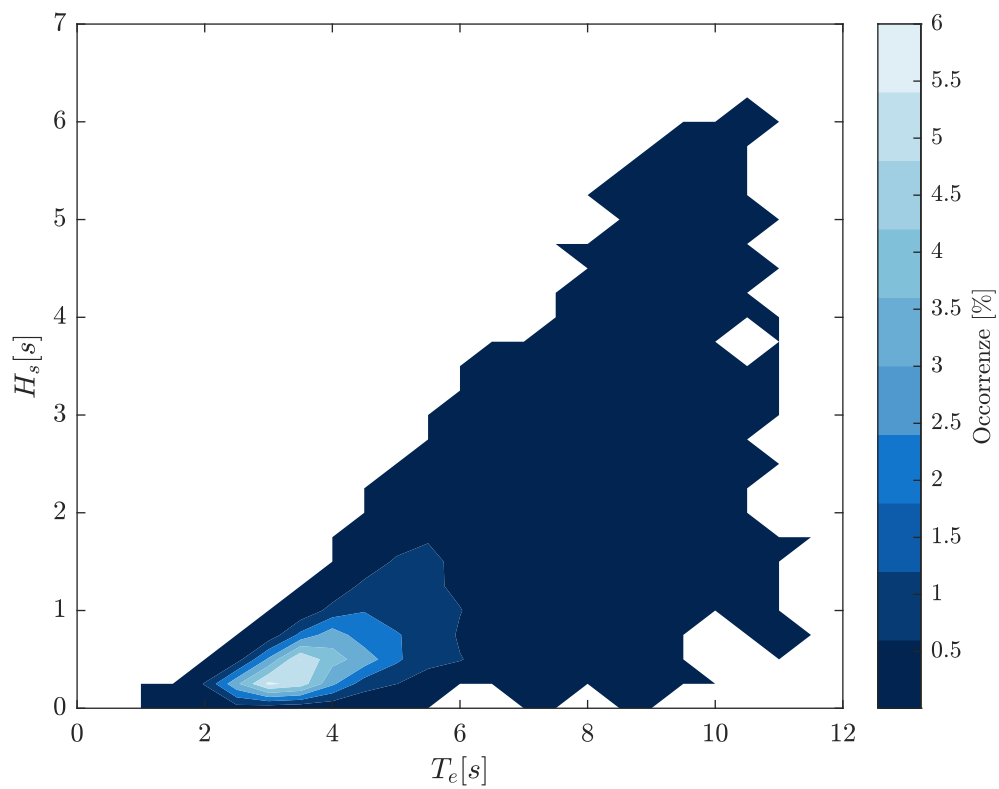


Figura 20 Scatter occorrenze delle onde

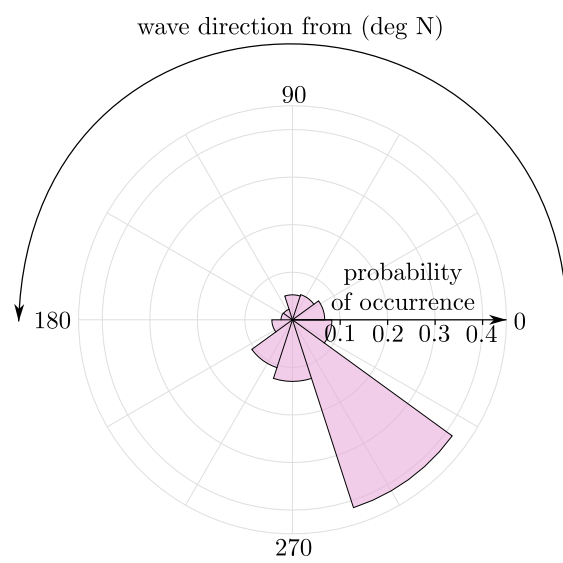


Figura 21 - Diagramma polare occorrenza onde.

11.0 PIANO DI COMUNICAZIONE

Al fine di perseguire il rispetto del principio del risultato , è richiesta la stesura e proposta da parte dell'ente progettista, di un piano di comunicazione efficace con la stazione appaltante. Ciò risulta mandatorio in quanto, dato il significativo grado di innovazione del progetto, la collaborazione in fase di progettazione risulta essenziale.

Per piano di comunicazione si intende una proposta di organizzazione di incontri virtuali e/o di persona, durante tutte le fasi progettuali. All'ente progettista è chiesto inoltre di presentare, in base alla cadenza di suddetto piano, lo stato di avanzamento dei documenti di cui all'art.1 del presente capitolato.

Si raccomanda di proporre un piano di comunicazione con meeting con almeno frequenza bisettimanale, che può essere intensificata su richiesta della stazione appaltante motivata dalla criticità di alcune fasi progettuali.

12.0 MODIFICHE SPECIFICHE PROGETTUALI

Ogni variazione progettuale del dispositivo e/o dei suoi sistemi ausiliari, deve essere necessariamente comunicata e motivata per iscritto alla stazione appaltante, la quale può deliberare positivamente o negativamente rispetto a tali modifiche.

13.0 SCADENZE DEI DELIVERABLE

La consegna dei documenti richiesti avverrà in due fasi distinte: la prima a 90 giorni solari dalla data del verbale di avvio delle attività contrattuali e la seconda alla conclusione del termine contrattuale.

Entro 90 giorni solari dalla data del verbale di avvio delle attività del contratto, è richiesta la consegna dei seguenti deliverable:

- 1 PEWEC-DWG-01 General - PEWEC General Arrangement Drawing
- 3 PEWEC-DWG-03 Auxiliary - Cooling System P&ID
- 4 PEWEC-DWG-04 Naval & Offshore - Bilge System Functional Scheme
- 5 PEWEC-DWG-05 Electrical, Instrumentation & Control - Single Line Diagram
- 9 PEWEC-DWG-09 Naval & Offshore - Structural Scantling Plan
- 10 PEWEC-DWG-10 Naval & Offshore - Mooring Lay-out Drawing
- 11 PEWEC-DWG-09 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation System Block Diagram
- 12 PEWEC-DWG-10 Naval & Offshore - Towing Arrangement Plan
- 13 PEWEC-LIS-01 General - Engineering Deliverables List
- 18 PEWEC-LIS-05 Naval & Offshore - Mooring Equipment List
- 22 PEWEC-REP-03 Naval & Offshore - Hull Stability Assessment Report
- 25 PEWEC-SPC-01 General - PEWEC General Specification

Successivamente, alla conclusione del termine contrattuale, è richiesta la consegna dei seguenti deliverable:

- 2 PEWEC-DWG-02 Mechanical - Pendulum Unit Assembly & Detail Drawings
- 6 PEWEC-DWG-06 Electrical, Instrumentation & Control - Multi Line Diagram
- 7 PEWEC-DWG-07 Electrical, Instrumentation & Control - Main Cable Routing

- 8 PEWEC-DWG-08 Electrical, Instrumentation & Control - Cabinet Layout
- 14 PEWEC-LIS-02 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical Equipment List
- 15 PEWEC-LIS-03 Electrical, Instrumentation & Control - Main Cable List
- 16 PEWEC-LIS-04 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation Equipment List
- 17 PEWEC-LIS-05 Auxiliary - Cooling System Equipment List
- 19 PEWEC-PRO-01 General - PEWEC FAT
- 20 PEWEC-REP-01 Electrical, Instrumentation & Control - Control Logics, Communication System & Instrumentation Functional Description
- 21 PEWEC-REP-02 Electrical, Instrumentation & Control – Electrical Design Report
- 23 PEWEC-REP-04 Naval & Offshore – Mooring System Design Report
- 24 PEWEC-REP-05 Mechanical - Pendulum Unit Design Report
- 26 PEWEC-SPC-02 Mechanical - Pendulum Unit Design Specification
- 27 PEWEC-SPC-03 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical System Supply Specification
- 28 PEWEC-SPC-04 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation System Supply Specification
- 29 PEWEC-SPC-05 Auxiliary - Cooling System Supply Specification
- 30 PEWEC-SPC-06 Naval & Offshore - Hull Supply Specification
- 31 PEWEC-SPC-07 Naval & Offshore - Mooring System Supply Specification
- 32 PEWEC-SPC-08 Electrical, Instrumentation & Control - Cabling Technical Specification
- 33 PEWEC-TDS-01 Electrical, Instrumentation & Control - Electrical Equipment Data Sheets
- 34 PEWEC-TDS-02 Electrical, Instrumentation & Control – Control, Communication & Instrumentation Equipment Data Sheets
- 35 PEWEC-TDS-03 Auxiliary - Cooling System Equipment Data Sheets
- 36 PEWEC-TDS-04 Mechanical - Mechanical Equipment Data Sheets

14.0 APPENDICE 1

In Tabella 7 è riportata la forma tabellare della scatter delle occorrenze, ottenute a valle di simulazioni di PeWEC in dominio del tempo. La mappa ottenuta tiene in considerazione le occorrenze relative alle differenti onde simulate (Figura 19). I dati sono riportati in funzione del valore di baricentro di ogni cella.

Tabella 6 Forma tabulare delle occorrenze

		Occorrenze [%]																								
		T_e [s]																								
H_s [m]	0	0,00	0,00	0,01	0,02	0,17	0,55	0,28	0,11	0,09	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,25	0,00	0,00	0,01	0,07	1,06	3,79	6,21	5,59	3,20	1,47	1,01	0,74	0,43	0,19	0,14	0,07	0,09	0,05	0,06	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,55	3,18	6,02	4,34	3,61	2,21	1,17	1,04	0,68	0,38	0,17	0,14	0,11	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,30	2,26	3,60	2,37	2,07	1,61	0,89	0,74	0,63	0,27	0,19	0,07	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,19	1,37	1,98	1,60	1,16	1,03	0,55	0,46	0,35	0,25	0,20	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,22	1,27	1,42	1,18	0,83	0,66	0,34	0,25	0,21	0,19	0,10	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
	1,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,28	1,16	1,27	0,72	0,60	0,38	0,15	0,17	0,14	0,05	0,05	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,40	0,91	0,94	0,71	0,35	0,11	0,14	0,12	0,05	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,37	0,85	0,74	0,36	0,16	0,09	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,39	0,66	0,38	0,20	0,10	0,03	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
	2,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,42	0,44	0,24	0,12	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,17	0,49	0,25	0,13	0,06	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,22	0,41	0,13	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,08	0,28	0,24	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18	0,24	0,06	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,17	0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,07	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	
4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	
5,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
5,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

SEZIONE B.

1.0 CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELL'OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA

L'appalto verrà aggiudicato secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'art. 108, comma 2, lett. b) del D. Lgs. n. 36/2023, con un punteggio pari a 20 per l'offerta economica e pari a 80 per la valutazione dell'offerta tecnica.

a) Attribuzione del punteggio economico

Il punteggio massimo a disposizione per il prezzo - pari a 20 punti - verrà assegnato al concorrente che avrà formulato la migliore offerta di ribasso economico.

Verrà attribuito all'elemento economico un coefficiente, variabile da zero ad uno, calcolato tramite la seguente formula con interpolazione lineare:

$$C_i = R_i/R_{\max}$$

dove:

C_i = coefficiente attribuito al concorrente i-esimo;

R_i = ribasso percentuale dell'offerta del concorrente i-esimo;

R_{\max} = ribasso percentuale dell'offerta più conveniente.

Al concorrente i-esimo verrà assegnato per la sua offerta economica un punteggio pari a: $P_i = C_i \times 20$ punti

b) Attribuzione del punteggio tecnico

Il punteggio per la valutazione tecnica sarà attribuito da commissione giudicatrice appositamente nominata, sulla base dei seguenti criteri, subcriteri e relativi punteggi:

Criterio	Subcriteri	Punteggio	Modalità di valutazione
1.Tempo (max 20 punti)	1.1 Valutazione della tempistica e delle scadenze del progetto	20	Attribuzione del punteggio progressivo inversamente proporzionale alla durata prevista dall'appalto (5 mesi)
2. Track Record (max 12 punti)	2.1 Importo totale dei lavori dei progetti precedenti nel settore offshore e/o nel settore delle energie rinnovabili offshore	10	Attribuzione del punteggio progressivo a partire dal minimo di 160.000,00 euro a un massimo di 1 milione di euro.
	2.2 Attività pregressa con enti certificatori nazionali o internazionali relativamente a strutture offshore	2	Attribuzione di 2 punti se si è avuta attività pregressa
	3.1 Coerenza con gli obiettivi e i requisiti specificati nel contratto di progetto.	8	Attribuzione da 0 a 8 punti in relazione al livello di coerenza con il risultato richiesto

3. Valutazione tecnico-qualitativa della proposta (max 48 punti)	3.2 Valutazione delle soluzioni tecniche proposte	8	Attribuzione da 0 a 8 punti in relazione al livello di soluzione tecnica proposta in linea con il risultato richiesto
	3.3 Valutazione della stima preliminare di costo di realizzazione del prototipo	11	Attribuzione da 0 a 11 punti in relazione livello di coerenza con il risultato richiesto
	3.4 Chiarezza e livello di dettaglio della proposta	10	Attribuzione da 0 a 10 punti in relazione al livello di chiarezza e dettaglio in linea con il risultato richiesto
	3.5 Piano proposto per la comunicazione e la collaborazione con l'ente appaltante	6	Attribuzione da 0 a 6 punti in relazione al livello di coerenza con il risultato richiesto “
	3.6 Identificazione e piano di gestione dei rischi del progetto	5	Attribuzione da 0 a 5 punti

Per consentire alla Commissione giudicatrice di valutare adeguatamente le proposte tecniche con l'assegnazione dei punteggi sopra indicati, ogni operatore economico dovrà produrre una dettagliata relazione tecnica (o allegare idonea documentazione) che contenga:

- **in merito al criterio 1. Tempo:**
 - predisposizione di un Gantt di progetto e relativi SAL
- **in merito al criterio 2. Track Record:**
 - elenco di progetti e relativi importi
 - elenco di attività pregressa sulla certificazione
- **in merito al criterio 3.5 Piano di comunicazione:**
 - redazione di un piano dettagliato di presentazione dei SAL, degli incontri periodici col committente, dello stato di avanzamento dei documenti oggetto dell'appalto.
- **in merito al criterio 3.6 Piano di gestione dei rischi:**
 - redazione di un piano dettagliato di previsione e gestione dei rischi relativi alla progettazione oggetto dell'appalto.