

6. PROGETTO STANDARDIZZATO: Riqualficazione energetica del sistema propulsivo delle navi

Ambito di applicazione

La presente scheda PS si applica a progetti relativi ad interventi di riqualficazione energetica del sistema propulsivo delle navi mercantili e/o passeggeri, mediante l'installazione di "appendici fluidodinamiche sul timone", eventualmente combinate con interventi di sostituzione delle pale delle eliche con eliche più efficienti rispetto alla soluzione tecnologica di riferimento.

Per il presente PS, possono essere presentati i progetti che nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio abbiano generato una quota di risparmio addizionale non inferiore a 5 TEP.

Contenuti minimi del progetto

Il PS deve contenere i seguenti contenuti minimi:

- sito, tipologia e dettaglio dei singoli interventi che compongono il progetto: nome della nave e della compagnia armatrice, tipologia di nave e di servizio svolto, data e cantiere di costruzione, principali caratteristiche dimensionali, propulsione (n° di motori e potenza in kW, numero e tipo di eliche), altri sistemi di generazione presenti a bordo, combustibile utilizzato, dotazioni antinquinamento e di sicurezza, tratta/e del servizio (porti di partenza e di arrivo, porti di bunkeraggio);
- analisi di replicabilità degli interventi al perimetro del progetto;
- analisi della non convenienza economica ovvero della difficoltà operativa relativa all'installazione e alla gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi;
- metodologia per il calcolo dei risparmi del campione rappresentativo e metodologia per l'estensione dei risparmi del campione rappresentativo al perimetro del progetto.

Verifica campione rappresentativo: nave di riferimento

Per nave del campione rappresentativo (di seguito *nave di riferimento*) si intende una nave analoga replicabile e/o normalizzabile in termini di geometria (dimensioni, tonnellaggio, ecc.), fattore di carico, sistema di propulsione e servizio reso alla nave oggetto di intervento. In particolare, l'analisi dovrà essere svolta considerando, tra le altre:

- le condizioni di carico;
- le condizioni al contorno (ad esempio tratte percorse, tipologia di servizio);
- il sistema di propulsione e di vettore energetico impiegato;
- lo scafo.

Descrizione del Progetto

Unitamente a quanto previsto nei contenuti minimi del progetto, si richiede di fornire una descrizione dettagliata degli interventi di:

- installazione di appendici fluidodinamiche al fine di ottimizzare le prestazioni del timone e ridurre la resistenza fluidodinamica dello scafo;
- reblading, ossia la sostituzione delle pale delle eliche con pale più performanti dal punto di vista propulsivo, grazie all'utilizzo di tecniche di progettazione avanzate rispetto alle attività standard di progettazione delle eliche delle navi.

Si richiede, inoltre, di presentare una tabella riassuntiva di tutte le navi oggetto di intervento, riportando le informazioni necessarie e individuando il campione rappresentativo.

N. nave	Nome della MN	Anno di costruzione	Dimensioni principali	Numero di motori	Potenza dei motori	Servizio reso
1	1999					
2						
...						
n						

Tabella 1 – Dati del progetto relativi alla situazione post intervento

Prestazione energetica del sistema propulsivo

La prestazione energetica del sistema propulsivo delle navi è calcolabile attraverso l'individuazione della potenza idrodinamica. In particolare, si definiscono:

- **Potenza idrodinamica ante intervento [kW]**
Per ciascuna velocità e ciascun rapporto P/D (rapporto Passo/Diametro dell'elica), all'interno dell'analisi idrodinamica fornita, dovrà essere individuato il valore di potenza idrodinamica nella condizione ante intervento;
- **Potenza idrodinamica di riferimento [kW]**
Per ciascuna velocità e ciascun rapporto P/D, all'interno dell'analisi idrodinamica fornita per la nave oggetto di intervento, dovrà essere individuato il valore di potenza idrodinamica di baseline pari al valore di potenza ottenibile con eliche propulsive considerate soluzione tecnologica standard.
- **Potenza idrodinamica post intervento [kW]**
Per ciascuna velocità e ciascun rapporto P/D, all'interno dell'analisi idrodinamica fornita, dovrà essere individuato il valore di potenza idrodinamica nella condizione post intervento, pari al valore di potenza ottenibile a seguito dell'intervento proposto di installazione di "appendici fluidodinamiche sul timone", oppure a seguito di un intervento di installazione di "appendici fluidodinamiche sul timone" e di sostituzione delle pale delle eliche propulsive.
- **Variazione percentuale della potenza idrodinamica**
Per ciascuna velocità e ciascun rapporto P/D, la variazione percentuale della potenza idrodinamica è definita come:

$$\Delta(\%) = \frac{P_{baseline}}{P_{post}} - 1$$

dove:

- P_{post} è la potenza idrodinamica post intervento, espressa in [kW];
- $P_{baseline}$ è, per ciascuna velocità e rapporto P/D, nei casi di nuova installazione la potenza idrodinamica di riferimento, mentre è la potenza ante intervento per i casi di sostituzione.

Algoritmo per il calcolo dei risparmi

L'algoritmo di calcolo dei risparmi si basa sulla misura del consumo di combustibile utilizzato per la propulsione della nave nella sola fase di navigazione (escluse le manovre di attracco e di partenza e le fasi di ancoraggio in rada), sulla velocità di avanzamento misurata e sul rapporto P/D.

L'algoritmo per il calcolo del Risparmio Energetico Aggiuntivo (REA) del campione rappresentativo è il seguente:

$$REA_{CRi} = \sum_{v,P/D} Consumo_{post,i} \cdot \Delta(\%) \cdot PCI \cdot f_c \quad [tep]$$

dove:

- **Consumo_{post,i}** è il consumo di combustibile utilizzato dalla nave i-esima in fase di navigazione desumibile da idonea strumentazione o documentazione, espresso in [l o kg] di combustibile;
- ***v*** è la velocità di avanzamento in miglia nautiche espressa in[knots];
- ***P/D*** è il rapporto passo su diametro dell'elica;
- **$\Delta(\%)$** è lo scostamento percentuale tra la potenza idrodinamica di baseline e la potenza ex post, come definito precedentemente;
- ***PCI*** è il Potere Calorifico Inferiore del combustibile utilizzato[kJ/kg]¹;
- ***f_c*** è il fattore di conversione in tep [tep/kJ].

I dati dovranno essere raccolti nella Tabelle di seguito riportate:

$\Delta(\%)$		P/D			
Velocità [nodi]	1				

Ore di navigazione [h]	Consumo post [l]	Velocità [nodi]	P/D	REA

Algoritmo per estendere i risparmi realizzati all'intero perimetro del progetto

Il proponente sulla base del campione rappresentativo dovrà specificare come intende estendere le misure effettuate all'intero perimetro del progetto di efficienza energetica.

Verifica risparmi

Ad ogni rendicontazione dovrà essere fornita la misura della potenza meccanica all'asse dell'elica della nave al fine di permettere un confronto con il valore di potenza all'asse fornito attraverso le simulazioni effettuate per la stima dei risparmi.

In particolare, per ogni velocità di avanzamento della nave e per ogni rapporto P/D si dovrà verificare che la potenza misurata all'asse sia pari al massimo alla potenza teorica idrodinamica post intervento, ottenuta in fase di simulazione, +/- il valore percentuale dell'incertezza di misura della strumentazione utilizzata. In ogni caso l'incertezza di misura della strumentazione può essere al massimo pari al range +/- 5%.

Nel caso in cui la potenza idrodinamica post intervento sia superiore al valore della potenza idrodinamica teorica più lo scostamento percentuale massimo del 5%, la misura non può essere validata e quindi i risparmi ad essa relativi non potranno essere rendicontati.

Vita utile dell'intervento

La vita utile dell'intervento è pari a 7 anni.

1. A seconda della tipologia di combustibile impiegato dovranno essere utilizzati degli opportuni coefficienti di conversione del consumo finale in consumo di energia primaria, secondo quanto previsto dal punto 1.4 dell'Allegato 2 del D.M. 21 luglio 2025.

Documentazione da trasmettere e/o conservare

1. Relazione tecnica del progetto contenente le informazioni minime indicate al comma 4 dell'Allegato 1 al DM 21 luglio 2025, in particolare:
 - a. descrizione dello stato di fatto delle navi oggetto di intervento e del campione rappresentativo;
 - b. descrizione dettagliata delle navi (Nome della nave e della compagnia armatrice, tipologia di nave e di servizio svolto, data e cantiere di costruzione, principali caratteristiche dimensionali, propulsione (n° di motori e potenza in kW, numero e tipo di eliche), altri sistemi di generazione presenti a bordo, combustibile utilizzato, dotazioni antinquinamento e di sicurezza, tratta/e del servizio (porti di partenza e di arrivo), porti di bunkeraggio);
 - c. descrizione delle modalità di registrazione delle informazioni con particolare riferimento:
 - i. alla modalità di determinazione della velocità medio oraria dal software della macchina;
 - ii. alla metodologia con la quale il consumo di combustibile viene suddiviso fra le diverse velocità e i diversi rapporti P/D;
 - iii. alla modalità con cui vengono escluse dagli algoritmi dei risparmi le fasi di attracco e ancoraggio.
 - d. strumentazione di misura del combustibile per ciascuna velocità di avanzamento e ciascun rapporto P/D, dei dati di velocità, dei dati del rapporto P/D e delle ore di navigazione;
 - e. sistema di archiviazione dei dati riguardanti i consumi di combustibile, le velocità, le ore di navigazione e il rapporto P/D.
2. ALLEGATO – Schede tecniche
 - Schede tecniche dei componenti installati;
 - Schede tecniche degli strumenti di misura.
3. ALLEGATO - File Excel per il calcolo dei risparmi
 - dati su base oraria dei consumi di combustibile, e delle potenze idrodinamiche riferite alla condizione di baseline e post intervento;
 - misure consumi energetici nella configurazione ante intervento;
 - algoritmo di calcolo dei risparmi.