
**UNIVERSITÀ DI GENOVA
SCUOLA DI SCIENZE SOCIALI
DIPARTIMENTO DI ECONOMIA**



Tesi di laurea magistrale in
Economia e Management
Marittimo e Portuale

**GREEN STRATEGIES NEL SETTORE PORTUALE:
IL CASO DELLE MARINE ITALIANE**

Relatore: Satta Giovanni

Candidato: Olivieri Alessio

Anno accademico 2022-2023

INDICE

ABSTRACT	1
ABSTRACT IN INGLESE	2
INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO I: GREEN STRATEGIES NEL SETTORE PORTUALE	7
1.1 Aspetti introduttivi, tassonomia e profili rilevanti	7
1.2 Focus sulla produzione energetica da fonti rinnovabili	13
<i>1.2.1 Produzione energetica mediante l'utilizzo del fotovoltaico</i>	<i>14</i>
<i>1.2.2 Produzione energetica mediante l'utilizzo di impianti eolici.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.3 Produzione energetica mediante l'energia marina</i>	<i>18</i>
1.3 Bilanciamento energetico tra consumo e produzione nell'ambito portuale	20
CAPITOLO II: SISTEMI PER LA GESTIONE ENERGETICA (ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS)	24
2.1 Sistemi di gestione dell'energia: l'approccio basato sui processi.....	26
2.2 Misure tecnologiche e operative per il miglioramento dell'efficienza energetica e il contenimento dell'impatto ambientale.....	29
<i>2.2.1 Tecniche di controllo.....</i>	<i>31</i>
<i>2.2.2 Metodi tecnologici</i>	<i>33</i>
<i>2.2.3 Misure operative.....</i>	<i>34</i>
2.3. Gestione del surplus energetico	36
2.4. Gestione sostenibile delle carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili.....	39
CAPITOLO III: APPLICAZIONE NEL CONTESTO DELLE MARINE ITALIANE.....	43

3.1. Le marine: caratteri strutturali e strategici	43
3.2. Le marine: lo stato dell'arte	48
3.2.1. <i>Sostenibilità economica</i>	49
3.2.2. <i>Sostenibilità sociale</i>	50
3.2.3 <i>Sostenibilità ambientale</i>	52
CAPITOLO IV: INDAGINE EMPIRICA	54
4.1. <i>Presentazione dell'indagine</i>	55
4.2. <i>Analisi dei dati raccolti</i>	56
4.2.1. <i>Green strategies e produzione energetica da fonti rinnovabili</i>	59
4.2.2. <i>Efficienza energetica ed EMS</i>	63
4.3. <i>Conclusioni e commento dei risultati</i>	70
CONCLUSIONI.....	73
BIBLIOGRAFIA	78

ABSTRACT

La crescente preoccupazione per le tematiche riguardanti la sostenibilità e la necessità di ridurre l'impatto ambientale delle attività industriali hanno portato a un maggiore interesse per le ecosostenibili anche nel settore portuale. Questo elaborato si concentrerà sull'analisi delle strategie "green" applicabili in tale ambito. Questo elaborato si concentrerà sull'analisi delle strategie "green" applicabili in tale ambito. Nella prima due sezioni, in seguito alla revisione della letteratura, verranno esplorati i fondamenti teorici legati alla produzione di energia da fonti rinnovabili, evidenziando l'importanza del tema rispetto allo sviluppo di strategie di crescita sostenibili per le imprese operanti all'interno del settore marittimo-portuale, ponendo particolare attenzione al contesto delle marine. Successivamente, l'elaborato approfondirà il tema concreto relativo alle modalità e le opzioni disponibili al fine di implementare i sistemi per la gestione dell'energia, ovvero gli Energy Management Systems (EMS), soffermandosi sulle possibili applicazioni pratiche all'interno dei porti turistici e delle marine, esaminando gli aspetti teorici che possono essere introdotti per migliorare l'efficienza energetica. Successivamente, si presenterà una panoramica delle marine italiane, analizzando le sfide strutturali e le problematiche legate alla sostenibilità, riportando anche i risultati derivati da un'indagine statistica condotta tramite un questionario inviato direttamente ai porti italiani, rivelando il loro grado di coinvolgimento nelle strategie di produzione da fonti rinnovabili e nell'implementazione di EMS. L'analisi dei dati del campione di porti turistici preso in esame mostrerà come l'attenzione per la sostenibilità ambientale, per l'efficienza energetica e per l'introduzione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili non sia così diffusa nell'ambito di marine e porti turistici del nostro Paese.

ABSTRACT IN INGLESE

The growing concern about sustainability issues and the need to reduce the environmental impact of industrial activities have led to increased interest in eco-friendly practices, even in the port sector. This paper will focus on analyzing "green" strategies applicable in this context. In the first two sections, following a literature review, we will explore the theoretical foundations related to renewable energy production, highlighting the importance of the topic in the development of sustainable growth strategies for businesses operating within the maritime-port sector, with particular attention to the context of marinas. Subsequently, the paper will delve into the concrete theme of the methods and options available for implementing energy management systems (EMS) within ports and marinas, examining theoretical aspects that can be introduced to enhance energy efficiency. Next, we will provide an overview of Italian marinas, analyzing structural challenges and sustainability issues, also presenting the results from a statistical survey conducted through a questionnaire sent directly to Italian ports, revealing their level of involvement in renewable energy production strategies and EMS implementation. The analysis of the data from the sample of tourist ports examined will show that the focus on environmental sustainability, energy efficiency, and the introduction of renewable energy production systems is not widespread within the context of marinas and tourist ports in our country.

INTRODUZIONE

Il tema della sostenibilità ambientale si sta diffondendo sempre di più in tutto il mondo facendosi strada come un argomento centrale nelle politiche di sviluppo economico. L'applicazione pratica delle idee teoriche della sostenibilità ambientale viene rappresentata dall'introduzione in vari contesti economici delle green strategies.

Le green strategies, o strategie verdi, si riferiscono ad un insieme di politiche, pratiche ed investimenti volti a ridurre l'impatto ambientale delle attività umane e a promuovere un'interazione sostenibile tra l'uomo e il pianeta. Le strategie verdi possono essere adottate da diversi attori, tra cui imprese, governi, organizzazioni non governative e singoli cittadini. Inoltre, le green strategies possono riguardare diversi ambiti, tra cui l'energia, la mobilità, l'edilizia e la gestione dei rifiuti. Una delle strategie verdi più importanti è l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile. Tra le fonti di energia rinnovabile più diffuse si trovano l'energia solare, eolica, idroelettrica e geotermica. L'adozione di queste fonti di energia consente di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, riducendo così l'impatto ambientale e promuovendo la sostenibilità energetica, diminuendo le emissioni di gas serra. Ulteriori strategie green si possono realizzare attraverso diverse azioni, tra cui l'adozione di tecnologie a basso impatto ambientale, la promozione di stili di vita sostenibili, l'utilizzo di trasporti pubblici elettrici o a basso impatto ambientale, la gestione sostenibile delle foreste, la promozione dell'efficienza energetica e la riduzione degli sprechi. Inoltre, la gestione dei rifiuti rappresenta un'importante green strategy. Questa può essere realizzata attraverso il riciclo dei materiali, la riduzione degli imballaggi, l'adozione di materiali biodegradabili e compostabili e la promozione di programmi di sensibilizzazione e educazione ambientale. Infine, la promozione di stili di vita sostenibili rappresenta un'importante pratica volta all'ecosostenibilità. Questa può essere realizzata attraverso la promozione di abitudini alimentari sostenibili, la scelta di prodotti eco-sostenibili, l'adozione di abitudini di mobilità sostenibile e la promozione della cultura del rispetto dell'ambiente e delle risorse naturali.

Negli ultimi anni, l'attenzione verso queste strategie si è estesa anche ai porti, che rappresentano una fonte significativa di inquinamento atmosferico. Oltre ai porti di natura

commerciale, anche nei porti turistici e marine sta crescendo l'attenzione per quanto riguarda l'adozione di strategie ecosostenibili. In particolare, i porti turistici e le "marine" rivestono un ruolo importante nell'industria del turismo, ed anche in questo comparto è essenziale ridurre l'impatto ambientale. Per raggiungere questo obiettivo, esistono diverse strategie che possono essere implementate. Una delle strategie più importanti per ridurre l'impatto ambientale dei porti turistici e marine consiste nell'adottare pratiche sostenibili per la gestione dei rifiuti. Ciò può includere la promozione del riciclaggio, la riduzione dell'uso di materiali monouso e l'implementazione di sistemi di smaltimento dei rifiuti sicuri ed efficienti. In secondo luogo, le marine possono investire in tecnologie pulite e iniziative di efficienza energetica per ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali. Ciò può includere l'utilizzo di veicoli e attrezzature a basse emissioni, la promozione di pratiche di navigazione più efficienti e l'adozione di fonti di energia rinnovabile per alimentare le attività portuali. I porti turistici e marine possono inoltre adottare politiche e programmi di sensibilizzazione ambientale per educare i turisti, il personale portuale e la comunità locale sui problemi ambientali e sulla necessità di adottare pratiche sostenibili. Infine, i porti turistici possono collaborare con le autorità locali, le organizzazioni ambientali e altri partner per sviluppare strategie coordinate per la gestione ambientale dei porti turistici/marine e per promuovere pratiche sostenibili a livello locale e nazionale. La promozione di pratiche di eco-turismo e di turismo sostenibile, la creazione di zone di protezione ambientale e di aree marine protette sono solo alcune delle strategie che possono essere adottate per preservare l'ambiente marino e sensibilizzare i turisti e gli operatori del settore sulla necessità di preservare l'ambiente. Implementare queste strategie richiede l'impegno di tutti gli attori coinvolti nell'attività portuale, dalle autorità locali ai gestori dei porti turistici e marine, dalle compagnie di navigazione ai turisti stessi. Tuttavia, l'adozione delle green strategies può portare a benefici significativi, non solo dal punto di vista ambientale, ma anche economico e sociale, contribuendo a creare un turismo più sostenibile e a promuovere la tutela dell'ambiente marino.

Una delle green strategies applicabili in ambito portuale, come detto in precedenza, è la produzione di energia da fonti rinnovabili. Per questo tema verrà riservata particolare attenzione all'interno dell'elaborato in quanto si lega ad una tema di grande rilevanza nel contesto portuale come la gestione energetica. In particolare, la gestione della produzione

energetica e del consumo energetico rappresentano uno dei pilastri fondamentali per le “strategie verdi”, poiché l'energia è uno dei fattori più critici per la sostenibilità ambientale. Una gestione energetica efficace richiede il bilanciamento di produzione e consumo di energia. La produzione di energia è un processo costoso e spesso dannoso per l'ambiente e, per questo motivo, è importante ridurre al minimo gli sprechi e massimizzare l'efficienza dei processi produttivi. Tuttavia, la produzione di energia deve anche soddisfare la crescente domanda energetica delle società moderne. Il consumo di energia è altrettanto importante quanto la produzione e l'utilizzo inefficiente dell'energia può causare sprechi e inquinamento contribuendo all'aggravamento dei problemi ambientali come il cambiamento climatico. È quindi importante che il consumo di energia sia ottimizzato in modo da ridurre al minimo gli sprechi e massimizzare l'efficienza. Il bilanciamento tra produzione e consumo di energia è quindi essenziale per garantire una gestione energetica sostenibile. Ciò significa che l'energia prodotta deve essere sufficiente per soddisfare la domanda, ma senza causare eccessivo inquinamento o sprechi. Inoltre, è importante considerare l'uso di fonti energetiche rinnovabili, come l'energia solare e l'energia eolica, che possono ridurre la dipendenza dalle fonti fossili e contribuire a una maggiore sostenibilità ambientale. In sintesi, la gestione energetica è un processo complesso che richiede la considerazione di molteplici fattori, tra cui la produzione e il consumo di energia. Il bilanciamento tra questi due aspetti è fondamentale per garantire un utilizzo efficiente e sostenibile delle risorse energetiche disponibili.

La gestione dell'energia nei porti turistici e nelle marine è fondamentale per diverse ragioni. Innanzitutto, i porti sono solitamente dotati di infrastrutture energetiche di grande dimensione, come impianti di illuminazione, sistemi di climatizzazione e sistemi di alimentazione elettrica per le imbarcazioni, che richiedono una grande quantità di energia. Inoltre, i porti turistici e marine sono spesso situati in aree sensibili dal punto di vista ambientale, come le coste e le aree marine, e quindi la gestione dell'energia assume un'importanza cruciale per minimizzare l'impatto ambientale delle attività portuali. Per questo motivo, i porti turistici, stanno sempre più adottando soluzioni sostenibili per gestire l'energia, come l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, la razionalizzazione dell'uso dell'energia, la riduzione delle emissioni inquinanti e l'adozione di tecnologie innovative per la gestione energetica. In conclusione, la gestione dell'energia rappresenta un elemento fondamentale delle green strategies, e la sua applicazione nelle marine è di

vitale importanza per garantire la sostenibilità ambientale delle attività portuali e del comparto turistico. La ricerca e l'adozione di soluzioni sostenibili per gestire l'energia nei porti turistici e marine rappresentano un obiettivo strategico per la promozione di un'economia sostenibile e responsabile a livello globale.

CAPITOLO I: GREEN STRATEGIES NEL SETTORE PORTUALE

Negli ultimi decenni, il crescente interesse per le tematiche ambientali ha portato a una maggiore attenzione per la sostenibilità da parte delle imprese operanti in diversi settori economici, tra cui, in particolare, quello marittimo-portuale. Più nel dettaglio, la necessità di ridurre le emissioni nocive e mitigare gli impatti ambientali delle attività portuali ha spinto molti porti turistici e marine a sviluppare strategie “green” o “eco-friendly” comprendendo investimenti relativi sia al "lato mare" che al "lato terra" degli impianti portuari. Queste strategie prevedono la realizzazione di investimenti e l'adozione di pratiche, tecnologie e politiche che mirano a ridurre o minimizzare l'impatto ambientale delle attività portuali, favorendo al contempo una maggiore efficienza e competitività del settore. Tanto premesso, nel presente capitolo, ci si concentrerà sull'analisi delle principali green strategies adottate in ambito portuale con un focus più dettagliato sulla produzione energetica da fonti rinnovabili

1.1 Aspetti introduttivi, tassonomia e profili rilevanti

La responsabilità sociale d'impresa, la sostenibilità ambientale delle operations aziendali e l'implementazione di strategie “green” funzionali alla mitigazione e alla riduzione delle esternalità negative, sono diventati temi sempre più importanti per molte aziende in tutto il mondo. Anche l'industria marittimo-portuale sta cercando di migliorare le proprie performance in termini di sostenibilità per rispondere alle aspettative delle comunità locali e delle organizzazioni della società civile che chiedono maggiore trasparenza e responsabilità (Ashrafi et al., 2020)). I porti hanno una posizione strategica all'interno della catena di approvvigionamento e possono contribuire alla sostenibilità dell'intera industria. A tal fine, sono disponibili diverse opzioni come incentivi economici, controllo delle emissioni, regolamentazione degli standard ambientali e l'adozione di tecnologie a basse emissioni.

Per raggiungere questi obiettivi, secondo larga parte della letteratura risulta rilevante applicare un approccio al management dell'impresa che sia orientato alla

sostenibilità aziendale (Corporate Sustainability) e al concetto di Corporate Social Responsibility (CSR), che miri a creare valore nell'ambito sociale, ambientale ed economico, al fine di soddisfare le esigenze dei diversi stakeholder attuali e futuri. L'implementazione del CS è complessa perché spesso vi sono elementi contrastanti da conciliare, ma è cruciale che le strutture portuali identifichino, gestiscano e misurino i driver dell'implementazione del CS e creino sistemi e strutture efficaci per migliorare le loro performance. Per raggiungere questi obiettivi, è importante identificare i macro-driver dell'implementazione del CS nei porti turistici e marine e le risposte che questi danno alle diverse esigenze degli stakeholder. In particolare, la teoria degli stakeholder può offrire una lente utile per analizzare i driver dell'implementazione del CS nei porti. Inoltre, è importante riconoscere l'influenza delle prospettive degli stakeholder su tutte le fasi della gestione strategica del porto. L'adozione di pratiche innovative e la comprensione dei driver dell'implementazione del CS sono essenziali per tradurre le esigenze degli stakeholder in azioni concrete che possano migliorare la sostenibilità delle attività portuali.

Sulla base della revisione della letteratura accademica dedicata al tema, è possibile individuare cinque drivers (Ashraf et al., 2020) che sono la base per lo sviluppo della prospettiva multi-stakeholder:

- Fattori economici: si tratta di quei fattori relativi all'ottenimento di un vantaggio competitivo e alla crescita del business, tra i quali possiamo citare l'efficientamento della gestione operativa, la riduzione dei costi e l'incremento della competitività
- Fattori legati al mercato: per quanto riguarda questo driver, i fattori fondamentali risiedono nell'analisi del settore competitivo e della domanda dei propri clienti
- Fattori sociali: l'insieme di quei fattori legati alla legittimità sociale e alla licenza sociale ad operare. In particolare, gli elementi fondamentali sono: la gestione di una buona immagine pubblica, una corretta integrazione con la comunità locale e una comunicazione mediante media socialmente apprezzata.
- Fattori politici e di regolamentazione: si intendono la conformità normativa e la licenza regolamentare a operare.

- Fattori legati alla governance: l'insieme delle motivazioni etiche per preservare l'ambiente e tutta la sfera riguardante la responsabilità sociale

Alcuni autori annoverano tra i drivers per lo sviluppo della prospettiva multi-stakeholder anche i fattori ambientali, ritenuti ormai un'area di estrema importanza per lo sviluppo di concetti quali Corporate Sustainability e Corporate Social Responsibility (Bailey e Solomon, 2004; Dinwoodie et al., 2012; Acciaro et al., 2014; Davarzani et al., 2016; Martínez-Moya et al., 2019; Sdoukopoulos et al., 2019; Alamoush et al., 2021). Tra i fattori ambientali principali in ambito portuale vi sono: la riduzione dell'impatto ambientale, l'adattamento ai cambiamenti climatici, la diminuzione delle emissioni nocive e la mitigazione di tutte le esternalità che il porto può produrre sia lato terra che lato mare. La combinazione di quest'ultima area di interesse con i cinque drivers precedenti (fattori di mercato, di governance, sociali, economici e politici) rende possibile la concretizzazione in ambito portuale di una serie di strategie e soluzioni eco-sostenibili meglio note come "green strategies" (GSs).

Di seguito viene presentata una possibile classificazione delle diverse tipologie di GSs determinate dalla letteratura riguardante la Corporate Social Responsibility nella gestione portuale (Satta et al.):

- Digitalizzazione e piattaforme ICT: lo sviluppo di soluzioni digitali nella gestione portuale è un importante elemento per ridurre gli impatti ambientali delle attività logistiche marittime. Queste soluzioni, come l'"Internet of Things" e la blockchain, migliorano l'efficienza operativa del settore. Ulteriori soluzioni sono ad esempio le piattaforme ICT (Information and Communication Technologies), sensori intelligenti e altre tecnologie che monitorano le emissioni e le altre esternalità ambientali. L'implementazione di queste soluzioni digitali può avere un impatto positivo sull'ambiente e sulla sostenibilità delle attività portuali. Grazie all'uso di sensori intelligenti, ad esempio, è possibile monitorare il consumo di energia, consentendo di ridurre le emissioni di gas serra e altri inquinanti. Inoltre, l'uso della blockchain può aumentare la trasparenza e la tracciabilità delle attività portuali, consentendo una maggiore efficacia nella gestione. Le

piattaforme ICT, invece, possono consentire un coordinamento più efficiente delle operazioni portuali, migliorando l'operatività complessiva del sistema.

- Efficienza energetica: l'ottimizzazione dell'efficienza energetica, è fortemente legata all'attento monitoraggio dei consumi, con la creazione di banche dati a cui si possa fare riferimento. Attualmente, si sta gradualmente sostituendo i combustibili fossili con fonti rinnovabili come biomasse e GNL per ridurre le emissioni di CO₂ nell'area portuale e migliorare la qualità dell'aria. Esempi¹ di soluzioni applicabili in questo campo sono: la riqualificazione degli edifici, l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici, l'utilizzo di biomasse, l'energia eolica e geotermica. Inoltre, si può lavorare sull'illuminazione pubblica sostituendo i corpi luminosi tradizionali con quelli a basso consumo come i LED. Per avvicinarsi al concetto di Green Port, si possono attuare politiche di sostituzione graduale dei veicoli tradizionali con vetture elettriche e installazione di colonnine di ricarica in punti strategici portuali.
- Produzione energetica da fonti rinnovabili: la produzione energetica rinnovabile è una strategia fondamentale per garantire la sostenibilità ambientale e la riduzione delle emissioni nocive. Uno dei modi più comuni per la produzione di energia rinnovabile è l'installazione di pannelli fotovoltaici, che utilizzano la luce del sole per generare energia elettrica pulita, riducendo così la dipendenza dalle fonti di energia fossile e l'emissione di CO₂ nell'ambiente. Oltre ai pannelli fotovoltaici, è possibile utilizzare l'energia del vento e delle onde per produrre energia. In particolare, l'energia del vento può essere utilizzata attraverso l'installazione di turbine eoliche su piattaforme galleggianti in mare aperto, mentre l'energia delle onde può essere sfruttata utilizzando generatori di energia delle onde installati sui pontili e sulle dighe portuali. L'installazione di questi sistemi di produzione di energia rinnovabile non solo garantisce la sostenibilità ambientale, ma può anche ridurre i costi di energia per le attività portuali e aumentare l'indipendenza energetica, dando anche modo ai porti turistici e marine di

¹Esempi pratici attuati nel Porto di Genova consultabili al link:
<https://www.portsofgenoa.com/it/porti-sostenibili/green-port/efficientamento-energetico.html>

diventare hub energetici per le comunità locali nel caso si verificano surplus di produzione energetica.

- Politiche e normative: l'importanza delle politiche e degli incentivi finalizzati a stimolare gli attori della logistica marittima a adottare pratiche e comportamenti più sostenibili è un ulteriore elemento di grande importanza. Le politiche e gli incentivi che mirano alla transizione verso pratiche più sostenibili possono assumere varie forme², a partire dalla promozione dell'acquisizione di energia verde. In quest'ottica, gli attori della logistica marittima possono adottare soluzioni energetiche a basso impatto ambientale come l'uso di biocarburanti o la sperimentazione di nuove fonti di energia, come l'idrogeno verde. Inoltre, l'adozione di pratiche e comportamenti più sostenibili può essere favorita anche attraverso l'istituzione di comitati tecnici specializzati per il monitoraggio e la promozione dell'impegno ambientale del cluster marittimo. Questi comitati possono svolgere un ruolo fondamentale nella diffusione di buone pratiche ambientali e nella promozione della sensibilizzazione e della formazione degli attori della logistica marittima.
- Infrastrutture per la fornitura di energia elettrica: L'energia elettrica rappresenta una delle fonti energetiche più pulite e sostenibili disponibili, e la sua diffusione nel settore portuale può rappresentare un'importante leva per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Tra le strategie utilizzate per promuovere l'uso dell'energia elettrica nel settore portuale, troviamo l'elettificazione dei moli, nota anche come "cold ironing". Questa tecnologia consente alle navi di spegnere i loro motori diesel quando attraccano in porto e di connettersi alla rete elettrica locale, utilizzando l'energia elettrica per alimentare i loro sistemi di bordo. Ciò comporta una significativa riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e dell'inquinamento acustico e atmosferico. Secondo uno studio del 2019 pubblicato su "Journal of Cleaner Production" (Dai et al., 2019) l'elettificazione dei moli può ridurre le emissioni di gas a effetto serra fino al 60% rispetto all'uso di carburanti fossili, contribuendo in modo significativo alla lotta contro il cambiamento climatico. Inoltre, un'ulteriore strategia per la promozione dell'energia elettrica

² UNCTAD (2019), *Review of Maritime Transport 2019*

nel settore portuale consiste nella costruzione di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici.

- Impianti di bunkeraggio e stoccaggio di combustibili alternativi: si tratta della costruzione di strutture per il bunkering e lo stoccaggio di combustibili alternativi come il gas naturale liquefatto, l'idrogeno, l'ammoniaca, i biocarburanti e altri. L'utilizzo di combustibili alternativi è fondamentale per ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali, in particolare per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di gas serra. Secondo i dati riportati sul sito della Commissione Europea³, le emissioni di CO₂ delle navi rappresentano circa il 3% del totale delle emissioni globali. Per questo motivo, la costruzione di strutture di stoccaggio e di rifornimento di carburanti alternativi può rappresentare una soluzione concreta per ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali. Il gas naturale liquefatto, per esempio, è un carburante a basso impatto ambientale che può essere utilizzato come alternativa al gasolio. Secondo un rapporto della DNV GL⁴, l'utilizzo di gas naturale liquefatto come carburante può ridurre le emissioni di CO₂ del 20% rispetto al gasolio. L'idrogeno, invece, è un combustibile completamente pulito che può essere prodotto da fonti rinnovabili come l'energia solare e l'energia eolica. L'utilizzo di idrogeno come carburante può contribuire a ridurre le emissioni di CO₂ e altri inquinanti, ma è ancora in fase di sviluppo e richiede ulteriori investimenti e sviluppi tecnologici. L'ammoniaca e i biocarburanti costituiscono ulteriori alternative ai combustibili fossili, ma richiedono ulteriori studi per comprendere appieno il loro potenziale e le relative sfide tecniche ed economiche.
- Cambio della destinazione d'uso degli spazi portuali: è importante sottolineare l'importanza della conversione dell'attuale destinazione d'uso di alcune aree portuali in favore delle comunità locali. Questa strategia può consentire la creazione di nuove opportunità di lavoro e di sviluppo economico per le comunità circostanti, migliorando la qualità della vita dei residenti. In particolare, la costruzione di nuovi quartieri residenziali, parchi, musei e centri di intrattenimento con focus sull'industria logistica marittima può contribuire alla

³ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-shipping-sector_en

⁴ DNV GL, "Energy transition outlook 2020,"

valorizzazione del patrimonio culturale e turistico delle città portuali. La costruzione di infrastrutture per la fornitura di energia elettrica e la conversione dell'attuale destinazione d'uso di alcune aree portuali in favore delle comunità locali sono strategie fondamentali per garantire uno sviluppo sostenibile del settore portuale.

- **Ricerca e sviluppo:** Per mitigare gli effetti negativi sull'ambiente, è fondamentale che la Pubblica Amministrazione (PA) e il Port Management Board (PMB) collaborino con partner scientifici o industriali al fine di raggiungere un porto più sostenibile tramite ricerche e sviluppo. In questo senso, giocano un ruolo importante le certificazioni ambientali, come la certificazione EcoPorts⁵, che riconosce gli sforzi delle autorità portuali per migliorare la sostenibilità del porto. EcoPorts è la principale iniziativa ambientale del settore portuale europeo, ed è stata avviata da una serie di porti proattivi nel 1997, per essere nel 2011 completamente integrata nell'Organizzazione europea dei porti marittimi (ESPO). Il principio generale di EcoPorts è aumentare la consapevolezza sulla protezione ambientale attraverso la cooperazione e la condivisione delle conoscenze tra i porti e migliorare gestione ambientale. In conclusione, la collaborazione tra PA e il PMB e la totale integrazione con progetti di sviluppo, sono vitali per migliorare la sostenibilità del porto attraverso studi innovativi.

1.2 Focus sulla produzione energetica da fonti rinnovabili

Dopo aver presentato una tassonomia delle green strategies nel primo paragrafo, questa sezione sarà dedicata ad una delle strategie sostenibili descritte in precedenza: la produzione energetica da fonti rinnovabili. La focalizzazione su questa determinata green strategy è stata scelta poiché nel corso dell'elaborato verranno trattate tematiche riguardanti il consumo e l'efficientamento energetico all'interno dei porti turistici e delle marine.

L'implementazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili negli ambiti portuali rappresenta una sfida importante ma necessaria nella lotta ai cambiamenti

⁵ <https://www.ecoport.com/>

climatici, rappresentando una delle soluzioni ecosostenibili che possono contribuire alle diminuzioni di gas serra. Per questo motivo, i porti turistici e le marine stanno sempre più adottando sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili al fine di ridurre il proprio impatto. In tal senso, la sostenibilità delle strutture portuali può essere raggiunta solo se le dimensioni ambientali, economiche e sociali sono contemporaneamente coinvolte. L'obiettivo principale è quello di sviluppare un porto socialmente accettabile, che massimizzi il profitto economico e sia efficiente dal punto di vista energetico ed ecologico (Agostinelli et al., 2022). La gestione energetica nei porti turistici e marine rappresenta uno strumento fondamentale per lo sviluppo sostenibile delle fonti energetiche rinnovabili e la collaborazione con gli stakeholders e i decision-makers rappresenta un fattore cruciale nella gestione energetica sostenibile dei porti turistici e marine, la quale, può essere allineata alle strategie urbane, che includono misure per l'espansione dell'uso di fonti "green", la promozione di attività eco-sostenibili e la protezione dell'ambiente (Acciaro et al., 2014). Le fonti energetiche rinnovabili possono essere di varie tipologie, ad esempio energia solare, eolica, e marina. Di seguito, approfondiremo ciascuna di queste fonti energetiche rinnovabili e analizzeremo le loro applicazioni e potenzialità nell'ambito portuale.

1.2.1 Produzione energetica mediante l'utilizzo del fotovoltaico

L'energia solare è un tipo di energia rinnovabile che sta assumendo un ruolo sempre più importante a livello mondiale. Secondo uno studio pubblicato dall'International Energy Agency, nel 2030 il fotovoltaico potrebbe fornire circa il 4% dell'energia elettrica prodotta nel mondo⁶. Questo perché il costo dei pannelli solari è in costante diminuzione e la tecnologia di produzione dell'energia solare sta diventando sempre più efficiente. Per quanto riguarda la connessione elettrica, gli impianti fotovoltaici possono essere distinti in due tipologie⁷:

- impianti a isola (stand-alone): sono quei sistemi che non sono connessi alla rete di distribuzione elettrica. Questi sistemi utilizzano delle batterie di accumulo per immagazzinare l'energia in esubero prodotta durante le ore diurne per poi

⁶ International Energy Agency, "World Energy Outlook 2021"

⁷ Documento di Pianificazione Energetico Ambientale del Sistema Portuale (DPEASP) marzo 2020 (Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale)

restituirli durante la notte. Questa tipologia di impianti ha un'ampia applicazione e diffusione in Italia nel settore della segnaletica stradale e visiva. Questo tipo di impianti è molto utile in zone isolate o dove la rete di distribuzione elettrica non arriva

- impianti connessi in rete (grid-connect): questo tipo di impianti invece sono connessi alla rete elettrica nazionale e cedono interamente l'energia elettrica prodotta in esubero alla rete elettrica nazionale. In questo modo, l'energia solare prodotta dagli impianti può essere utilizzata direttamente dalle abitazioni e dalle industrie, riducendo la dipendenza dalle fonti di energia non rinnovabile.

L'applicazione dell'energia solare in ambito portuale è frequente in varie parti del mondo e pubblicazioni come "Application of renewable energy technologies for eco-friendly sea ports" (Seddiek, 2020), presentano alcuni punti comuni per la realizzazione di impianti fotovoltaici in ambito marittimo, tra cui è possibile annoverare i seguenti:

- Esistenza di un'area adeguata esposta al sole: la quantità di energia solare che può essere raccolta dipende dall'area esposta al sole; alte latitudini e zone di ombra possono avere difficoltà a raccogliere abbastanza energia solare.
- Disponibilità di alta radiazione solare: l'efficienza delle celle solari dipende dalla quantità di radiazione solare che ricevono. Pertanto, le aree con radiazione solare elevata sono più adatte per l'utilizzo di pannelli solari.
- Disponibilità di un sistema di alimentazione solare fotovoltaico adatto alla rete: un sistema di alimentazione solare fotovoltaico adatto alla rete deve essere in grado di fornire energia costantemente, anche durante condizioni meteorologiche avverse.
- Selezione tecnico-economica dei pannelli solari disponibili: la scelta dei pannelli solari giusti è essenziale per garantire un'efficienza ottimale del sistema solare.
- Valutazione scientifica del layout del sistema: la progettazione del sistema dovrebbe essere basata su una valutazione scientifica della posizione dei pannelli solari, dell'angolo di inclinazione e dell'orientamento rispetto al sole. La progettazione dovrebbe anche prevedere un sistema di monitoraggio e controllo dell'energia solare per garantire un'efficienza ottimale. L'utilizzo di software per lo studio delle radiazioni solari e per la progettazione è fondamentale.

L'utilizzo di pannelli solari viene impiegato anche per la produzione di acqua calda e il riscaldamento degli ambienti. I pannelli solari termici sono in grado di sfruttare l'energia del sole e trasformarla in energia termica, senza emettere alcun tipo di gas serra o inquinante. Inoltre, questo tipo di impianto è in grado di ridurre notevolmente i costi di energia, poiché non richiede il consumo di fonti fossili. Esistono due tipologie di pannelli solari termici: i tubi sottovuoto e i pannelli vetrati. I primi presentano un elevato rendimento in tutti i mesi dell'anno e sono adatti ad essere installati anche in condizioni climatiche rigide. Gli ultimi, invece, sono stati i primi ad essere apparsi sul mercato e rappresentano una tecnologia molto diffusa, sia per applicazioni domestiche, sia per piccole applicazioni industriali. Gli impianti solari termici possono essere dotati di un serbatoio di accumulo integrato o di un accumulo separato. Nel primo caso, la circolazione dell'acqua nel pannello avviene generalmente per convezione naturale, mentre nel secondo caso la pompa di circolazione viene messa in funzione da una centralina in ragione delle temperature dei collettori e dell'acqua nel serbatoio di accumulo. In Italia, la produzione di energia da fonti rinnovabili è in costante crescita e l'energia solare rappresenta una delle soluzioni più promettenti per il futuro. Secondo un rapporto dell'Agenzia Internazionale per le Energie Rinnovabili (IRENA), entro il 2050 l'energia solare potrebbe coprire fino al 27% del fabbisogno energetico globale. La tecnologia dei pannelli solari termici sta continuando a evolversi e a migliorare e, ad esempio, sono stati sviluppati pannelli solari termici ibridi, in grado di combinare la produzione di acqua calda sanitaria con la produzione di energia elettrica, aumentando così l'efficienza e la resa degli impianti. In ambito portuale la tecnologia del fotovoltaico è spesso utilizzata sfruttando i tetti degli edifici preesistenti, oppure, specialmente per quanto riguarda le marine e i porti turistici, i pannelli vengono installati sopra le pensiline che fungono da coperture per parcheggi, avendo il duplice scopo di coprire veicoli parcheggiati e generare energia pulita per gli automezzi.

1.2.2 Produzione energetica mediante l'utilizzo di impianti eolici

L'energia eolica sta diventando sempre più popolare in tutto il mondo come fonte di energia rinnovabile. In particolare, l'energia eolica è stata applicata in ambito portuale per fornire energia pulita e sostenibile ai terminali marittimi, ai porti turistici e alle navi che attraccano. La produzione di energia elettrica può essere ottenuta attraverso

l'installazione di turbine eoliche sui moli e sui pontili portuali, che sfruttano la forza del vento per generare energia, oppure possono essere installate in mare (offshore wind power). Tra i principali vantaggi dell'energia eolica in ambito portuale vi è la possibilità di ridurre le emissioni di CO₂ e i costi operativi, essendo l'energia eolica una fonte di energia pulita e rinnovabile, che non produce inquinamento atmosferico o acustico. Tuttavia, a differenza dei pannelli solari, che molte volte sfruttano gli impianti portuali preesistenti potendo ad esempio essere installati sui tetti degli edifici, le turbine eoliche rappresentano un impianto che talvolta può provocare esternalità negative legate all'impatto visivo (Esteve-Pérez e Gutiérrez-Romero, 2015). L'implementazione dell'energia eolica nei porti turistici e marine richiede una pianificazione attenta e una valutazione della fattibilità tecnica ed economica. Sono infatti fondamentali studi sulla velocità media del vento, simulazioni mediante DesignBuilder software e analisi della potenza del vento utilizzando software come ANSYS Fluent (Tawfik et al., 2023).

Dal punto di vista tecnico, gli aerogeneratori, in ragione della posizione dell'asse attorno a cui ruota il rotore, si distinguono in generatori ad asse orizzontale (HAWT) e ad asse verticale (VAWT). I primi sono i più noti e diffusi; tuttavia, i generatori ad asse verticale ultimamente sono diventati oggetto di studio e ricerche soprattutto in riferimento alle piccole potenze. Le turbine ad asse orizzontale hanno prestazioni superiori rispetto a quelle ad asse verticale, dovuto alla loro geometria che non oppone parti in rotazione a contrasto col vento bensì tutte le loro parti partecipano alla generazione di energia. Le turbine ad asse verticale sono applicabili ove sia richiesta compattezza a basso impatto visivo (ma anche basse produzioni), laddove il rumore è una variabile fondamentale (le VAWT sono mediamente più silenziose). Un discorso a parte dovrebbe essere fatto per i regimi di vento turbolenti in direzione e intensità: le VAWT potrebbero vedere ridotto il loro incolmabile svantaggio nelle performance laddove l'installazione preveda venti turbolenti e con direzioni sempre in cambiamento. In queste situazioni le HAWT potrebbero accusare perdite di allineamento al flusso ventoso. L'elemento che più di tutti determina il raggiungimento di buone performance è l'accuratezza della scelta del posizionamento degli impianti fotovoltaici, anche e soprattutto per le installazioni offshore. Esistono diversi fattori (Seddiek, 2020) che influenzano la scelta del sito adatto, come la densità della risorsa eolica, la velocità e la direzione del vento, l'altezza della

turbina, il carico della turbina, lo spaziamento minimo tra le turbine, la distanza dalle altre strutture.

1.2.3 Produzione energetica mediante l'energia marina

L'energia rinnovabile marina rappresenta una risorsa inesauribile e potenzialmente molto importante per la produzione di energia pulita. Tra le fonti di energia marina, quella generata dalle onde e dalle maree sembra essere quella che sta ottenendo maggiori sviluppi nella fase operativa. In particolare, il Mar Mediterraneo offre importanti opportunità sia per la produzione di energia che per lo sviluppo tecnologico⁸. L'energia del mare può essere sfruttata principalmente in quattro metodi (“Decarbonizzazione dell'economia italiana- Il Catalogo delle tecnologie energetiche”, rapporto ENEA 2017):

- sfruttamento delle correnti marine: le turbine, in questo caso, sono fatte ruotare dalla forza cinetica dell'acqua, che viene poi convertita in energia elettrica.
- gradiente di temperatura: viene sfruttata la differenza di temperatura tra le acque marine superficiali e quelle grazie alla tecnologia OTEC⁹ (Ocean Thermal Energy Conversion). Il principio di funzionamento è simile a quello di una centrale termoelettrica a vapore. Si utilizza un ciclo chiuso nel quale circola un fluido (es: ammoniaca e fluoro) in grado di evaporare alla temperatura dell'acqua di superficie (es: 25-28 °C); il vapore in pressione mette in moto una turbina e un generatore di elettricità (alternatore), quindi passa in un condensatore e torna allo stato liquido, raffreddato dall'acqua aspirata dal fondo (che può essere ad esempio a 6-7 C°).
- Le maree: un'altra importante forma di energia rinnovabile marina è rappresentata dalle maree. Grazie all'attrazione gravitazionale esercitata dalla luna, si possono utilizzare impianti di grandi dimensioni, come dighe o bacini di accumulo, per produrre energia. In alcune zone del pianeta si registrano maree anche con 20m di ampiezza verticale. Un esempio di centrale mareomotrice è quella costruita in Francia alla foce del fiume Rance, che utilizza una marea con un dislivello di 13,5m e una portata di 18.000 metri cubi di acqua al secondo, con una potenza erogabile di 240 MW.

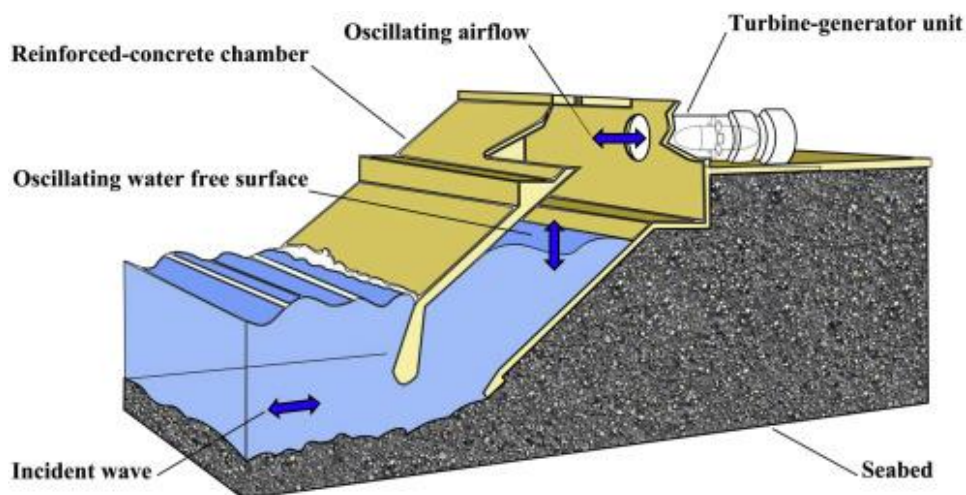
⁸ *Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale Documento di Pianificazione Energetica ed Ambientale del Sistema Portuale, marzo 2020*

⁹ *United States Energy Information Administration*

- Il moto ondoso: una fonte di energia studiata da più tempo e una di quelle che conosce il maggior numero di prototipi. Per catturare l'energia delle onde, vengono utilizzati generalmente tre tipi di impianti: quelli sommersi composti da cilindri fissati al fondale marino, gli apparati galleggianti che sfruttano l'ampiezza delle onde in mare aperto e gli impianti costieri che sfruttano il principio della colonna d'acqua oscillante.

Per quanto riguarda lo sfruttamento del moto ondoso, in ambito portuale sono preferibili gli impianti costieri che vengono presentati nel catalogo delle tecnologie energetiche, a cura dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile del 2017¹⁰. Uno di questi impianti prende il nome di Oscillating Water Column (OWC) o colonna d'acqua oscillante. Il funzionamento delle OWC si basa sulla variazione del livello dell'acqua nella camera esterna, che avviene per l'azione del moto ondoso. L'alternanza del livello dell'acqua induce un analogo movimento dell'aria nella camera interna, che viene compressa e rilasciata, mettendo in movimento una turbina collegata ad un generatore elettrico (Figura 1).

Figura 1: Funzionamento dell'OCW



Fonte: "DECARBONIZZAZIONE DELL'ECONOMIA ITALIANA - Il Catalogo delle tecnologie energetiche", 2017 a cura di ENEA, CNR e RSE

¹⁰ "DECARBONIZZAZIONE DELL'ECONOMIA ITALIANA - Il Catalogo delle tecnologie energetiche", 2017 a cura di ENEA, CNR e RSE

Il rapporto presentato da ENEA continua indicando che l'energia del moto ondoso disponibile per la conversione in energia elettrica nel Mediterraneo è relativamente bassa rispetto a quella degli oceani, a causa delle caratteristiche stesse del Mediterraneo. Le onde del nostro mare sono infatti meno potenti rispetto a quelle degli oceani, ma, ciò nonostante, esistono ancora delle opportunità per sfruttare l'energia del moto ondoso in modo efficace. La costa italiana offre una vasta gamma di potenziale energetico del moto ondoso, con valori massimi registrati nella costa occidentale della Sardegna (circa 12 kW/m) e nella zona meridionale della Sicilia (circa 5,5 kW/m). Questi valori sono stati misurati in zone costiere relativamente protette, dove le onde sono meno potenti rispetto alle aree marine aperte. Tuttavia, la loro posizione geografica potrebbe essere un vantaggio per lo sviluppo delle tecnologie per l'estrazione dell'energia dalle onde, dato che sono vicine alle coste e quindi più facilmente accessibili.

1.3 Bilanciamento energetico tra consumo e produzione nell'ambito portuale

Nel paragrafo precedente è stato posto l'accento sulla produzione energetica in ambito portuale, una produzione che può avvenire mediante fonti rinnovabili. La gestione energetica deve però concertarsi oltre che sulla produzione energetica, anche sul consumo delle risorse energetiche e sull'opportuno bilanciamento di questi due fattori.

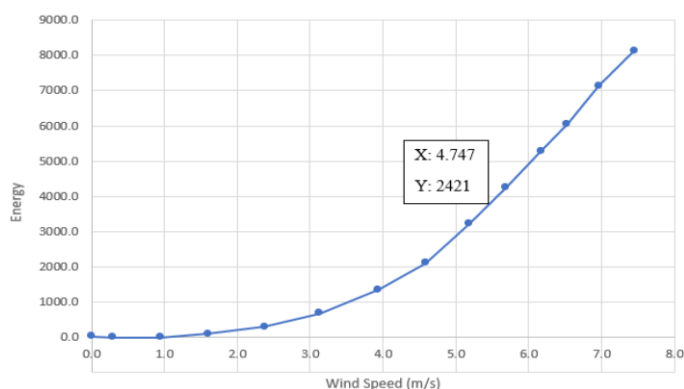
Il bilanciamento energetico tra consumo e produzione è un aspetto fondamentale per la gestione sostenibile dell'energia nei porti turistici e marine. Le marine costituiscono un importante punto di attrazione per i turisti, ma rappresentano anche una fonte di impatto ambientale e di emissioni di gas serra. L'adozione di soluzioni tecnologiche sostenibili e di gestione energetica integrata possono contribuire in modo significativo alla riduzione dell'impatto ambientale delle marine. L'impiego di impianti fotovoltaici, turbine eoliche e generatori a biocarburanti possono fornire energia pulita per le strutture portuali e per le imbarcazioni, mentre l'utilizzo di batterie di accumulo e di sistemi di controllo intelligente dell'energia possono consentire una migliore gestione del consumo di energia pulita precedentemente prodotta. La gestione integrata dell'energia è un altro aspetto importante per il bilanciamento energetico nelle marine. Questo implica l'integrazione di diverse fonti di energia rinnovabile e la gestione della domanda di energia.

L'implementazione di energia rinnovabile nei porti turistici rappresenta un'importante opportunità per ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali e promuovere pratiche sostenibili. Tuttavia, per garantire l'efficacia di tali iniziative, è fondamentale condurre analisi accurate e dettagliate per comprendere i consumi energetici del porto e bilanciarli con le produzioni di energia rinnovabile. In particolare, l'implementazione di fonti di energia rinnovabile come l'energia solare ed eolica richiede una conoscenza approfondita dei consumi energetici annuali del porto. Solo attraverso una analisi accurata dei consumi, infatti, è possibile dimensionare correttamente le installazioni di energia rinnovabile e bilanciare i consumi con le produzioni. Inoltre, la contestualizzazione all'ambito portuale, in particolare nei porti turistici, è importante per valutare le esigenze energetiche specifiche e le caratteristiche dell'ambiente circostante. Ad esempio, le marine possono presentare una maggiore variazione dei consumi energetici in base alla stagionalità turistica e alle attività portuali. L'utilizzo di tecnologie di monitoraggio avanzate può supportare le analisi e le valutazioni di bilanciamento dei consumi e delle produzioni energetiche. In questo modo, è possibile avere una visione completa e dettagliata del consumo energetico del porto, monitorare le prestazioni delle fonti di energia rinnovabile e adottare strategie di gestione energetica efficaci. In sintesi, l'implementazione di energia rinnovabile nei porti turistici rappresenta un'importante opportunità per promuovere pratiche sostenibili e ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali. Tuttavia, per garantire l'efficacia di tali iniziative, è fondamentale condurre analisi dettagliate e utilizzare tecnologie di monitoraggio avanzate per bilanciare i consumi e le produzioni energetiche in modo accurato.

Un esempio pratico riguardante il porto di Anzio, è presentato all'interno dell'articolo "*Renewable Energy System Controlled by Open-Source Tools and Digital Twin Model: Zero Energy Port Area in Italy*" (Agostinelli et al., 2022). In questa struttura è stata implementata un'integrazione tra due fonti rinnovabili per la produzione di energia pulita: solare ed eolica. Una volta analizzato il fabbisogno annuale di consumo d'energia, l'analisi si è spostata alla produzione energetica. Sono stati utilizzati più di 40 anni di dati mensili dal dataset MERRA-2 per comprendere meglio il potenziale della velocità del vento e la mappatura delle zone portuali. Questo studio è di grande rilevanza perché fornisce informazioni preziose sulla forza e la direzione del vento, che possono essere utilizzate per ottimizzare le attività portuali e per installare impianti eolici. Grazie

all'utilizzo di MATLAB, è stato possibile calcolare la quantità di energia prodotta da una turbina in funzione della velocità del vento (Figura 2), arrivando alla conclusione che, per una velocità di 4,75 m/s (velocità media), l'energia prodotta è di circa 2420 kWh. Il progetto prevede l'installazione di quindici turbine eoliche nelle aree esterne del porto, ottenendo così una produzione di circa 36.300 kWh di energia all'anno.

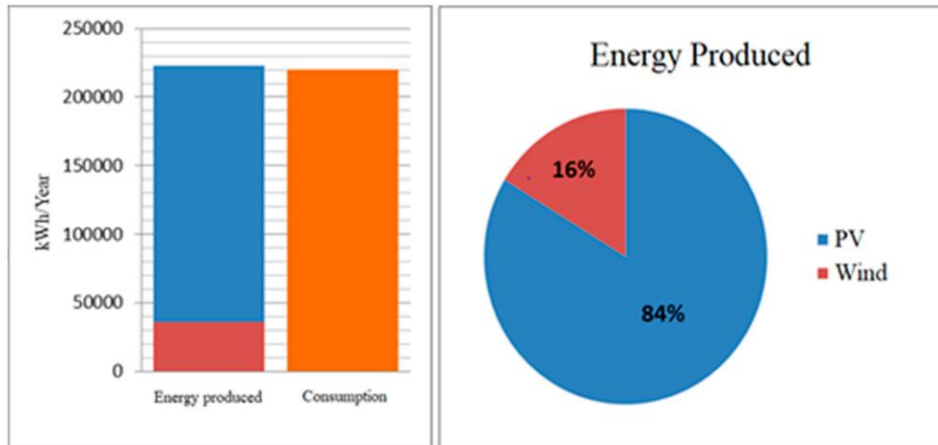
Figura.2: produzione energetica di una turbina



Fonte: “Renewable Energy System Controlled by Open-Source Tools and Digital Twin Model: Zero Energy Port Area in Italy” (Agostinelli et al., 2022)

Anche per l'impianto fotovoltaico sono stati utilizzati dati mensili dal set di rianalisi MERRA-2 per mappare l'irradiazione solare fotovoltaica delle aree portuali. L'area proposta ha una superficie di circa 800 mq e le pensiline fotovoltaiche sono coperture per parcheggi che hanno il duplice scopo di coprire veicoli parcheggiati e generare energia pulita. Sono realizzati principalmente in acciaio zincato, un materiale ad alta resistenza che sostiene il sistema di moduli fotovoltaici. Il fotovoltaico sul tetto della copertura ha la duplice utilità di fornire energia pulita alla rete portuale o anche alle colonnine di ricarica delle auto elettriche parcheggiate. In questo caso la produzione annuale ammonta a 186,254.63 kWh. Considerando un consumo annuo di poco superiore a 200,000.00 kWh, l'integrazione tra le due fonti rinnovabili permette di bilanciare perfettamente la produzione e il consumo. Il fabbisogno energetico annuo ottimizzato dell'area portuale è interamente coperto dalla produzione in loco di impianti eolici e fotovoltaici (Figura 3).

Figura 3: comparazione consumo-produzione e suddivisione tra le due fonti energetiche



Fonte: “Renewable Energy System Controlled by Open-Source Tools and Digital Twin Model: Zero Energy Port Area in Italy (Agostinelli et al., 2022)

CAPITOLO II: SISTEMI PER LA GESTIONE ENERGETICA (ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS)

L'efficienza energetica e la gestione sostenibile delle risorse sono diventate priorità sempre più rilevanti nel contesto attuale. In questo capitolo esploreremo i sistemi per la gestione energetica, che rappresentano un insieme di soluzioni e strategie volte a ottimizzare l'utilizzo dell'energia e a ridurre gli impatti ambientali. Analizzeremo i principali concetti, le tecnologie e le sfide associate a tali sistemi, fornendo una panoramica completa sul tema nell'ambito portuale.

Per Energy Management System (EMS)¹ si intende un sistema che consente di gestire l'uso dell'energia all'interno di un'organizzazione o di un'azienda, con l'obiettivo di ridurre i costi energetici e minimizzare l'impatto ambientale. L'EMS si basa su una serie di misure di gestione dell'energia, come la raccolta di dati sull'uso dell'energia, il monitoraggio del consumo energetico, la pianificazione e il controllo delle attività di utilizzo dell'energia. Tali sistemi aiutano a controllare i costi dell'energia attraverso la gestione dell'energia in modo più efficiente, migliorando l'efficienza energetica e riducendo gli sprechi. L'EMS può anche aiutare a identificare potenziali problemi legati alla gestione energetica prima che si verifichino, come guasti dell'equipaggiamento o dissipazioni di energia. Ciò consente alle aziende di agire prontamente per risolvere i problemi e prevenire interruzioni dell'attività. I sistemi di gestione dell'energia possono essere utilizzati in molte aree, tra cui il controllo del riscaldamento e del condizionamento dell'aria, l'illuminazione, l'uso dei computer, l'uso di apparecchiature di produzione e altro ancora. L'EMS utilizza spesso la tecnologia dell'Internet delle cose (IoT) per raccogliere dati in tempo reale sui consumi energetici, che possono essere utilizzati per ottimizzare i processi energetici e ridurre i costi. In sintesi, un Energy Management System è un sistema completo e integrato per gestire l'uso dell'energia all'interno di un'organizzazione, fornendo ausilio sul controllo dei costi energetici, sul miglioramento dell'efficienza

¹ *An introduction to energy management systems: energy savings and increased industrial productivity for the iron and steel sector*, « Organisation for Economic Co-operation and Development

energetica e sulla riduzione dell'impatto ambientale, consentendo alle aziende di gestire l'energia in modo più efficace e sostenibile.

Secondo la norma ISO50001², l'Energy Management System è definito come "un approccio sistemico per gestire l'energia all'interno delle organizzazioni, per migliorare l'efficienza energetica, ridurre i costi e migliorare la sostenibilità ambientale". L'ISO 50001 fornisce le linee guida per la creazione e l'implementazione di un EMS, fornendo agli utenti una metodologia per identificare, monitorare e controllare i consumi energetici, nonché per implementare soluzioni per migliorare l'efficienza energetica.

L'introduzione in ambito portuale di un EMS può rivelarsi molto importante per lo sviluppo dei green port. La struttura dei porti comprende di solito diverse attività e, a seconda della situazione specifica, può essere presente una prevalenza di insediamenti industriali (cantieri navali), di servizi commerciali (gestione dei passeggeri e dipendenti del porto) o logistici (movimentazione di merci) (Aluisio et al., 2017). Le attività prevalenti all'interno di un porto differiscono principalmente a seconda del tipo di porto, a seconda che essi siano porti di natura commerciale o di natura turistica. In ogni caso, si può osservare una forte domanda di energia nelle aree portuali, sia essa derivante dalle attività principali o dalle attività ancillari. Inoltre, la frequente vicinanza dei porti al contesto urbano comporta diversi problemi, come l'interazione del traffico urbano con il movimento di passeggeri e merci, nonché il fatto che i porti presentano numerose fonti di inquinamento concentrate, quali inquinamento visivo, acustico ed emissioni di gas atmosferici.

Pertanto, la necessità di monitorare le questioni ambientali dei porti ha acquisito notevole importanza. In particolare, l'Organizzazione Europea dei Porti Marittimi ha svolto sondaggi periodici sulle preoccupazioni ambientali delle strutture portuali, e i risultati mostrano la principale attenzione alla qualità dell'aria e la crescente importanza dell'efficienza energetica. In questo senso, le autorità portuali sono chiamate a adottare adeguate azioni per ridurre l'impatto ambientale, come l'esemplificazione attraverso le buone pratiche, l'attenzione verso i consumi delle infrastrutture, coinvolgendo i diversi soggetti presenti nelle aree portuali, ponendo incentivi per un corretto comportamento energetico. Tali azioni dovrebbero quindi essere integrate in un piano di sviluppo

² *International Organization for Standardization*

ambiente-energia, realizzato dalle autorità portuali mediante metodologie appropriate al fine di affrontare i pilastri della resilienza, disponibilità, affidabilità, efficienza e sostenibilità.

Le misure tecniche appropriate dipendono dalle caratteristiche specifiche del porto, coinvolgendo l'alimentazione a terra delle navi in banchina, l'integrazione della produzione di energia rinnovabile e della generazione onshore di combustibili alternativi, e l'uso di mezzi di trasporto elettrici. Inoltre, dovrebbe essere previsto un quadro di gestione ambiente-energia, in cui le iniziative possano essere armonizzate al fine di aumentare i loro potenziali benefici. In generale, il tema della sostenibilità ambientale e della gestione dell'energia nei porti turistici e marine rappresenta una sfida importante, ma allo stesso tempo una grande opportunità per promuovere la crescita economica sostenibile e la tutela dell'ambiente marino.

2.1 Sistemi di gestione dell'energia: l'approccio basato sui processi

I sistemi di gestione dell'energia sono diventati sempre più importanti negli ultimi anni, poiché le aziende dimostrano un crescente interesse e impegno per ridurre i propri costi energetici e di migliorare la loro sostenibilità ambientale. Uno dei modi più efficaci per gestire l'energia in modo efficiente è attraverso l'adozione di un approccio basato sui processi³. L'approccio basato sui processi prevede l'analisi e la gestione di tutti i processi aziendali che utilizzano energia, dalla produzione alla distribuzione, al fine di identificare le aree in cui si possono ridurre i consumi energetici. In questo modo, le aziende possono individuare i processi che consumano più energia e adottare misure per ridurre i loro consumi energetici, come l'installazione di apparecchiature a basso consumo energetico, la modifica dei processi produttivi, l'adozione di fonti di energia rinnovabile e l'implementazione di strategie di gestione dell'energia. Il sistema di gestione dell'energia basato sui processi può essere implementato in conformità con la norma ISO 50001, che stabilisce i requisiti per l'implementazione di un sistema di gestione dell'energia efficace. La norma ISO 50001 prevede un approccio basato sui processi, che aiuta le aziende a identificare le aree di miglioramento dell'efficienza energetica e a stabilire obiettivi di

³ *“Indagine sullo stato di attuazione dei sistemi di gestione dell'energia ISO 50001”, Federazione Italiana per l'uso razionale dell'energia (2021)*

miglioramento. Questo approccio consente di ottenere una comprensione più approfondita dei modelli di consumo energetico e delle opportunità di efficientamento. Suddividere le operazioni in processi e sottoprocessi fornisce un quadro strutturato per la gestione energetica, consentendo alle aziende di individuare aree specifiche in cui l'energia viene utilizzata, sprecata o impiegata in modo inefficiente. Ciò consente di adottare misure specifiche e personalizzate per migliorare la gestione energetica in ciascuna fase operativa. Ad esempio, potrebbe essere identificato un sottoprocesso che richiede l'utilizzo intensivo di energia e che potrebbe beneficiare di una maggiore automazione o di un miglioramento dei sistemi di controllo. Inoltre, ogni persona coinvolta nel processo può diventare consapevole del proprio impatto sul consumo energetico e contribuire attivamente all'implementazione di pratiche più efficienti.

La gestione dell'energia rappresenta una delle principali sfide per i porti turistici e marine, in quanto queste aree presentano una forte richiesta energetica dovuta alle diverse attività che vi si svolgono. Per affrontare questa problematica, è necessario applicare una metodologia di valutazione del consumo energetico, attraverso la quale si possono individuare le principali lacune in termini di efficienza energetica e definire le azioni necessarie per migliorare le prestazioni del porto in questo ambito (Boile et al., 2016). Una volta completata la valutazione del consumo energetico, si può procedere alla definizione dell'EMP, ovvero il piano di gestione dell'energia del porto. Tale processo prevede la mappatura dell'energia e la valutazione del consumo, in modo da ottenere una chiara rappresentazione delle prestazioni energetiche del porto e identificare eventuali lacune che devono essere affrontate per garantire un'operatività efficiente dal punto di vista energetico. A questo scopo, possono essere utilizzati i KPI (key performance indicators) o il processo di benchmarking. Una volta individuate le lacune, è importante coinvolgere tutti gli stakeholder della comunità portuale per ottenere il consenso sulle azioni necessarie per affrontare tali problematiche. È possibile organizzare incontri di gruppo in cui i rappresentanti dei vari gruppi di stakeholder possano partecipare, condividere le loro opinioni e fornire suggerimenti. Una volta definiti i piani d'azione per affrontare le lacune esistenti, è importante promuovere un processo di ristrutturazione energetica, definendo in dettaglio tutte le azioni necessarie per migliorare l'efficienza energetica del porto, tra cui il tempo necessario per l'implementazione delle azioni, i costi previsti e le responsabilità degli attori portuali coinvolti. Inoltre, il piano dovrà definire

come le prestazioni energetiche del porto verranno monitorate e valutate, fornendo un insieme di KPI pertinenti che tengano conto del traffico portuale, dei requisiti energetici e delle variazioni di tali requisiti nel corso dell'anno.

L'analisi dei processi portuali deve essere effettuata con l'obiettivo dell'ottimizzazione energetica in ogni sotto processo. Per fare questo, è possibile utilizzare strumenti come il blueprint per progettare nuovi servizi o riprogettare quelli esistenti, ponendo particolare enfasi sulle dimensioni connesse ai singoli processi e alle sottostanti procedure operative. Il blueprint⁴ è uno strumento che consente di visualizzare i singoli processi in cui si articolano la produzione e l'erogazione del servizio portuale turistico. In questo ambito, i processi possono essere suddivisi in diverse fasi, come la gestione delle navi, il trasporto dei passeggeri, la gestione dei bagagli e la gestione dei servizi a terra. Ogni fase può essere ulteriormente suddivisa in sotto-processi, come ad esempio l'approvvigionamento di carburante, l'attracco delle imbarcazioni, la discesa a terra dei passeggeri, l'organizzazione del trasporto dei passeggeri e la pulizia delle navi. Inserire elementi connessi a flussi, sequenze, relazioni e dipendenze nel blueprint è essenziale per garantire l'efficienza energetica dei processi portuali. Ad esempio, una buona organizzazione del trasporto dei passeggeri può contribuire a ridurre i tempi di attesa, aumentare la soddisfazione del cliente e ridurre i consumi energetici. La gestione efficiente dei flussi di persone e bagagli può ridurre il tempo di permanenza delle navi in porto e quindi ridurre il consumo di carburante. In definitiva, l'analisi dei processi portuali con l'obiettivo dell'efficienza energetica è fondamentale per garantire la sostenibilità del settore turistico e la riduzione dell'impatto ambientale dei porti turistici. L'utilizzo del blueprint come strumento di progettazione e gestione dei processi può aiutare a identificare le aree in cui è possibile migliorare l'efficienza energetica e implementare soluzioni innovative per raggiungere questi obiettivi. In questo modo, ponendoci in un contesto di porto turistico, è possibile suddividere in macro-processi l'erogazione del servizio:

- Attracco delle imbarcazioni e permanenza nel porto
- Discesa a terra dei passeggeri
- Somministrazione dei servizi ricreativi nelle strutture di porti turistici e marine

⁴ Slides del corso "Marketing dei servizi di trasporto", Prof. Satta. Anno accademico 2022-23

- eventuale gestione della mobilità sostenibile verso le zone turistiche adiacenti ai porti turistici e marine

Ognuno di questi macro-processi può essere a sua volta suddiviso in sotto-processi affinché siano individuabili punti critici da superare o tecnologie ed accorgimenti da introdurre in tali sotto-processi per migliorare la gestione energetica.

2.2 Misure tecnologiche e operative per il miglioramento dell'efficienza energetica e il contenimento dell'impatto ambientale

In questo paragrafo, esploreremo alcune delle principali misure tecnologiche e operative adottate per perseguire gli obiettivi di efficientamento energetico e contenimento dell'impatto ambientale, evidenziando i benefici che possono derivare dall'adozione di queste pratiche sostenibili in ambito portuale.

L'obiettivo principale di un EMS è ridurre i consumi energetici, aumentare l'efficienza degli impianti e ridurre le emissioni nocive. Le misure tecnologiche e operative costituiscono due strumenti chiave per raggiungere questi obiettivi. Le misure tecnologiche comprendono l'installazione di dispositivi avanzati di monitoraggio e controllo dell'energia, come sensori, contatori intelligenti, sistemi di automazione e controllo, e sistemi di gestione energetica. Questi dispositivi forniscono dati in tempo reale sull'uso dell'energia, consentendo di identificare i punti critici di consumo e prendere decisioni basate su informazioni accurate. Ad esempio, i sensori possono rilevare la presenza di persone in una stanza e regolare automaticamente l'illuminazione e il condizionamento dell'aria in base alle esigenze effettive, evitando sprechi energetici. Le misure operative, d'altra parte, si concentrano su pratiche e azioni specifiche che possono essere adottate per ottimizzare l'uso dell'energia. Queste misure possono includere l'implementazione di politiche di risparmio energetico, la sensibilizzazione dei dipendenti sull'importanza dell'efficienza energetica, la programmazione dei dispositivi e degli impianti per ridurre i consumi durante i periodi di minor utilizzo, l'adozione di procedure di manutenzione preventiva per garantire il corretto funzionamento degli impianti, e l'identificazione e la risoluzione di eventuali inefficienze. L'adozione di misure tecnologiche e operative consente di ottenere diversi vantaggi nell'ambito dell'energy management system. Innanzitutto, l'efficienza energetica può portare a significativi

risparmi economici, riducendo i costi di approvvigionamento energetico. Inoltre, l'efficienza energetica contribuisce alla riduzione dell'impatto ambientale, diminuendo le emissioni di gas serra e promuovendo una maggiore sostenibilità. Un EMS ben progettato e implementato con misure tecnologiche e operative adeguate può fornire un quadro completo sull'uso dell'energia all'interno di un'organizzazione, consentendo di identificare inefficienze, monitorare i progressi verso gli obiettivi di efficienza energetica e prendere decisioni basate su dati affidabili. Dal punto di vista economico, il miglioramento dell'efficienza energetica consente di ridurre i costi energetici a lungo termine. Riducendo i consumi energetici, le organizzazioni possono risparmiare sui costi di approvvigionamento e utilizzo dell'energia. Secondo l'ENEA, se consideriamo le valutazioni effettuate in base alla Norma EN 15232, che tratta della "Prestazione energetica degli edifici – Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici", emerge un importante potenziale di risparmio energetico associato all'adozione dei sistemi di gestione dell'energia. Questo potenziale varia in base al settore in cui è applicato, con una stima massima di risparmio del 20% nel settore residenziale e del 30% nel settore non residenziale. Tuttavia, è fondamentale considerare che il risparmio energetico effettivo può dipendere da vari fattori, tra cui il tipo specifico di edificio, le sue esigenze di performance e la tecnologia fornita dal provider di sistemi di gestione dell'energia. Pertanto, in termini economici, il risparmio energetico ottenibile può variare notevolmente. In media, possiamo stimare un risparmio compreso tra il 15% e il 30%, ma è importante tenere presente che questi valori sono indicativi e possono oscillare in base alle circostanze specifiche. Dal punto di vista operativo, un EMS efficace con misure tecnologiche e operative adeguate offre una serie di vantaggi. Tra essi vi è la riduzione dei costi operativi in quanto un EMS ben progettato consente di identificare e ridurre gli sprechi di risorse, come energia, acqua e materiali. Un EMS aiuta inoltre a monitorare e garantire la conformità alle leggi ambientali e ai regolamenti oltre che a migliorare l'immagine aziendale: Un'impresa impegnata nella gestione ambientale può migliorare la sua reputazione e la percezione dei clienti e degli investitori.

Secondo la pubblicazione "Future Greener Seaports: A Review of New Infrastructure, Challenges, and Energy Efficiency Measures" (Sadiq et al., 2021), vi sono tre macroaree di interesse per l'applicazione di accorgimenti volti all'efficientamento

energetico portuale: tecniche legate al controllo, metodi tecnologici, misure operative. Nei seguenti sottoparagrafi verranno analizzate nel dettaglio.

2.2.1 *Tecniche di controllo*

Esistono diverse tecniche legate al controllo della gestione energetica efficiente segnalate nella letteratura, come i sistemi multi-agente (MAS) (Kanellos, 2017) e i sistemi di alimentazione integrata⁵. Di seguito verranno descritte entrambe le tecniche volte all'efficientamento della gestione portuale:

- Controllo dell'energia basato su sistemi multi-agente: nel contesto del controllo della domanda energetica nei porti, viene proposto il concetto di utilizzo di sistemi multi-agente. Gli agenti del porto sono suddivisi in tre categorie principali (Kanellos, 2017): La prima categoria è costituita dagli agenti così detti "locali", il cui ruolo principale è quello di monitorare i singoli componenti del sistema energetico. La seconda categoria comprende gli agenti di cluster, che si occupano di raccogliere e analizzare le risposte aggregate dei singoli componenti e di trasmettere segnali agli agenti locali. Infine, la terza categoria è composta dagli agenti di aggregazione, il cui compito principale è quello di raccogliere e aggregare le informazioni provenienti dai cluster che supervisionano. Ogni tipo di agente svolge determinate funzioni: l'Agente di Gestione del Porto è posizionato al livello gerarchico superiore del controllo. Riceve le risposte energetiche aggregate dagli agenti locali e di cluster ed è responsabile di soddisfare la domanda energetica di tutte le attività portuali e di gestire l'utilizzo ottimale dell'energia durante le ore di punta. Raccoglie le informazioni relative alla previsione della domanda energetica da parte degli agenti di cluster e calcola i nuovi prezzi ottimizzati dell'elettricità in base al profilo di carico del porto. Seguendo questa strategia, l'agente di gestione del porto promuove l'adozione di carichi energetici adattabili nel porto, spostando la domanda energetica durante i periodi di prezzi più bassi e riducendo la domanda durante i periodi di picco. Questo modello viene presentato basandosi sui porti commerciali, dove con il

⁵ *Sustainable Power Supply for Eco-Friendly Ports Shore Connection Power Supply System for Ships, Siemens, Munich, Germany, 2017.*

termine “cluster” ci si riferisce alle varie zone del terminal: ad esempio area “reefer” o area “container tradizionali”. Il concetto però potrebbe essere traslato in ambito turistico segmentando le varie attività delle marine (aree di ristoro, servizi ricreativi, aree destinate alla manutenzione delle imbarcazioni) permettendo un’analisi energetica per ogni cluster che possa permettere ad un agente gerarchicamente più in alto di provvedere alla giusta gestione energetica.

- Alimentazione energetica integrata: Il concetto di alimentazione integrata è un approccio che mira a ottimizzare l’approvvigionamento energetico in modo efficiente. Invece di considerare singoli sistemi di alimentazione indipendenti, l’obiettivo è quello di integrare diverse fonti di energia e sistemi di alimentazione in un’unica soluzione organica e coerente. Questo concetto promuove una maggiore sinergia tra le diverse tecnologie e risorse energetiche disponibili, consentendo un utilizzo più efficiente delle risorse e una riduzione degli sprechi. L’idea alla base del concetto di alimentazione integrata è quella di creare un sistema in cui le diverse fonti di energia, come l’elettricità proveniente dalla rete, le fonti rinnovabili e le fonti di energia decentralizzate, lavorino in sinergia per soddisfare la domanda energetica in modo ottimale. Ciò può comportare l’utilizzo di tecnologie come la gestione intelligente dell’energia, l’accumulo energetico e la distribuzione dell’energia in base alle esigenze specifiche. I porti moderni si trovano ad affrontare complessità sempre maggiori e requisiti energetici crescenti a causa dell’aumento del numero di attrezzature. L’alimentazione integrata garantisce un’affidabile, efficiente, intelligente, ecologica e sicura fornitura di energia ai porti. Essa offre importanti vantaggi nella gestione operativa e nel monitoraggio digitale integrato attraverso l’uso di software avanzati. Questo concetto offre anche diversi vantaggi chiave, tra cui: trasparenza nella fatturazione interna, miglioramenti sistematici dell’efficienza e gestione predittiva degli asset, flessibilità per l’aumento dell’elettrificazione, l’integrazione di nuove fonti di energia. Uno dei più recenti impianti a implementare il concetto di alimentazione integrata è il porto di Nacala-a-Velha in Mozambico. Il porto sfrutta tale concetto per creare un sistema di alimentazione più affidabile. Siemens⁶ ha fornito ed

⁶ *Smart Ports; Competitive Cities Global Center of Competence Cities-Urban Development*, Siemens, Munich, Germany, 2017.

installato la rete di generazione di energia del porto, compresi i componenti ad alta tensione e le soluzioni di distribuzione di energia.

2.2.2 Metodi tecnologici

Grazie ai progressi tecnologici nei sistemi di generazione e distribuzione dell'energia, sono state installate diverse nuove tecnologie ecologiche per sostituire i generatori diesel e migliorare l'efficienza energetica, specificatamente per quanto riguarda la movimentazione delle merci sia lato mare che lato terra (Yang e Lin, 2013). Questi sviluppi tecnici hanno portato a una diminuzione delle emissioni di gas serra e di altri inquinanti atmosferici. Tra questi progressi rientrano l'elettrificazione, la digitalizzazione e i sistemi di accumulo dell'energia (Iris e Lam, 2019).

- Elettrificazione: L'elettrificazione dei porti turistici è un'importante iniziativa volta a ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali e promuovere la sostenibilità nel settore del turismo marittimo. L'obiettivo dell'elettrificazione è sostituire le fonti di energia tradizionali, come i motori a combustione interna, con fonti di energia elettrica pulita e rinnovabile. Attraverso l'elettrificazione, i porti turistici e marine possono fornire energia elettrica ai vari servizi portuali e alle imbarcazioni che attraccano presso il porto. Questo significa che le navi possono spegnere i loro motori diesel durante il periodo di ormeggio e utilizzare l'energia elettrica fornita dal porto, riducendo così le emissioni di gas serra e l'inquinamento acustico. Inoltre, l'elettrificazione dei porti turistici può favorire lo sviluppo di tecnologie innovative, come le colonnine di ricarica per le imbarcazioni elettriche o ibride, incoraggiando così la transizione verso l'impiego di una flotta marittima più sostenibile. Questa infrastruttura elettrica può anche consentire la diffusione di mezzi di trasporto elettrici nella zona portuale, come veicoli di servizio elettrici o bus navetta, contribuendo a una maggiore mobilità sostenibile per i turisti che visitano il porto.
- Digitalizzazione: Le soluzioni digitali possono rilevare, monitorare e aggregare i dati necessari per migliorare l'efficienza operativa ed ambientale dei porti turistici e marine. Queste tecnologie avanzate, come i sensori remoti e l'analisi dei dati massivi, contribuiscono a ridurre le emissioni, i costi operativi e i rischi di guasto

del sistema, nonché a potenziare la sicurezza delle informazioni, la gestione dei magazzini e l'ottimizzazione energetica. Inoltre, le tecnologie digitali, come l'Internet delle Cose (IoT), consentono di monitorare le attività logistiche e il consumo di carburante nel porto intelligente. Lo scambio elettronico di dati è utilizzato per agevolare la comunicazione tra le imbarcazioni e i terminal portuali in modo efficiente (Fruth e Teuteberg, 2017).

- Energy storage systems: L'integrazione dei sistemi di accumulo dell'energia contribuisce a garantire operazioni energetiche efficienti grazie all'ottimizzazione del livellamento del carico, il che porta alla riduzione delle emissioni di gas serra e dei costi energetici (Nuchturee, et al., 2020). I sistemi di stoccaggio dell'energia integrano e stabilizzano la produzione di energia proveniente da diverse fonti rinnovabili, consentendo di immagazzinarla e successivamente reinserirla nella rete principale. Questo è particolarmente cruciale perché la dipendenza esclusiva dalle fonti di energia rinnovabile è problematica a causa delle variazioni nell'approvvigionamento energetico causate dalle condizioni meteorologiche, condizioni che vanno ad incidere notevolmente per quanto riguarda le performance di produzione energetica da fonti rinnovabili. I principali sistemi di accumulo dell'energia sono super condensatori, volanti d'inerzia e batterie.

2.2.3 Misure operative

Le misure operative per l'efficienza energetica riguardano le procedure che mettono l'accento sulla progettazione consapevole dell'energia delle operazioni nei porti (Iris e Lam, 2019). Lo scopo della pianificazione orientata all'energia è quello di ridurre l'utilizzo energetico e l'intervallo di tempo di elaborazione delle attrezzature, operando tali attrezzature durante le ore non di punta e ottimizzando le operazioni tenendo conto dei prezzi dell'energia.

- Energy-aware operations: Nel contesto dei porti turistici e marine, le operazioni consapevoli dell'energia si concentrano sull'adozione di soluzioni e tecnologie che consentano di gestire in modo efficiente il consumo energetico (Wilmsmeier e T. Spengler, 2016), e ridurre l'impatto ambientale, per tanto sono strettamente legate all'implementazione dei concetti presentati nel sottoparagrafo precedente. Un

aspetto importante è rappresentato dall'implementazione di infrastrutture e attrezzature portuali ad alta efficienza energetica. Ciò può includere l'uso di sistemi di illuminazione a LED a basso consumo energetico per l'illuminazione dei moli e degli spazi comuni, nonché l'adozione di tecnologie avanzate per la gestione dell'energia nelle strutture portuali. Inoltre, le tecnologie digitali e l'Internet delle Cose (IoT) possono essere impiegate per monitorare e ottimizzare l'uso dell'energia nei porti turistici. Ad esempio, sensori intelligenti possono raccogliere dati sull'uso dell'energia, consentendo di identificare inefficienze e prendere provvedimenti correttivi. Inoltre, l'analisi dei dati energetici può aiutare a pianificare in modo più efficiente le attività portuali e ottimizzare l'allocazione delle risorse energetiche. Un altro aspetto importante delle operazioni consapevoli dell'energia nelle marine riguarda la promozione di pratiche sostenibili. Ciò può comprendere l'installazione di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici per i visitatori dei porti turistici e marine, l'adozione di politiche di gestione dei rifiuti e il sostegno all'uso di energie rinnovabili, come l'energia solare o l'energia eolica, per alimentare le operazioni portuali. In conclusione, le operazioni consapevoli dell'energia svolgono un ruolo chiave anche nei porti turistici e marine, consentendo di ridurre i costi energetici, migliorare la sostenibilità ambientale e promuovere un turismo marittimo più responsabile.

- Peak-shaving: L'utilizzo di attrezzature elettrificate sta aumentando nei porti grazie al loro comportamento economico ed efficiente. Ciò porta a un elevato consumo di elettricità in determinati periodi. In questo contesto, la riduzione del picco di potenza diventa una strategia operativa essenziale per diminuire l'utilizzo di energia di punta nell'area portuale (Geerlings et al., 2018). Esistono diverse procedure che possono contribuire a livellare le curve del profilo di carico. Una di queste è lo spostamento del carico, ovvero lo spostamento della domanda di energia dai periodi di punta ai periodi di bassa richiesta un'altra opzione è la condivisione di potenza, l'utilizzo di energia immagazzinata precedentemente durante la domanda di energia di punta. Infine, vi è la riduzione del carico, ovvero lo spegnimento di carichi non critici durante le ore di punta (Uddin et al., 2018). Questi metodi di riduzione del picco di potenza possono essere implementati per garantire manovre di successo nelle aree portuali. Questa strategia, a sua volta,

riduce il costo variabile dell'utilizzo dell'energia poiché la tariffa del costo variabile dipende dall'utilizzo di picco di potenza. Circa il 25% - 30% delle bollette mensili di elettricità può essere attribuito a una tariffa più elevata (Parise et al., 2017).

2.3. Gestione del surplus energetico

Nel dinamico scenario dei porti turistici e marine, l'efficiente gestione del surplus energetico si configura come un aspetto da tenere in considerazione nell'ambito di un sistema di Energy Management System (EMS). Con l'aumento della domanda di servizi portuali e la crescente sensibilità verso l'impatto ambientale, infatti, i porti turistici si trovano ad affrontare la sfida di bilanciare l'offerta di energia con le esigenze operative, al fine di ottimizzare le risorse e ridurre l'impatto ambientale. In questo contesto, la gestione del surplus energetico emerge come un ambito strategico, in cui le tecnologie innovative e le pratiche sostenibili giocano un ruolo fondamentale. Attraverso l'implementazione di soluzioni intelligenti e l'adozione di politiche energetiche efficaci, i porti turistici e le marine possono massimizzare l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, promuovendo la sostenibilità e contribuendo a una gestione più efficiente dell'energia. In questo paragrafo, esploreremo in dettaglio le sfide e le opportunità legate alla gestione del surplus energetico nel contesto di un EMS per un porto turistico

Le marine, non solo offrono servizi essenziali per le imbarcazioni, ma sono anche importanti punti di consumo energetico che, come tali, possono comportare impatti ambientali negativi. È per questo motivo che l'attenzione è focalizzata sull'efficienza energetica e sulla possibilità di sviluppo di una comunità portuale a energia rinnovabile. Pubblicazioni accademiche come ad esempio *“Optimal sizing of PV and Storage for a Port Renewable Energy Community”* (Trevisan et al. 2022), identificano le opportunità e i potenziali interventi per ridurre il consumo energetico delle marine e sostituirlo con fonti rinnovabili. Questo non solo ridurrebbe l'impatto ambientale delle marine, ma contribuirebbe anche a creare una comunità portuale più resiliente e all'avanguardia. I risultati incoraggiano a credere che l'investimento in una comunità portuale basata sulla produzione e sul consumo di energia rinnovabile sia non solo ecologicamente vantaggioso, ma anche economicamente conveniente nel lungo periodo. Tuttavia, per

realizzare questa visione, è necessaria una collaborazione attiva tra le autorità portuali, le imprese marittime e le comunità locali. È fondamentale che tutti gli attori si impegnino a sostenere la transizione verso un modello energetico più sostenibile e a adottare pratiche e tecnologie all'avanguardia (Trevisan et al., 2022)

I porti marittimi svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito della transizione verso un'economia verde. Uno degli aspetti cruciali di questa transizione riguarda la gestione di un surplus di energia prodotta da fonti rinnovabili direttamente dal porto. Questa opportunità offre numerosi vantaggi sia per il porto che per le comunità locali coinvolte. In primo luogo, il surplus di energia rinnovabile può essere sfruttato per soddisfare le esigenze energetiche del porto stesso. La produzione di energia da fonti rinnovabili, come ad esempio l'energia solare o eolica, può essere integrata nella rete elettrica del porto, fornendo una fonte pulita e sostenibile di elettricità per le attività portuali. Ciò riduce la dipendenza dalle fonti energetiche tradizionali e contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas serra. In secondo luogo, la gestione del surplus di energia può coinvolgere anche le comunità locali circostanti facendo diventare il porto un "prosumer", ovvero produttore e consumatore di energia (Alzahrani et al., 2021), partecipando attivamente al mercato energetico locale. Attraverso un sistema di condivisione dell'energia, i porti possono mettere a disposizione il proprio surplus di energia rinnovabile e guadagnare dalla vendita dell'energia prodotta in eccesso. Allo stesso tempo, possono accedere all'energia necessaria quando ne hanno bisogno, creando un circolo virtuoso di condivisione e ottimizzazione delle risorse energetiche. Un'economia basata sulla condivisione all'interno di un ecosistema portuale può decentralizzare la produzione energetica e bilanciare il consumo da parte dei consumatori, evitando vincoli legati ai servizi energetici o ai prezzi di un singolo fornitore (Alzahrani et al., 2021). Questo approccio apre la strada a un mercato energetico in cui vi sono numerosi fornitori e acquirenti, aumentando la quantità di energia scambiata tra i partecipanti. In conclusione, la gestione del surplus di energia prodotta da fonti rinnovabili all'interno di un porto può avere un impatto significativo sia sul porto stesso che sulle comunità locali. Questo sistema di condivisione energetica prende il nome di comunità energetica.

L'idea di una comunità energetica comprende vari termini come "comunità di energia rinnovabile", "comunità energetica dei cittadini", "autoconsumo comunitario" o

semplicemente "comunità". Si basa sulla partecipazione volontaria e aperta dei cittadini. Queste comunità sono basate su una distribuzione decentralizzata dell'energia, che consente ai cittadini di partecipare attivamente alla produzione e alla gestione dell'energia. In una comunità energetica, i membri possono essere proprietari di impianti di produzione di energia rinnovabile come pannelli solari, turbine eoliche o impianti di biomassa. Questi impianti generano energia che può essere utilizzata all'interno della comunità o venduta alla rete nazionale. Quando parliamo di comunità energetiche portuali, entriamo in un contesto specifico. I porti sono nodi vitali per il commercio globale, ma spesso richiedono quantità significative di energia per sostenere le operazioni portuali. Gli operatori portuali sono fondamentali per il funzionamento di tali infrastrutture, gestendo carichi, navi, e attrezzature pesanti. Le comunità energetiche portuali rappresentano un modo innovativo per affrontare le sfide energetiche legate all'industria portuale. La comunità energetica gestisce attività come la generazione, la distribuzione, la fornitura, il consumo, l'aggregazione, l'accumulo di energia e l'efficienza energetica, nonché i servizi di ricarica per veicoli elettrici. Inoltre, lo scopo principale delle comunità energetiche è fornire benefici ambientali e sociali all'area locale, oltre a vantaggi finanziari. Le comunità energetiche svolgono un ruolo significativo nel facilitare la partecipazione dei cittadini al sistema energetico, poiché le persone e le imprese si uniscono a iniziative energetiche collettive, mirando a soddisfare i bisogni energetici dei membri attraverso fonti di energia rinnovabile. Il mercato dell'energia, così come gli aspetti legali, amministrativi e sociali correlati, sono alcuni dei principali fattori che favoriscono lo sviluppo delle comunità energetiche (Agostinelli et al., 2022).

Nel contesto di un porto turistico, l'interazione tra gli attori coinvolti e i processi ad essa associati richiede un elevato grado di standardizzazione, che può essere facilitato da un modello basato su Blockchain (Alzahrani et al., 2021). L'utilizzo della Blockchain per il commercio dell'energia può portare all'eliminazione dei broker, alla monetizzazione degli eccessi di energia e allo sviluppo di comunità energetiche. Questi intermediari sono di solito necessari per convalidare o garantire l'affidabilità delle informazioni tra le parti, ma possono essere sostituiti da un processo Blockchain più automatizzato. La verifica di terze parti può essere eliminata perché la Blockchain offre elevata sicurezza e protezione dei dati per diverse applicazioni supportate da un registro trasparente che registra tutte le transazioni.

In un sistema basato su Blockchain, ogni utente può diventare un trader e offrire un prodotto o un servizio energetico a un gruppo di consumatori. La tecnologia Blockchain ha quindi il potenziale per sfruttare i vantaggi dei sistemi energetici decentralizzati e creare un ambiente in cui chiunque può scambiare, pagare e persino fornire energia ad altri. La Blockchain identifica un database distribuito online che aggrega una serie di blocchi collegati. È anche un registro pubblico e decentralizzato che memorizza record strutturati in forma di catene e blocchi. Tra le varie soluzioni basate su Blockchain, i contratti intelligenti sono strumenti che possono estendere le capacità della Blockchain e sono stati utilizzati in diverse industrie. I contratti intelligenti vengono spesso utilizzati per convertire le regole aziendali in codici, in base ai quali un codice o script contrattuale viene memorizzato in una Blockchain. La ricerca futura esplorerà l'adozione di pratiche di condivisione e scambio di energia all'interno e intorno ai porti turistici e marine utilizzando la tecnologia Blockchain. (Alzahrani et al., 2021; Petri et al., 2020).

2.4. Gestione sostenibile delle carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili

Nel contesto dei porti a vocazione turistica, l'efficienza energetica e la gestione sostenibile delle fonti di produzione sono elementi fondamentali per garantire una crescita sostenibile e responsabile. Con l'aumento della consapevolezza sulla necessità di ridurre l'impatto ambientale e di preservare le risorse naturali, è diventato prioritario adottare strategie innovative per affrontare le carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili. In questo paragrafo, esploreremo l'importanza di un sistema di Energy Management System (EMS) per gestire in modo efficace e sostenibile tali carenze, assicurando un approvvigionamento energetico affidabile e riducendo al minimo l'impatto sull'ambiente. Inoltre, è importante considerare che l'energia prodotta da fonti rinnovabili, come l'energia solare ed eolica, è strettamente dipendente dalle condizioni meteorologiche. Questa dipendenza significa che potrebbero verificarsi situazioni in cui l'energia rinnovabile non riesce a coprire completamente le esigenze energetiche del porto turistico. Pertanto, diventa cruciale implementare un sistema di gestione che consenta di affrontare in modo efficace e sostenibile queste carenze di produzione energetica, al fine di garantire un flusso energetico stabile e continuo nel contesto portuale. La gestione delle carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili in un porto turistico può essere migliorata utilizzando tecnologie di accumulo energetico adatte alle applicazioni portuali.

I sistemi di accumulo consentono di immagazzinare l'energia prodotta durante i periodi di picco di generazione e di utilizzarla quando la produzione è inferiore alla domanda. Questa capacità di stoccaggio e rilascio dell'energia offre numerosi vantaggi, tra cui la riduzione della dipendenza da fonti energetiche tradizionali durante i periodi di carenza di energia prodotta da fonti rinnovabili. Grazie all'utilizzo dei sistemi di accumulo, è possibile garantire un approvvigionamento energetico continuo e stabile per il porto turistico, evitando la necessità di ricorrere a fonti energetiche tradizionali, come i combustibili fossili. L'integrazione dei sistemi di accumulo nell'Energy Management System (EMS) consente di ottimizzare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, garantendo che l'energia sia disponibile quando necessaria. In questo modo, si può massimizzare l'efficienza energetica complessiva del porto turistico e promuovere una gestione sostenibile delle carenze di produzione energetica, evitando l'uso eccessivo delle fonti energetiche tradizionali. Le batterie sono una scelta comune per l'accumulo energetico, poiché offrono un'elevata densità energetica. Le batterie possono immagazzinare grandi quantità di energia elettrica per periodi più lunghi, consentendo di far fronte a carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili. Tuttavia, la loro densità di potenza è relativamente bassa, il che significa che possono erogare energia ad un ritmo limitato. Per applicazioni ad alta potenza, dove sono richiesti alti tassi di carica e scarica simmetrici, possono essere considerati i supercondensatori (o supercapacitori) e i volani (flywheels). Nella scelta del sistema di accumulo energetico più adatto, è necessario considerare anche fattori come l'affidabilità, la durata, il costo e l'impatto ambientale. Inoltre, un approccio integrato all'energy management system (EMS) può consentire di ottimizzare l'utilizzo dei diversi sistemi di accumulo, bilanciando l'offerta e la domanda di energia elettrica nel porto turistico. È importante sottolineare che l'utilizzo di sistemi di accumulo energetico non solo consente di far fronte alle carenze di produzione energetica da fonti rinnovabili, ma può anche fornire una fonte di alimentazione di backup convenzionale in caso di interruzioni dell'alimentazione elettrica. L'integrazione di tecnologie di accumulo energetico idonee, come batterie, supercondensatori o volani, può contribuire a garantire un approvvigionamento energetico affidabile ed efficiente nel porto turistico. (Nuchtaree, et al., 2020). Di seguito verranno descritte le tre tecnologie di accumulo energetico sopra menzionate:

- Batterie: Le batterie sono un componente essenziale di un energy management system (EMS) poiché offrono una soluzione efficiente e a basso costo per l'accumulo e la gestione dell'energia. Le batterie sono comunemente utilizzate anche a bordo delle imbarcazioni grazie alla loro elevata densità energetica e alla relativa convenienza rispetto ad altre soluzioni di accumulo (Dedes et al., 2012). Nel contesto dei porti turistici e marine, le batterie possono svolgere diverse funzioni all'interno dell'EMS, come l'accumulo dell'energia da fonti rinnovabili. Le batterie possono infatti immagazzinare l'energia prodotta da fonti rinnovabili come pannelli solari o turbine eoliche. Durante i periodi di picco di produzione, l'eccesso di energia può essere immagazzinato nelle batterie per essere utilizzato successivamente durante i periodi di carenza di produzione, consentendo di ottimizzare l'uso dell'energia rinnovabile e garantire una fornitura continua di energia pulita. Inoltre, durante i periodi di picco di carico o durante le interruzioni dell'alimentazione elettrica, le batterie possono erogare energia in modo rapido e sostenuto, garantendo un'alimentazione continua e affidabile (Kanellos, 2014).
- Flywheels: I volani (flywheels) sono dispositivi elettromeccanici utilizzati per immagazzinare energia sotto forma di energia cinetica mediante l'accelerazione di un rotore. L'energia accumulata viene liberata quando si diminuisce rapidamente la forza di torsione su un breve periodo di tempo. Questo significa che l'energia accumulata viene rilasciata velocemente anziché in modo lento e graduale. I volani offrono significativi vantaggi in termini di densità di potenza e capacità ciclica elevata. Tuttavia, a differenza delle batterie, non offrono vantaggi in applicazioni a lungo termine. I volani sono particolarmente adatti per affrontare le fluttuazioni di potenza e fornire energia di transizione su una scala temporale che va da millisecondi a minuti. Questa caratteristica li rende ideali per affrontare picchi improvvisi di consumo energetico o per fornire energia di emergenza durante interruzioni di breve durata. Nei porti turistici e marine, i volani possono essere impiegati come parte di un energy management system (EMS) per mitigare le fluttuazioni di potenza causate da variazioni nella produzione da fonti rinnovabili o da richieste di energia istantanee elevate. (Zhou et al., 2013)
- Supercondensatori: I supercondensatori, noti anche come ultracapacitori o condensatori a doppio strato, rappresentano una tecnologia interessante da

considerare per l'implementazione di un energy management system (EMS) nei porti turistici e marine. I supercondensatori seguono lo stesso principio di base dei condensatori convenzionali (Zhou et al., 2013), ma utilizzano elettrodi con un'area superficiale maggiore e dielettrici più sottili per ottenere una capacità molto più elevata. Grazie alla loro relativa alta densità di potenza e capacità ciclica, i supercondensatori sono efficacemente utilizzati per mitigare le fluttuazioni di potenza ad alta frequenza su una scala temporale che va da millisecondi a minuti. Questa caratteristica li rende ideali per gestire le variazioni rapide e intermittenti nella produzione di energia da fonti rinnovabili nei porti turistici e marine. Tuttavia, per un funzionamento continuativo, questa tecnologia deve essere associata a sistemi di accumulo ad alta densità energetica. Poiché i supercondensatori hanno una densità di energia inferiore rispetto ad altre tecnologie di accumulo, come le batterie, è necessario combinarli con altre soluzioni di accumulo energetico per garantire una fornitura sostenibile di energia nel tempo. Un'opzione potrebbe essere quella di integrare i supercondensatori con batterie ad alta densità energetica. In questo modo si possono gestire le fluttuazioni di potenza a breve termine e fornire un'accelerazione rapida dell'energia, mentre le batterie possono assumere il ruolo principale di fornire energia costante e sostenuta nel tempo (Nebb, 2012).

CAPITOLO III: APPLICAZIONE NEL CONTESTO DELLE MARINE ITALIANE

All'interno di questo capitolo verrà riservata particolare attenzione alle problematiche legate alla sostenibilità nel contesto dei porti a vocazione turistica. Le marine italiane e gli approdi turistici in generale svolgono un ruolo importante per il turismo diportistico del Paese, essendo infrastrutture portuali strategiche per lo sviluppo turistico delle zone costiere. Tuttavia, la crescente consapevolezza in merito all'impatto ambientale derivante dalle attività portuali ha sollevato la necessità di sviluppare e implementare pratiche sostenibili per garantire la sostenibilità delle marine italiane nel lungo termine.

In questo capitolo, verrà posto l'accento sull'applicazione della sostenibilità portuale nel contesto delle marine italiane, esplorando i caratteri strutturali e strategici delle marine e lo stato dell'arte in termini di sostenibilità. Nel capitolo successivo, si presenterà invece la tendenza delle marine italiane riguardo l'implementazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili, esaminando le opportunità e le sfide associate all'applicazione di soluzioni energetiche sostenibili nelle marine e nei porti turistici italiani. Un ulteriore elemento chiave per garantire la sostenibilità nelle marine italiane è l'introduzione di sistemi di gestione energetica (Energy Management System, EMS). Saranno esaminati i concetti fondamentali degli EMS e il loro ruolo nel monitoraggio e nell'ottimizzazione dei consumi energetici all'interno delle marine, descrivendo le tecnologie e le metodologie utilizzate per raccogliere, analizzare e gestire i dati energetici, consentendo una migliore comprensione dei modelli di consumo e l'identificazione di opportunità di miglioramento.

3.1. Le marine: caratteri strutturali e strategici

Dal punto di vista strutturale è fondamentale inquadrare gli elementi distintivi di una marina per capirne l'importanza nel contesto turistico. La differenza tra una marina e un porto turistico risiede in una serie di fattori che vanno oltre la semplice distinzione

di offerta di servizi e infrastrutture. L'analisi di tali fattori è fornita in un estratto datato 2011 della rivista *“Barche a Motore e Il Giornale della Vela”* in collaborazione con la ditta Ingemar, operante nel settore della nautica da diporto. Per comprendere appieno queste differenze, è necessario analizzare le caratteristiche specifiche di ciascuna struttura e il ruolo che esse svolgono nell'ambito delle attività marittime e del turismo.

Una marina è un porto attrezzato che offre molto più di semplici posti barca. La sua concezione si basa sulla creazione di un vero e proprio centro di aggregazione che va oltre le esigenze dei soli proprietari di imbarcazioni. Le marine sono progettate per accogliere e servire una vasta gamma di utenti, come i diportisti, i turisti, gli appassionati di sport acquatici e gli amanti del mare in generale. Oltre agli ormeggi, le marine forniscono servizi come ristoranti, negozi, uffici, alloggi residenziali e strutture ricreative. Questi servizi aggiuntivi mirano a creare un'esperienza completa per i visitatori, rendendo la marina un punto di riferimento per attività sociali, ricreative e culturali. Una marina può anche ospitare eventi, come regate o festival marittimi, che attirano sia i partecipanti che il pubblico. Questi eventi contribuiscono a promuovere il turismo e l'economia locale, generando un impatto positivo sulla comunità circostante (Natale, 2011).

D'altro canto, un porto turistico è principalmente dedicato all'ormeggio delle imbarcazioni e al supporto delle attività turistiche legate al mare. Sebbene possa essere aperto al pubblico, il suo obiettivo principale è quello di fornire spazio per l'attracco sicuro delle barche da diporto. I porti turistici tendono a concentrarsi sulla fornitura di servizi di base, come l'approvvigionamento di carburante, l'assistenza all'ormeggio e servizi di manutenzione leggera. Tuttavia, di solito non offrono una vasta gamma di servizi e infrastrutture ricreative o residenziali come una marina (Natale, 2011). È importante sottolineare che la distinzione tra una marina e un porto turistico può variare in base al contesto geografico e alle politiche locali. Alcune strutture possono essere classificate come marine in determinate regioni, mentre in altre potrebbero essere considerate porti turistici. Le autorità locali e le organizzazioni marittime spesso definiscono le specifiche di ciascuna struttura in base alle esigenze della comunità locale e del settore turistico (Natale, 2011). In conclusione, la differenza fondamentale tra una marina e un porto turistico risiede nella portata e nella varietà dei servizi e delle infrastrutture offerte.

Per comprendere appieno la differenza tra una marina e un porto turistico, è fondamentale considerare anche l'aspetto economico e l'impatto sullo sviluppo locale. Le marine, con la loro offerta diversificata di servizi, possono creare opportunità di lavoro e stimolare l'economia locale attraverso il turismo, mentre per quanto riguarda i porti turistici e marine, l'impatto economico può essere più limitato poiché si concentrano principalmente sull'ormeggio delle imbarcazioni e non offrono una gamma completa di servizi e infrastrutture. In conclusione, la differenza tra una marina e un porto turistico va oltre la semplice offerta di servizi e infrastrutture. Una marina è un centro di aggregazione completo, che offre una vasta gamma di servizi, attrattive e opportunità ricreative per tutti i visitatori. D'altra parte, un porto turistico si concentra principalmente sull'ormeggio delle imbarcazioni da diporto, offrendo servizi di base senza la complessità e la varietà di una marina.

Dal punto di vista strategico, il concetto di marina può essere ulteriormente suddiviso in due categorie, a seconda che sia situato in un centro urbano o lontano dalla città (Natale, 2011). Come accennato in precedenza, le marine offrono già una vasta gamma di servizi, ma una marina ben posizionata nel centro di una città può apportare un valore aggiunto alla stessa, attirando sia turisti marittimi che turisti terrestri. Una marina situata in una zona urbana è strategicamente posizionata per massimizzare il suo impatto sulla città circostante. Non solo fornisce un punto di attrazione per i diportisti e gli amanti del mare, ma può anche diventare un centro di sviluppo economico e sociale per la comunità locale. La presenza di una marina può attirare turisti che desiderano godersi il mare e le attività marittime, offrendo opportunità di impiego nel settore turistico, alberghiero e della ristorazione. Inoltre, una marina nel centro di una città può fungere da catalizzatore per lo sviluppo immobiliare e commerciale, incoraggiando la costruzione di hotel, ristoranti, negozi e altre infrastrutture turistiche. Questo tipo di marina può diventare un'attrazione turistica e una risorsa economica per la città, contribuendo all'aumento del flusso di visitatori e allo sviluppo del settore turistico locale. D'altra parte, una marina situata lontano dai centri abitati può presentare una sfida diversa. Poiché non può sfruttare la vicinanza alle strutture urbane esistenti, deve essere in grado di fornire una gamma più ampia di servizi interni. Oltre a offrire i servizi di base di una marina, come gli ormeggi e l'assistenza all'attracco, una marina isolata può necessitare di una maggiore quantità di servizi per soddisfare le esigenze dei diportisti e dei turisti che

arrivano, magari da luoghi lontani. Pertanto, potrebbe essere necessario includere un complesso di unità abitative, alberghi o altre strutture ricettive nelle vicinanze per fornire comode sistemazioni per coloro che desiderano soggiornare vicino al loro ormeggio. In questo caso, la marina diventa non solo un punto di partenza per le attività nautiche, ma anche un centro di accoglienza turistica completo.

Dal punto di vista legislativo, i requisiti minimi individuati con il Decreto Ministeriale del 6 luglio 2016 per una marina includono i seguenti punti:

1. Posti barca:

- È necessaria un'area idonea ed attrezzata che possa ospitare in sicurezza almeno sette unità da diporto per l'ormeggio delle imbarcazioni.

2. Impianti:

- Deve essere presente un impianto di comunicazione e di allarme in caso di emergenza.
- L'impianto elettrico deve essere dotato di colonnine appositamente attrezzate per fornire l'energia necessaria.
- Deve essere presente un sistema di illuminazione adeguato.
- Un impianto idrico deve essere disponibile per l'approvvigionamento di acqua.
- È necessario un impianto di rete fognaria, che può essere tradizionale o forzato.
- Deve essere installato un impianto di prevenzione incendi conforme alla normativa vigente.

3. Servizi, attrezzature e impianti complementari:

- È richiesta la presenza di un servizio di vigilanza per garantire la sicurezza nella struttura.
- Un servizio di assistenza all'ormeggio deve essere disponibile per fornire supporto ai diportisti.
- È importante avere la possibilità di ascoltare la radio VHF per la comunicazione con le imbarcazioni.

- La marina deve prevedere un sistema per il recupero degli oli esausti e delle batterie.
 - La pulizia ordinaria delle aree comuni deve essere effettuata regolarmente.
 - È necessaria una corretta raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi, con appositi recipienti per la pulizia.
 - Deve essere presente un'installazione igienico-sanitaria di uso comune.
 - È richiesta una cassetta di pronto soccorso conforme alla normativa vigente.
 - L'erogazione di acqua potabile deve essere garantita.
 - È necessaria la presenza di un punto reception per fornire informazioni e assistenza ai visitatori.
4. Dotazioni e impianti nello specchio acqueo:

- Ogni imbarcazione deve essere dotata di un aspiratore per le acque nere di bordo.
- È necessario indicare numericamente i posti barca per una corretta identificazione.
- La pulizia giornaliera dello specchio acqueo è essenziale per mantenere l'ordine e la sicurezza nella zona.

Dal punto di vista strategico, l'importanza degli approdi per la nautica da diporto per il comparto turistico italiano, è evidenziato dall'elevato numero di posti barca lungo i quasi 8000km di coste, comprendenti sia il litorale continentale che quello delle Isole. I posti barca in Italia sono infatti quasi 160.000 (dati forniti dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile, Capitanerie di Porto, Autorità di Sistema Portuale, aggiornati al 30/09/2021), suddivisi per tipologia di struttura portuale, Regioni e dimensione delle imbarcazioni nella tabella sottostante (Tab. 1).

Tabella 1: numero di posti barca per Regione, tipologia di struttura e classi di lunghezza al 30/09/2021.

Regione	Tipologia di struttura			Classi di lunghezza			Posti barca totali
	Porto turistico	Approdo turistico	Punto di ormeggio	fino a 10,00 metri o non specificati	da 10,01 a 24 m	oltre 24 m	
Liguria	10.623	6.077	8.159	16.437	7.061	1.361	24.859
Toscana	6.973	3.235	9.031	14.097	4.706	436	19.239
Lazio	2.645	2.811	2.845	5.089	3.019	193	8.301
Campania	5.555	5.220	5.530	9.942	5.810	553	16.305
Calabria	3.195	1.251	739	3.873	1.250	62	5.185
Puglia	4.558	3.490	6.563	11.212	3.220	179	14.611
Molise	434	153	-	344	238	5	587
Abruzzo	140	1.584	-	1.555	164	5	1.724
Marche	3.908	200	524	2.680	1.887	65	4.632
Emilia-Romagna	2.483	1.519	1.293	2.125	3.075	95	5.295
Veneto	3.684	1.239	1.362	3.592	2.628	65	6.285
Friuli-Venezia Giulia	10.136	1.177	4.471	7.892	7.590	302	15.784
Sardegna	12.584	3.087	1.798	11.768	5.187	514	17.469
Sicilia	4.971	5.548	5.670	11.713	4.132	344	16.189
Totale	71.889	36.591	47.985	102.319	49.967	4.179	156.465

Fonte: Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile, Capitanerie di Porto, Autorità di Sistema Portuale.

3.2. Le marine: lo stato dell'arte

In questo paragrafo verrà affrontato il tema dello stato dell'arte per quanto riguarda le problematiche e le soluzioni nel contesto della sostenibilità dei porti a vocazione turistica. Il turismo è diventato una delle principali industrie a livello globale, con un impatto significativo sull'economia e sull'ambiente. Tuttavia, è fondamentale considerare il concetto di turismo sostenibile, che implica la tutela dell'ambiente, l'economia locale e l'identità delle comunità residenti nel lungo periodo. Per definire il turismo come sostenibile, dobbiamo prendere in considerazione tre componenti fondamentali: l'aspetto economico, l'aspetto ecologico e l'aspetto etico e sociale. Solo quando tutte e tre le componenti sono equilibrate e rispettate, possiamo davvero parlare di turismo sostenibile (Benevolo, 2011).

Un turismo sostenibile deve essere economicamente conveniente per le comunità locali, creando opportunità di lavoro e sviluppo economico senza sfruttamento eccessivo

delle risorse. È importante che il flusso turistico generi ricchezza e benefici per l'economia locale, contribuendo a migliorare le condizioni di vita delle persone coinvolte. A tal proposito, l'Organizzazione Mondiale del Turismo (OMT) sottolinea l'importanza di politiche e strategie che promuovano l'inclusione delle comunità locali nel settore turistico, permettendo loro di partecipare attivamente agli aspetti decisionali e di beneficiare in modo equo degli introiti generati dal turismo. Passando all'aspetto ecologico, il turismo sostenibile deve rispettare l'ambiente in cui esso si sviluppa. È necessario adottare pratiche responsabili che minimizzino l'impatto negativo sulle risorse naturali, preservando la biodiversità e promuovendo la conservazione degli ecosistemi. Ad esempio, l'uso responsabile delle risorse idriche, l'adozione di politiche di gestione dei rifiuti sostenibili e la promozione del turismo a basso impatto ambientale sono tutti elementi chiave per garantire un turismo ecologicamente sostenibile. Infine, ma non meno importante, l'aspetto etico e sociale del turismo sostenibile. Le comunità ospitanti devono essere coinvolte attivamente nel processo decisionale e nel beneficio del turismo. Questo significa che le politiche e le pratiche turistiche devono rispettare i diritti umani, promuovere l'inclusione sociale e il rispetto delle tradizioni culturali locali. È fondamentale che le comunità residenti siano trattate come partner nel processo di sviluppo turistico e che abbiano il diritto di beneficiare in modo equo degli effetti positivi del turismo. Nei sottoparagrafi successivi questi tre pilastri della sostenibilità verranno analizzati più nel dettaglio nel contesto delle marine.

3.2.1. Sostenibilità economica

Per quanto riguarda l'analisi della sostenibilità economica, la valutazione dei "capture rate" derivanti dagli investimenti in infrastrutture portuali per il diportismo rappresenta un elemento cruciale da considerare. I "capture rate" indicano la percentuale del valore generato dagli investimenti di cui beneficia l'area circostante il porto e la sua popolazione (Benevolo, 2011). Per garantire la sostenibilità economica, è fondamentale comprendere quanto viene effettivamente "catturato" dal territorio in questione e quanti benefici vengano invece dispersi al di fuori dei confini dell'area studiata. Nel contesto degli investimenti realizzati per la costruzione dei porti turistici e marine e l'impatto economico che ne deriva in termini di effetti diretti e indiretti, emerge un'importante considerazione. Da un lato, è raro che le attività di costruzione coinvolgano imprese locali

nel settore edile, immobiliare e dell'impiantistica e d'altro canto, è importante notare che gli effetti positivi generati sono di natura temporanea e limitati alla fase di costruzione dell'infrastruttura. Pertanto, la crescita di alcuni indicatori economici osservata durante questa fase deve essere valutata considerando la sua natura transitoria e i limiti sopracitati. Per quanto riguarda il ritorno sull'investimento, poiché l'investimento stesso è principalmente di origine privata, i benefici saranno goduti esclusivamente dagli investitori imprenditoriali e non avranno un carattere "pubblico". Il secondo aspetto significativo per la sostenibilità economica è la gestione delle infrastrutture portuali, che avviene attraverso la fornitura di servizi alle imbarcazioni e ai diportisti. È fondamentale identificare e valutare quali degli effetti diretti e indiretti generati vengano effettivamente acquisiti dalla comunità locale. Pertanto, è necessario calcolare anche in questo caso il Capture rate. Solo tramite una stima accurata di tale parametro sarà possibile valutare correttamente la sostenibilità economica della gestione di tali strutture. Infine, sarebbe opportuno valutare quante delle attività economiche create o attivate da queste infrastrutture portuali, come ad esempio attività commerciali, ristorative, ricettive e di servizio alla persona, siano effettivamente aggiuntive rispetto a quelle già presenti nella località in cui il porto si trova. Questo permetterebbe di comprendere se tali attività portano un vero valore aggiunto all'area o se semplicemente sostituiscono quelle esistenti.

3.2.2. Sostenibilità sociale Per quanto riguarda la sfera sociale, è fondamentale analizzare se tali infrastrutture siano effettivamente percepite come fattori di sviluppo, occupazione e reddito dalla comunità locale, e affrontare il tema della sostenibilità sociale. Nelle località in cui vengono realizzati i porti turistici e marine, è evidente come spesso la costruzione di tali strutture sia principalmente un rilevante investimento immobiliare. Tuttavia, la comunità ospitante è spesso poco coinvolta in queste decisioni che hanno un impatto così significativo sul loro territorio, e i benefici effettivi sembrano essere ancora limitati. Dovremmo quindi chiederci quanto il turismo nautico venga realmente percepito come una fonte di sviluppo dalla comunità locale. Non ci sono studi specifici per il contesto italiano, ma possiamo notare che con la costruzione di un porto turistico, il mare diventa meno accessibile ai residenti, la vista e l'accesso sono limitati e ciò che un tempo era un bene pubblico, come la costa, la spiaggia e il mare, diventa sempre più funzionalizzato. Dobbiamo prendere in considerazione le conseguenze e le

implicazioni di tali investimenti immobiliari sulle nostre coste, motivati dalla presunta scarsità di posti barca. Ad esempio, dovremmo valutare gli impatti sui moti ondosi e sull'erosione delle spiagge circostanti, nonché sulle risorse non rinnovabili come la costa stessa. Inoltre, è necessario valutare adeguatamente la competizione per l'uso dello spazio costiero, sia tra il turismo nautico e quello balneare, sia tra i turisti e i residenti locali. Infatti, l'attività balneare non è interessante solo per i turisti, ma anche per i residenti. Un ulteriore aspetto rilevante è rappresentato dal turismo nautico così detto “sociale”, che si concentra sul preservare e promuovere le attività nautiche di piccole dimensioni, che contano nel nostro Paese un elevato numero di appassionati e partecipanti. Questo tipo di diportismo beneficia di altre forme di ricettività, come il rimessaggio a terra, le spiagge attrezzate, gli scivoli, i campi boe, le darsene scavate e i pontili galleggianti. Lo sviluppo di queste alternative di accoglienza (che richiedono comunque strade di collegamento, aree di parcheggio per auto e rimorchi, servizi, ecc.) consentirebbe anche di liberare spazio in acqua per le imbarcazioni da diporto di maggiori dimensioni. È fondamentale considerare tutti questi aspetti quando si valuta l'opportunità di costruire nuovi porti a vocazione turistica. Per raggiungere questi obiettivi, è necessario coinvolgere attivamente la comunità locale nelle decisioni riguardanti la costruzione di nuovi porti turistici e marine promuovendo consultazioni pubbliche e discussioni aperte per garantire che le voci dei residenti siano ascoltate e tenute in considerazione. Inoltre, occorre incoraggiare la partecipazione attiva dei cittadini nella gestione e nella fruizione delle infrastrutture portuali. In termini di sostenibilità sociale, adottando politiche e misure che proteggano il patrimonio naturale e culturale delle aree costiere. È importante che i nuovi porti turistici e marine siano progettati e gestiti in modo da minimizzare l'impatto ambientale, preservando la bellezza e l'integrità degli ecosistemi marini e delle spiagge favorendo una gestione responsabile delle risorse, ad esempio promuovendo l'utilizzo di energie rinnovabili e riducendo l'inquinamento marino. adatti alle loro esigenze, in modo da favorire il loro accesso al mare e contribuire alla diversificazione dell'offerta turistica

3.2.3 Sostenibilità ambientale

Per quanto riguarda l'aspetto ambientale, è innegabile che i porti turistici e marine esistenti abbiano un impatto significativo sull'ambiente e comportino rischi potenziali, soprattutto a causa delle dimensioni delle infrastrutture. Esistono porti a vocazione turistica con una capacità notevole, con 800/1.000 posti barca, il cui management rappresenta una sfida critica (sia in termini di gestione delle acque, dei rifiuti, che dell'accessibilità stradale, eccetera) (Benevolo, 2011). Tuttavia, i gestori di questi porti turistici e marine hanno intrapreso volontariamente percorsi di certificazione ambientale in conformità alla norma ISO 14001, applicata alle attività di gestione dei servizi portuali. Ad esempio, nel 2004, il porto dell'Etna Marina di Riposto si è guadagnato l'onore di diventare il primo in Italia a ottenere la certificazione ISO 14001 per la gestione ambientale dei servizi di ormeggio, rimessaggio e le attività connesse di accoglienza e assistenza passeggeri. Questa certificazione ha riconosciuto l'impegno di questo porto nella salvaguardia dell'ambiente. Inoltre, il porto offre servizi di rimessaggio e manutenzione nell'ambito della cantieristica navale. Questi servizi comprendono operazioni come il carenaggio, la verniciatura, i lavori elettro-meccanici, la carpenteria e la falegnameria. La priorità di questo porto è garantire la massima qualità e sicurezza in tutte queste attività, al fine di soddisfare appieno le esigenze dei clienti, svolgendo tali attività in conformità alle regole ecosostenibili che ne garantiscono la certificazione¹.

Tuttavia, non ci si può limitare a considerare solo le strutture esistenti ma è importante guardare al futuro e pensare a come progettare e gestire i porti turistici e marine "futuri" in modo da minimizzare l'impatto sull'ambiente. È fondamentale adottare un approccio olistico, in cui la sostenibilità sia considerata sin dalle prime fasi di progettazione e si integri in ogni aspetto dell'operatività portuale, mirando a realizzare porti a vocazione turistica che siano veri e propri modelli di eccellenza ambientale, in grado di soddisfare le esigenze della navigazione e del turismo senza compromettere l'ecosistema circostante. A tale scopo, investire nella ricerca e nello sviluppo di soluzioni innovative che consentano di ridurre l'impatto ambientale dei porti turistici e marine è una strada da percorrere nel futuro. Dalle tecnologie per l'approvvigionamento energetico sostenibile alle infrastrutture progettate per minimizzare l'inquinamento delle acque e

¹ portodelletna.it

dell'aria, promuovendo l'adozione di pratiche e tecnologie all'avanguardia che ricerchino la sostenibilità ambientale. Inoltre, è essenziale promuovere la collaborazione tra le parti interessate, compresi i gestori portuali, le autorità locali, le comunità circostanti e le organizzazioni ambientaliste. Solo attraverso una collaborazione stretta e costruttiva si possono affrontare le sfide ambientali e lavorare per creare soluzioni efficaci. La sostenibilità ambientale nei porti turistici e marine non riguarda solo la gestione dei rifiuti e l'efficienza energetica, ma coinvolge anche la conservazione degli ecosistemi marini e la protezione della biodiversità. Occorre prestare attenzione alle pratiche di dragaggio, garantendo che siano eseguite in modo responsabile per evitare danni agli habitat marini sensibili favorendo inoltre l'adozione di politiche di pesca sostenibile e la creazione di aree marine protette per preservare la diversità biologica e ripristinare gli ecosistemi danneggiati. La sostenibilità ambientale nei porti turistici e marine non solo migliora la qualità delle acque e dell'aria circostanti, ma crea anche opportunità economiche e sociali. La gestione responsabile può attrarre un turismo sostenibile e migliorare la qualità della vita delle comunità costiere. La sostenibilità ambientale nei porti turistici e marine è un imperativo per il presente e il futuro, per ridurre l'impatto ambientale delle strutture esistenti e promuovere la sostenibilità nella progettazione di quelle future.

CAPITOLO IV: INDAGINE EMPIRICA

All'interno del presente capitolo dell'elaborato, vengo presentati i risultati di un'indagine empirica condotta su un campione di marine e i porti turistici italiani, allo scopo di esaminare e valutare l'effettivo livello attuale di adozione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili e lo stato dell'arte in merito alle soluzioni per la gestione dell'energia attraverso i moderni sistemi di Energy Management System (EMS). Come già esaminato sotto il profilo teorico all'interno dei precedenti capitoli, esistono diverse soluzioni applicabili in ambito portuale, sia per quanto riguarda la gestione efficiente dell'energia sia per la produzione energetica "green". Il tema in oggetto appare ancor più rilevante nello specifico caso delle marine e dei porti turistici se si considera che l'industria turistica costiera (*coastal tourism*) riveste oggi un ruolo cruciale nell'economia italiana, con i porti turistici e marine che fungono da portali d'ingresso per migliaia di visitatori provenienti da tutto il mondo. L'obiettivo di questo capitolo è di ricercare una panoramica su come marine e porti turistici italiani stiano affrontando le problematiche legate alla sostenibilità. Analizzeremo quali siano essere le strategie e le iniziative adottate per integrare fonti rinnovabili nei loro processi energetici e come l'implementazione di sistemi EMS stia contribuendo a ottimizzare l'uso dell'energia e a ridurre l'impatto ambientale. A tal fine si presenteranno in primo luogo i profili metodologici alla base delle attività di raccolta dei dati oggetto di approfondimento all'interno dell'elaborato, per poi analizzare e commentare in modo analitico e critico i risultati dell'indagine campionaria, nel tentativo di trovare riscontro e risposta a specifiche domande relative allo stato attuale di introduzione, diffusione e utilizzo di fonti rinnovabili e alle modalità di gestione dell'energia all'interno delle marine e dei porti turistici nazionali. Successivamente, verranno tratte alcune conclusioni rilevanti per accademici e practitioners, in ragione dei dati raccolti, identificando le sfide rimanenti e le opportunità future per migliorare ulteriormente la sostenibilità e l'efficienza energetica nei porti turistici italiani.

4.1. Presentazione dell'indagine

Nei primi due capitoli si è affrontato il tema della produzione energetica da fonti rinnovabili e della gestione energetica efficiente, introducendo il concetto degli energy management system. Tali argomenti sono stati contestualizzati in ambito portuale, dirigendosi sempre più verso il settore dei porti turistici e marine, la cui struttura sul territorio nazionale è stata descritta nel Capitolo III. Nella stessa sezione sono state presentate le problematiche e le sfide legate alla sostenibilità delle marine italiane nella sua triplice forma: economica, ambientale e sociale.

L'indagine campionaria che verrà presentata nel corso del capitolo ha l'obiettivo di fornire un quadro pratico dapprima sull'adozione dei sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili e sull'implementazione di sistemi di gestione efficiente delle risorse energetiche, ma anche su altre tematiche legate alla sostenibilità come ad esempio il livello di attenzione alle questioni ambientali e il livello di formazione del proprio personale su argomenti quali sostenibilità ed efficienza energetica, cercando di capire come questi temi siano affrontati nella quotidianità dalle marine e dai porti turistici del Paese. I dati sono stati raccolti mediante un questionario inviato direttamente alle strutture portuali, ricevendo risposte da 32 porti turistici/marine italiani. I temi centrali del questionario possono essere sintetizzati nel seguente elenco:

- Le implementazioni delle green strategies nella marina/porto turistico
- L'attenzione della propria clientela alle tematiche ambientali
- Le modalità con le quali sono affrontate all'interno dell'organizzazione portuale le tematiche riguardanti la sostenibilità ambientale, soffermandosi sulla frequenza con la quale le linee guida sulla sostenibilità sono discusse
- La presenza di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili (eolico, solare o tramite lo sfruttamento dell'energia del mare)
- La presenza di soggetti all'interno dell'organizzazione che si occupano espressamente della gestione dell'energia (Energy management)
- Le misure pratiche adottate per l'ottimizzazione dell'uso dell'energia
- L'introduzione di sistemi di stoccaggio dell'energia
- Le Comunità Energetiche Rinnovabili

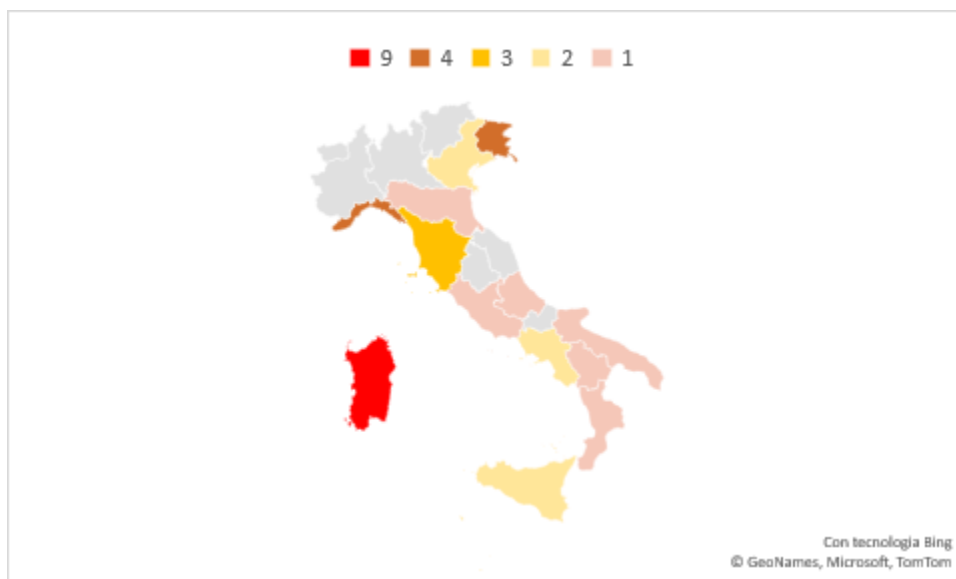
- L'introduzione di piani di formazione o sensibilizzazione per il personale del porto turistico/marina sull'importanza dell'efficienza energetica e sul corretto utilizzo delle risorse energetiche

I dati provenienti dal campione preso in esame saranno presentati nel paragrafo successivo, mettendo in luce le principali tendenze e problematiche.

4.2. Analisi dei dati raccolti

In questo paragrafo verranno presentati e analizzati i dati ricevuti in seguito all'invio del questionario a porti turistici e marine. Come accennato in precedenza il campione rappresentativo costa di 32 strutture portuali con la seguente distribuzione geografica (Figura 1): Sardegna 9, Liguria 4, Friuli Venezia-Giulia 4, Toscana 3, Sicilia 2, Veneto 2, Campania 2, Emilia-Romagna 1, Abruzzo 1, Puglia 1, Basilicata 1, Calabria 1, Lazio 1.

Figura 1: distribuzione geografica del campione



Fonte: ns. elaborazione

Per quanto riguarda le dimensioni strutturali dei porti turistici e delle marine campionati, è possibile effettuare un raggruppamento in classi, illustrato nella tabella (Tabella 1) seguente:

Tabella 1: divisione in classi dimensionali del campione

N° di posti barca	Frequenza
meno di 200	7
200-400	10
400-600	10
600-800	2
più di 800	3

Fonte: ns. elaborazione

Successivamente è stato richiesto il numero esatto di posti barca, delineando quindi un campione che presentava i seguenti dati statistici (Tabella 2):

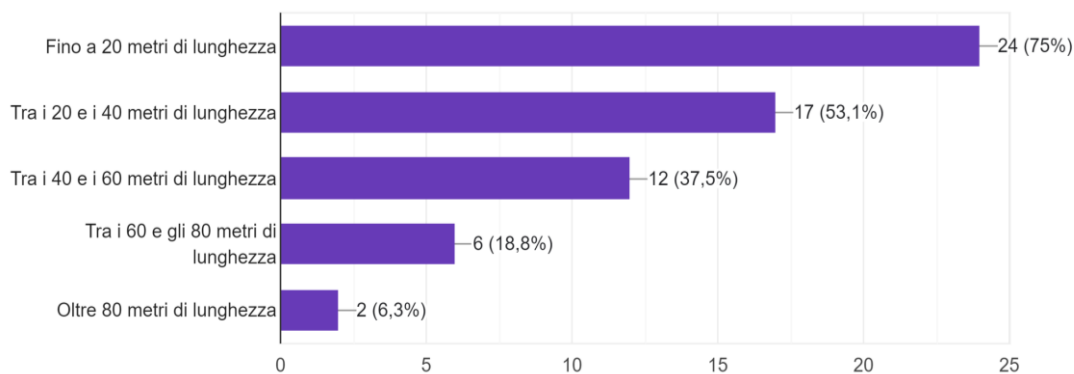
Tabella 2: caratteristiche statistiche del campione

Media	462,875
Mediana	405
Valore minimo	30
Valore massimo	2000

Fonte: ns. elaborazione

Rimanendo ancora nell'ambito della struttura dei porti turistici e marine campionati, oltre al numero di posti barca un altro profilo interessante è rappresentato dalle dimensioni delle imbarcazioni che possono essere ospitate all'interno delle marine/porti turistici. Tali misure possono variare sia per esigenze strutturali portuali ma anche per scelte dell'organizzazione legate ad eventuali antieconomicità verso certe categorie di natanti. Nel grafico (Figura 2) seguente verranno illustrati i dati raccolti per quanto riguarda le dimensioni delle imbarcazioni.

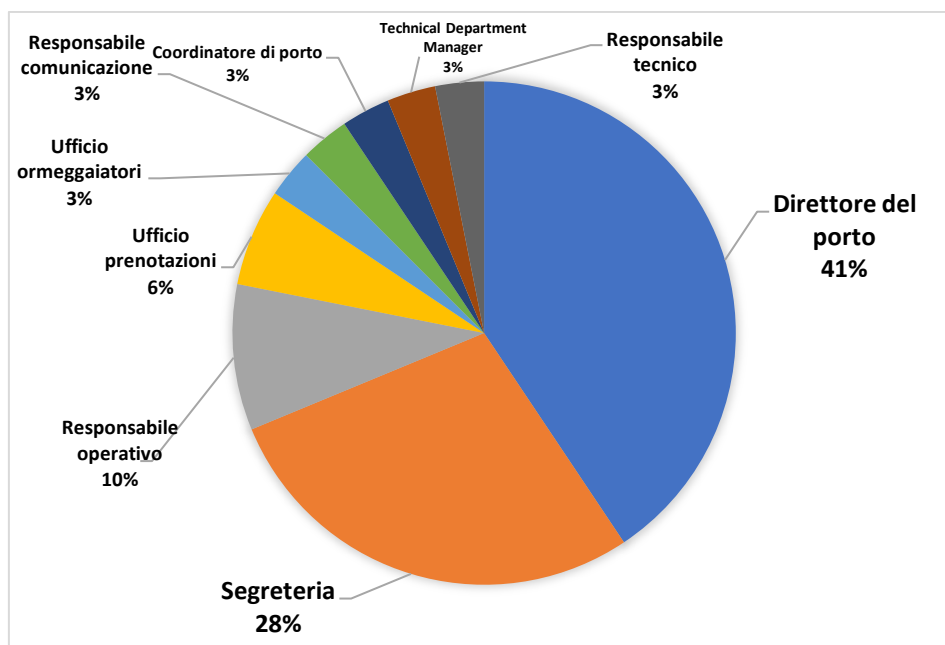
Figura 2: lunghezza imbarcazioni



Fonte: ns. elaborazione

Per quanto riguarda il profilo dei rispondenti, dal punto di vista del ruolo svolto all'interno dell'organizzazione portuale, circa il 40% delle risposte sono pervenute direttamente dall'ufficio della direzione del porto turistico/marina, seguite dall'ufficio segreteria (circa 29%) e da responsabili operativi (circa 9%). Le ulteriori figure professionali e le relative percentuali sono illustrate nella Figura 3.

Figura 4: Ruolo all'interno dell'organizzazione



Fonte: ns. elaborazione

In merito al genere, le rispondenti donne risultano essere il 37,5% mentre i rispondenti uomini il 62,5%. L'età media generale si attesta su 51 anni, 45 anni per le donne e 54 per gli uomini. Con riferimento al ruolo di “direttore del porto” (13 risposte sono pervenute da tale figura) è possibile profilare i rispondenti per genere ed età:

- Tale ruolo è ricoperto da un uomo nel 76,9 % dei casi con un'età media di 56 anni;
- Tale ruolo è ricoperto da una donna nel 23,1% dei casi con un'età media di 54 anni;

4.2.1. Green strategies e produzione energetica da fonti rinnovabili

Il presente sottoparagrafo ha l'obiettivo di presentare i risultati del questionario rivolto alle marine e porti turistici riguardo l'introduzione all'interno di tali strutture portuali di strategie così dette “green”, ovvero strategie volte al risparmio energetico, al risparmio idrico e all'implementazione di misure che mirino a favorire uno sviluppo economico e sociale più responsabile dal punto di vista ambientale. Altro tema affrontato è quello dell'implementazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili, nello specifico energia solare, eolica o sfruttando l'energia del mare.

Per quanto riguarda le green strategies utilizzate dal campione di 32 porti turistici e marine preso in esame, la più ricorrente, con un'applicazione di circa l'85%, è l'installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo. Tale soluzione riporta molte implementazioni probabilmente grazie ai costi d'investimento modesti e la facilità d'installazione da un punto di vista strutturale. L'utilizzo di veicoli elettrici per la mobilità all'interno del porto turistico (navette elettriche, bici elettriche) è invece la seconda pratica più utilizzata con una percentuale del 44%, a seguire vi sono Installazione di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici (35%) e la promozione dell'efficienza idrica attraverso l'installazione di sistemi di risparmio idrico come sistemi di raccolta delle acque piovane e recupero delle acque di scolo (22%). Nel 9,4 % dei casi i porti turistici e marine hanno optato per l'introduzione di impianti di stoccaggio e bunkeraggio di biocombustibili, mentre in nessuna struttura portuale è stato scelto di introdurre impianti per gas naturale. Quattro porti turistici e marine (12,5%) hanno invece segnalato l'implementazione di un sistema di produzione d'acqua tramite dissalatore (Impianto dissalazione ad osmosi

inversa). Questo quadro generale ora verrà profilato rispetto alle dimensioni delle strutture portuali (posti barca) per verificare se vi sono tipologie di marine/porti turistici dove l'introduzione di strategie green è più massiccia (Tabella 3)

Figura 3: green strategies applicate

meno di 200	Illuminazione a basso consumo	Veicoli elettrici	Colonnine per ricarica	Efficienza idrica	Dissalatore	Stoccaggio biocombustibili
Frequenza	6	0	1	1	0	0
Percentuale sul totale (7)	86%	0%	14%	14%	0%	0%
200-400	Illuminazione a basso consumo	Veicoli elettrici	Colonnine per ricarica	Efficienza idrica	Dissalatore	Stoccaggio biocombustibili
Frequenza	8	4	4	1	1	1
Percentuale sul totale (10)	80%	40%	40%	10%	10%	10%
400-600	Illuminazione a basso consumo	Veicoli elettrici	Colonnine per ricarica	Efficienza idrica	Dissalatore	Stoccaggio biocombustibili
Frequenza	9	4	4	2	2	1
Percentuale sul totale (10)	90%	40%	40%	20%	20%	10%
600-800	Illuminazione a basso consumo	Veicoli elettrici	Colonnine per ricarica	Efficienza idrica	Dissalatore	Stoccaggio biocombustibili
Frequenza	2	2	1	2	0	1
Percentuale sul totale (2)	100%	100%	50%	100%	0%	50%
Più di 800	Illuminazione a basso consumo	Veicoli elettrici	Colonnine per ricarica	Efficienza idrica	Dissalatore	Stoccaggio biocombustibili
Frequenza	3	2	1	1	1	0
Percentuale sul totale (3)	100%	66%	50%	33%	33%	0%
Percentuale totale del sample	87,5%	37,5%	34,5%	21,5%	12,5%	9,5%

Fonte: ns. elaborazione

I dati mostrano come l'implementazione di sistemi di illuminazione a basso consumo sia elevata in tutte le classi portuali, mentre l'utilizzo di veicoli elettrici per la mobilità portuale e la presenza di colonnine di ricarica diventano più comuni a partire da strutture portuali con più di 200 posti barca. È interessante notare come investimenti più ingenti come la presenza di dissalatori, sistemi di efficientamento idrico e stoccaggio biocombustibili, siano presenti già nelle strutture tra i 200 e i 600 posti barca, e non solo in porti turistici e marine di dimensioni più importanti, strutture da cui ci si potrebbe aspettare una disponibilità economica maggiore. Le due classi 200-400 e 400-600, presentano infatti una buona percentuale di utilizzo per tutte e cinque le green strategies prese in esame.

Nell'ambito della decima domanda della prima sezione del questionario è stato richiesto quale percezione le strutture portuali avessero riguardo all'importanza verso le tematiche ambientali da parte dei propri clienti. La domanda recitava: "Su una scala da 1 a 10, quale ritiene che sia il livello di attenzione della vostra clientela riguardo alle tematiche inerenti la sostenibilità ambientale?". Sulle 32 risposte (considerando una scala da 1 a 10) la valutazione media è stata di 6.56, non un numero elevato che, combinato con la non massiccia presenza di green strategies nel campione, potrebbe significare come non vi sia la sensazione da parte delle organizzazioni portuali che la propria clientela sia disposta a pagare un prezzo maggiorato pur di ricevere in cambio un prodotto fortemente ecosostenibile.

La non totale attenzione verso le tematiche ambientali è caratterizzata dal fatto che il 56% dei porti turistici e marine campionati ha dichiarato che le tematiche riguardanti la sostenibilità ambientale vengono affrontate tramite semplici linee guide discusse annualmente, nel 18,7% vengono effettuati bilanci periodici (trimestrali o quadrimestrali) e solamente in un esiguo 6,3% vengono discusse mensilmente con una regolare analisi delle performance. Da sottolineare come nei porti turistici e marine con più di 600 posti barca, i quali viste le dimensioni hanno problemi di gestione energetica non indifferenti, le tematiche ambientali vengono discusse con linee guide solo annuali e senza una regolare analisi delle performance in 4 dei 5 porti turistici e marine campionati.

Per quanto riguarda l'installazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili è stato riscontrato che il 18,75% del campione ha installato tali strutture. I sei

porti turistici e marine in questione hanno scelto di adottare tutti quanti l'energia solare installando pannelli fotovoltaici; all'interno del campione non trovano spazio installazioni che sfruttano l'energia del mare oppure l'eolico. Come è possibile notare nella tabella successiva, non si registrano installazioni di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili in marine con posti barca superiori ai 600 posti (Tabella 4)

Tabella 4: installazione di sistemi di produzione da fonti rinnovabili

Posti Barca	nessun sistema rinnovabile	È presente un sistema rinnovabile	Totale	Percentuale relativa alla classe	Percentuale relativa ai soli porti che applicano sistemi rinnovabili
meno di 200	6	1	7	14,3%	16,6%
200-400	7	3	10	30%	50%
400-600	8	2	10	20%	33,4%
600-800	2	0	2	0%	0%
più di 800	3	0	3	0%	0%
Totale	26	6	32		

Fonte: ns elaborazione

I porti turistici e marine che non hanno ancora installato sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili, in molti casi hanno segnalato la volontà di intraprendere questo percorso. In tutte le risposte in cui sono state fornite informazioni aggiuntive sulle intenzioni future, è stata segnalata la volontà di installare pannelli fotovoltaici; stando ai risultati del campione neanche nel breve termine l'energia del mare o gli impianti eolici troveranno spazio. Due marine hanno invece riportato dati sui loro impianti fotovoltaici:

- Marina Resort Punta Gabbiani: porto situato in Friuli Venezia-Giulia ha installato un impianto di pannelli solari operante da due anni con produzione 90 KW e ha in programma l'aggiunta di un altro impianto da 150 KW. Tale sistema permette una copertura del fabbisogno energetico tra il 75% e il 100%
- Marina di Rimini: marina situata in Emilia-Romagna dove è presente un impianto da 200KW di pannelli fotovoltaici ed un cogeneratore a metano da 47KW utilizzato per la produzione di acqua calda. La copertura del fabbisogno energetico in questo caso si aggira tra il 50% e il 75%.
- Gli ulteriori quattro porti turistici che hanno installato un impianto fotovoltaico non hanno fornito informazioni circa la potenza, ma si tratta di impianti a produzione ridotta che arrivano a coprire tra lo 0% e il 25% del fabbisogno energetico portuale e in alcuni casi fino al 50%.

4.2.2. Efficienza energetica ed EMS

Questa seconda sezione del capitolo è dedicata all'analisi dei dati per quanto riguarda la sezione del questionario relativa alle scelte volte all'efficientamento energetico all'interno dei porti turistici e marine, l'introduzione di Energy Management System, la sensibilizzazione verso i temi ambientali dei propri dipendenti e l'eventuale introduzione di comunità energetiche rinnovabili.

Per prima cosa è stato richiesto ai porti turistici e marine campionati se all'interno della loro organizzazione ci fosse una figura preposta al controllo dell'efficienza energetica e al controllo dei processi energetici all'interno della struttura portuale, se esistesse quindi un energy management incaricato di tale funzione. Le risposte a tale domanda hanno segnalato una carenza da questo punto di vista, dato che solamente cinque porti turistici e marine sui 32 campionati (15,6%) hanno scelto di introdurre all'interno

della loro organizzazione una figura volta alla gestione dei flussi energetici all'interno del porto turistico/marina. Come proposto precedentemente, le risposte verranno profilate a seconda delle dimensioni portuali. Nella tabella successiva (Tabella 5) verranno illustrati in quali porti turistici e marine è stato introdotto un Energy management.

Tabella 5: presenza di un energy management

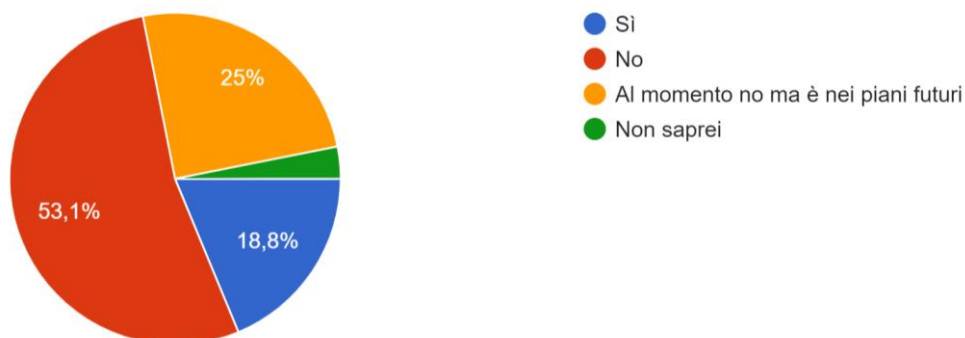
Energy management presente?	meno di 200	200-400	400-600	600-800	più di 800	Totale complessivo
Al momento no ma è nei piani futuri	1	2	3	1	2	9
No	4	8	4	1	1	18
Si	2		3			5
Totale complessivo	7	10	10	2	3	32

Fonte: ns. elaborazione

Dalla Tabella 5 emerge come una figura preposta al management energetico sia stata inserita nell'organico organizzativo portuale in porti turistici e marine al di sotto dei 600 posti barca. Questo risultato potrebbe risultare sorprendente in quanto porti turistici e marine di più grande dimensione, con più di 600 posti barca, non hanno ancora intrapreso la scelta di predisporre un soggetto all'interno dell'organizzazione incaricato alla gestione energetica efficiente, seppure i consumi energetici e la gestione dei flussi energetici richiedano un'attenzione maggiore rispetto a strutture di natura dimensionale ridotta. 9 porti turistici e marine su 18 hanno comunque dichiarato che tale figura potrebbe entrare a far parte della gestione organizzativa nei piani futuri.

Altro argomento strettamente connesso all'efficientamento energetico all'interno di un porto turistico e marina, è l'implementazione di specifici strumenti software che verifichino i carichi energetici e l'ottimizzazione dell'uso di energia all'interno del porto turistico o della marina. In questo caso sei porti a vocazione turistica (18,8%) hanno dichiarato di utilizzare tali strumenti mentre la percentuale restante non utilizza software per l'ottimizzazione energetica; tuttavia, il 25% del campione ritiene che tale implementazione possa entrare a far parte della pianificazione portuale futura (Figura 5).

Figura 5: utilizzo software per l'ottimizzazione energetica



Fonte: ns. elaborazione

La divisione in classi dimensionali è illustrata nella tabella seguente (Tabella 6) e mostra come la fascia più interessata a tale implementazione sia quella dei porti turistici e marine che contano tra le 200 e le 400 imbarcazioni ospitabili.

Tabella 6: utilizzo software per classe dimensionale

Integrazione software di controllo	Nei piani futuri	No	Non saprei	Sì	Totale complessivo
meno di 200	2	3	1	1	7
200-400	1	6		3	10
400-600	3	6		1	10
600-800	1	1			2
più di 800	1	1		1	3
Totale complessivo	8	17	1	6	32

Fonte: ns elaborazione

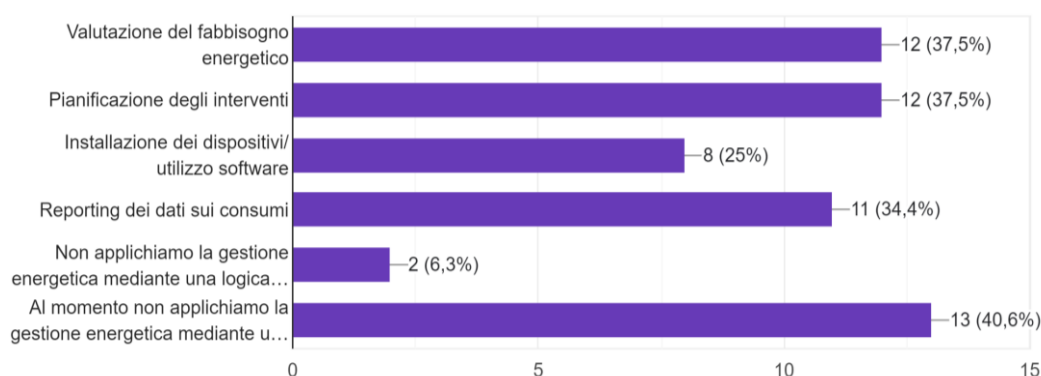
Nel presente elaborato è stato introdotto il tema degli energy management systems (cfr. Capitolo 2) evidenziando quanto un approccio alla gestione dell'energia in ambito portuale che sia basato sui processi costituisca una delle chiavi del successo per la corretta implementazione di un EMS e più in generale per il corretto controllo dell'efficientamento energetico e dell'ottimizzazione di quest'ultima. Riassumendo, nell'ottica della gestione energetica mediante una logica di processo suddivisa in fasi, i task e le attività da attuare per un efficiente e corretto approccio sono i seguenti:

1. Valutazione del fabbisogno energetico
2. Pianificazione degli interventi

3. Installazione dei dispositivi/utilizzo software
4. Reporting dei dati sui consumi

Di seguito sono descritte le percentuali con le quali vengono implementate le fasi della logica di processo (molti porti turistici e marine non seguono una logica di processo completa ma hanno implementato solo alcune fasi), anticipando che oltre il 45% delle strutture campionate ha dichiarato di non seguire logiche di processo nella gestione energetica (Figura 6).

Figura 6: implementazione della logica di processo



Fonte: ns elaborazione

Come è possibile notare mediante l'esame dei dati riportati nella Figura 6, le fasi di "valutazione fabbisogno energetico" e "pianificazione di interventi" presentano i numeri più elevati, così come il "reporting dei dati sui consumi". Vi è una carenza sull'installazione effettiva dei dispositivi, che manifesta come alcuni porti turistici e marine vadano a valutare il loro fabbisogno energetico, pianifichino eventuali installazioni di strumenti/software, ma senza in seguito effettuare interventi significativi. Tra i 18 porti turistici e marine che hanno applicato almeno in parte l'approccio gestionale per processi, il 27,7% di essi ha intrapreso una logica per processi completa.

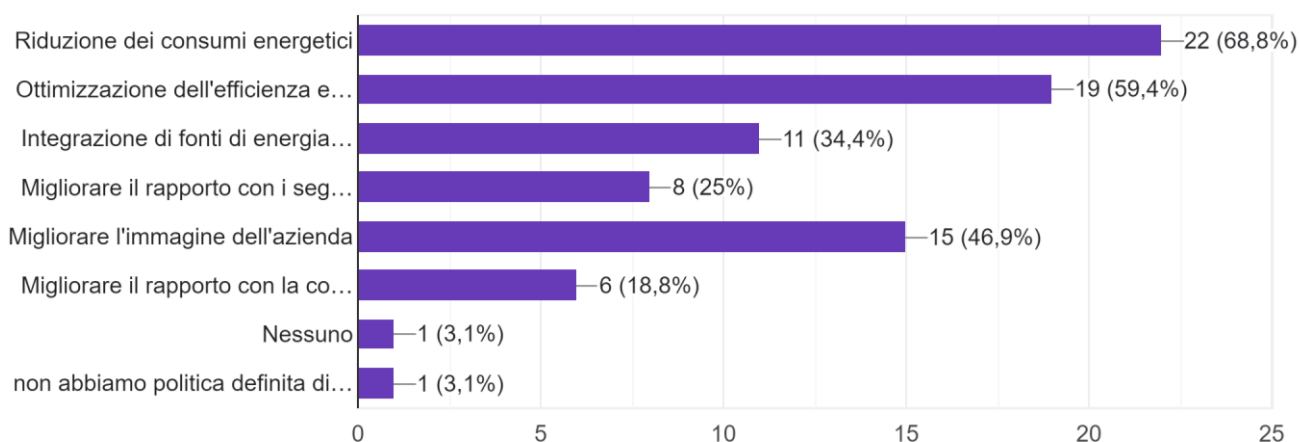
Successivamente è stato domandato quali siano secondo l'organizzazione portuale gli obiettivi principali dell'ottimizzazione energetica e dell'implementazione di una logica

di processo nella gestione dell'energia. Le alternative disponibili per i rispondenti erano le seguenti:

- riduzione dei consumi energetici
- ottimizzazione dell'efficienza energetica
- integrazioni di fonti di energia rinnovabile
- migliorare il rapporto con i segmenti di clientela attenti alla sostenibilità ambientale
- migliorare l'immagine aziendale
- migliorare il rapporto con le comunità locali

Nella Figura 7 vengono riportate e discusse le risposte a tale quesito, dove sarà possibile notare come gli elementi predominanti sono: la riduzione dei consumi e quindi il risparmio anche in termini economici, il miglioramento dell'immagine aziendale e l'ottimizzazione dei consumi energetici già esistenti.

Figura 7: obiettivi efficientamento energetico



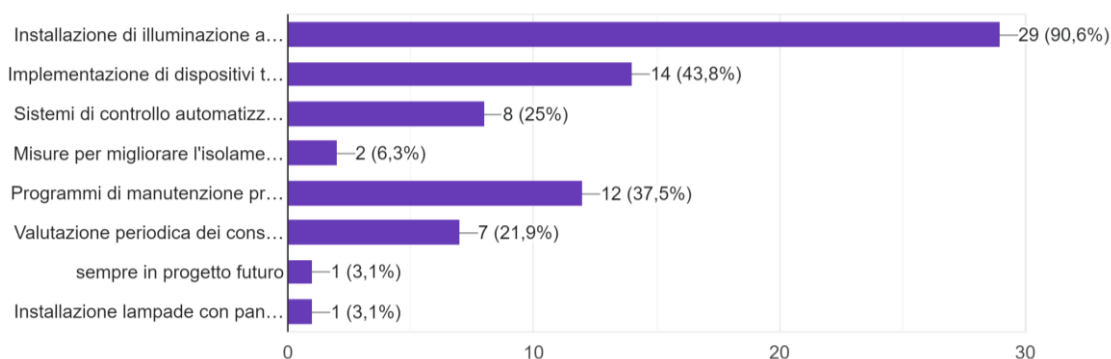
Fonte ns elaborazione

Dai dati, è altresì possibile notare come il miglioramento del rapporto con i segmenti di clientela attenti alla sostenibilità e il miglioramento dei rapporti con le comunità locali, siano elementi residuali negli obiettivi dichiarati dai rispondenti.

Per quanto riguarda le implementazioni pratiche volte all'efficientamento energetico, facendo riferimento alla Figura 8, è possibile notare come, in linea con le risposte nella sezione dedicate alle green strategies riguardo l'illuminazione a basso consumo, la pratica più in voga (29 porti turistici e marine su 32) sia l'utilizzo di illuminazioni a LED. In ordine di frequenza, le ulteriori pratiche per l'ottimizzazione energetica riguardano:

- Implementazione di dispositivi tecnologici per il monitoraggio dei consumi energetici (43,8%)
- Programmi di manutenzione preventiva per gli impianti e le attrezzature, al fine di garantire un funzionamento efficiente e ridurre gli sprechi energetici (37,5%)
- Sistemi di controllo automatizzati per il riscaldamento, il raffreddamento e l'illuminazione (25%)
- Valutazione periodica dei consumi energetici, con l'obiettivo di identificare tendenze, criticità o aree di miglioramento (21,9%)
- Misure per migliorare l'isolamento termico degli edifici e delle strutture del porto turistico (6,3%)

Figura 8: soluzioni pratiche adottate nei porti e marine



Fonte: ns elaborazione

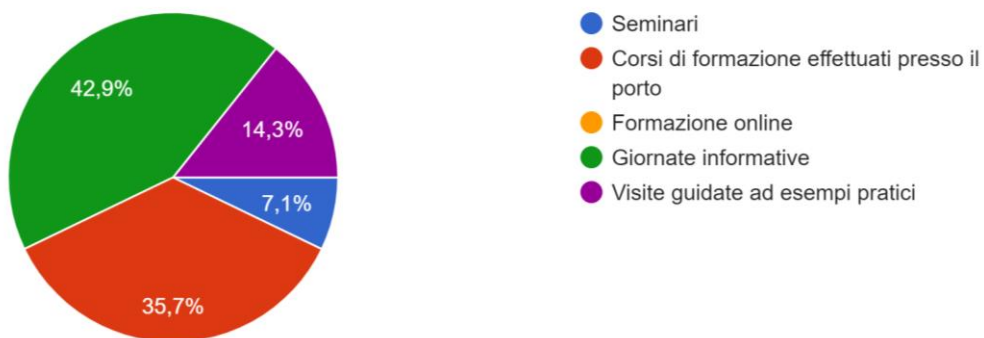
Altra soluzione pratica legata all'ottimizzazione energetica risiede nell'utilizzo di sistemi di stoccaggio dell'energia, come l'impiego di batterie. Dai dati raccolti, è emerso che attualmente le batterie per lo stoccaggio energetico sono state implementate in sei porti turistici e marine sui trentadue campionati, solo in strutture con un numero di imbarcazioni ospitabili al di sotto dei 600 posti. Tra questi sei porti turistici e marine, in

due casi il sistema di batterie è collegato ad un sistema di produzione energetica da fonti rinnovabili.

Fra le ultime domande rivolte al campione, è stato domandato se si fosse a conoscenza dell'esistenza delle Comunità Energetiche Rinnovabili (il tema delle CE è stato affrontato a pag.36) e il 47% dei rispondenti ha risposto affermativamente. Tuttavia, nessuna struttura portuale ha dichiarato di aver intrapreso un percorso verso l'implementazione di una CER; il 50% dei porti turistici e marine hanno dichiarato che l'eventuale introduzione è nei piani futuri.

Per concludere si è voluto tastare il livello di sensibilizzazione del proprio personale riguardo le tematiche ambientali. Nello specifico, è stato richiesto se fossero stati previsti piani di formazione o sensibilizzazione per il personale del porto turistico/marina sull'importanza dell'efficienza energetica e sul corretto utilizzo delle risorse energetiche; i risultati hanno messo in evidenza che tali piani di formazione sono stati attivati nel 44% dei casi. In Figura 9 sono illustrati nel dettaglio le tipologie di piani di sensibilizzazione.

Figura 9: tipologia di piani di sensibilizzazione del personale



Fonte ns elaborazione

4.3. Conclusioni e commento dei risultati

Il presente paragrafo è dedicato alla presentazione delle principali conclusioni tratte dall'analisi dei dati raccolti attraverso il questionario rivolto ai porti turistici e marine italiani. Verrà effettuato un commento sui risultati, una ricerca delle principali tendenze e ci si soffermerà su eventuali sorprese emerse dalla ricerca.

Partendo dalla prima sezione del questionario, riguardante le green strategies e l'introduzione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili, è possibile notare come la tendenza principale per l'introduzione di strategie cosiddette "green", riguardi principalmente l'implementazione di sistemi di illuminazione a basso consumo; il che potrebbe essere giustificato dalla portata economica relativamente modesta ed alla facilità di realizzazione. Altro elemento da notare è come all'aumentare della dimensione del porto turistico e marina, aumenta anche il tasso di utilizzo relativo ad ogni classe dimensionale dei veicoli elettrici, il che è dovuto probabilmente al fatto che strutture di piccole dimensioni non hanno la primaria necessità di una mobilità interna. Un fattore sorprendente dell'analisi è il fatto che in alcune strutture è stato introdotto un dissalatore per la produzione di acqua, una tecnologia di cui non ci si aspettava l'implementazione ma che è stata segnalata da quattro porti turistici e marine. Altro aspetto da segnalare è la carenza di impianti di stoccaggio di combustibili alternativi: il gas naturale non è presente in nessuno dei 32 porti turistici e marine mentre in tre strutture è presente uno stoccaggio di biocombustibili. Tuttavia, per quanto concerne i porti turistici e marine di più grandi dimensioni, si registra che un solo porto sui cinque che superano i 600 posti barca, ha intrapreso un'implementazione di tale sistema di bunkeraggio e stoccaggio.

In generale, le tematiche ambientali non sembrano essere al primo posto tra le preoccupazioni nella gestione dei porti turistici e marine, in quanto, nel quasi 60% dei casi, le linee guida per la gestione energetica, vengono discusse solo annualmente in modo generico. Inoltre, i porti turistici e le marine, non sembrano avere la percezione che i propri clienti siano attenti alle tematiche ambientali, in quanto da una scala da 1 a 10 hanno dichiarato che in media pensano che i propri clienti siano attenti 6,56 alle tematiche ambientali e alla sostenibilità in generale.

Per quanto riguarda l'introduzione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili è stato abbastanza netto come la sola fonte di energia rinnovabile scelta sia

stato il fotovoltaico, probabilmente per la facilità di implementazione dei pannelli sopra le pensiline dei parcheggi o sfruttando strutture e edifici preesistenti. L'installazione di tali sistemi è comunque molto modesta, in quanto neanche il 20% dei rispondenti ha dichiarato di aver adottato impianti ad energia solare. Il dato emerso sorprendente è che il 50% dei sistemi di produzione da fonti rinnovabili sia concentrato in porti turistici e marine di modeste dimensioni (200-400 posti barca), mentre nei cinque porti turistici e marine con capacità superiore ai 600 posti non sono stati introdotti sistemi per lo sfruttamento di energia pulita.

Per quanto riguarda la sezione dedicata alla gestione energetica portuale, il primo dato che andrà commentato è quello dell'introduzione di una figura preposta al controllo della gestione dei flussi energetici nelle strutture portuali. La tendenza che emerge rivela che solamente cinque porti turistici e marine, sul campione di 32, hanno implementato all'interno della propria organizzazione un soggetto specializzato in tale funzione. In questo caso, sorprende la totale assenza di energy management nei porti turistici e marine con più di 600 imbarcazioni ospitabili, in quanto strutture di dimensioni più elevate potrebbero avere problemi di gestione dei flussi energetici più elevati rispetto a porti turistici e marine di dimensioni ridotte; la presenza di un professionista dedito alla gestione di queste problematiche potrebbe essere un plus non indifferente per strutture portuali di elevate dimensioni. Anche per quanto riguarda l'utilizzo di software per il controllo dei consumi energetici, la concentrazione delle risposte affermative è prevalente nei porti turistici e marine di dimensioni più modeste, mentre si potrebbe pensare che porti a vocazione turistica dai consumi più elevati, potessero essere più attenzione riguardo l'implementazione di tali strumenti.

Per quanto riguarda l'introduzione di una logica di processo nella gestione efficiente dell'energia, elemento che nel secondo capitolo è stato descritto come fondamentale per arrivare ad un'analisi completa dei propri problemi riguardo i flussi energetici, il dato meno entusiasmante è che quasi il 50% dei porti turistici e marine non gestisce la propria efficienza energetica e la propria ricerca verso l'ottimizzazione energetica tramite una logica di processo. Alcuni porti turistici e marine attualmente hanno definito il design e implementato solo alcune parti del processo per l'energy management, tralasciando a volte l'attuazione effettiva di dispositivi o procedure volte a migliorare una pianificazione già predisposta. La percentuale di porti turistici e marine, tra quelli che hanno applicato

anche solo una delle quattro fasi del processo, che esegue una logica di processo completa si ferma ad un esiguo 27,7%.

Analizzando le informazioni relative agli obiettivi primari perseguiti mediante l'introduzione di sistemi di energy management in ambito portuale (porti turistici e marine), la riduzione dei costi per l'energia e l'ottimizzazione degli attuali consumi appaiano prioritari: il che porta a pensare la preoccupazione primaria sia un abbattimento dei costi energetici. Altro punto di interesse è il miglioramento della immagine aziendale, mentre viene lasciato totalmente all'ultimo posto tra gli obiettivi enunciati il miglioramento del rapporto con le comunità locali, una dei temi più importanti in ambito di sostenibilità sociale. Trova poco spazio anche l'attenzione verso i segmenti di clientela più avvezzi ai prodotti green.

Per quanto riguarda l'adozione di misure e l'implementazione di strumenti volti all'ottimizzazione energetica, non si registrano massicce introduzioni, fatta eccezione delle illuminazioni a led ed in maniera più ridotta di strumenti volti al monitoraggio dei consumi. L'introduzione di misure per migliorare l'isolamento termico degli edifici e delle strutture del porto turistico è praticamente quasi assente, registrando poco più del 6% di adozione.

Un ultimo commento riguarda la sensibilizzazione dei propri dipendenti verso le tematiche ambientali e verso la corretta conoscenza delle pratiche e dei comportamenti volti al risparmio, all'efficienza energetica. Il dato non entusiasmante mostra come meno della metà delle strutture prese in esame, abbia attivato corsi di formazione, seminari o giornate informative. Rimane altresì sorprendente come nel 44% dei casi in cui tali corsi siano stati attivati, la formazione online non trova neanche un'applicazione nei porti turistici e marine.

CONCLUSIONI

La tesi ha esplorato l'introduzione delle green strategies nel settore portuale, cercandone applicazioni pratiche nell'ambito dei porti turistici e delle marine italiane. A tal fine, dapprima, è stata esaminata la letteratura esistente per ottenere gli strumenti teorici necessari per comprendere l'argomento, successivamente tramite la somministrazione del questionario a porti turistici e marine si sono cercate risposte in merito all'applicazione pratica dei principi teorici affrontati nel Capitolo I e II dell'elaborato, cercando di sviluppare argomentazioni basate su prove derivate da un sondaggio statistico. Ora, è il momento di riunire tutto questo in un quadro coerente che possa presentare lo stato dell'arte riguardo le tematiche ambientali, i concetti di sostenibilità e la gestione energetica all'interno del comparto dei porti turistici e delle marine del nostro Paese.

Le prime due sezioni dell'elaborato, facendo leva sulla review della letteratura, hanno fornito le basi teoriche introduttive per affrontare al meglio la ricerca tramite questionario, grazie alla quale sono stati raccolti i dati utili per una panoramica della situazione italiana. In particolare, nel primo capitolo della tesi sono state introdotte le green strategies e più in generale gli investimenti e le pratiche ecosostenibili applicabili in ambito portuale. Successivamente è stato deciso di addentrarsi in una di queste specifiche "strategie verdi": la produzione energetica da fonti rinnovabili. Sono state descritte tre tipologie di sistemi per la generazione di energia pulita che possono trovare un'applicazione concreta nel comparto portuale, presentando alcuni esempi riferiti all'installazione in porti turistici e marine.

Il Capitolo II ha introdotto il concetto di gestione energetica efficiente e di Energy Management System, affrontando due temi principali:

- la gestione energetica mediante l'approccio basato per processi
- l'introduzione di pratiche, misure tecnologiche e operative per il miglioramento dell'efficienza energetica, l'ottimizzazione di quest'ultima e il contenimento dell'impatto ambientale.

Il secondo capitolo mira a sottolineare l'importanza significativa della gestione dell'energia all'interno di un porto turistico e di una marina. Nel contesto di un forte impegno per la sostenibilità nelle sue tre dimensioni (economiche, sociali e ambientali), ottenere una gestione ottimale dell'energia richiede un professionista dedicato o un team specializzato in grado di garantire la corretta gestione dei flussi energetici e delle scelte di ottimizzazione. Inoltre, è essenziale stabilire interconnessioni efficaci tra diverse fonti di energia rinnovabile, ove queste siano presenti, affrontando la gestione di eventuali surplus energetici o di carenze energetiche, soddisfacendo le necessità di stoccaggio dell'energia quando necessario.

Il Capitolo III introduce in maniera completa il tema del turismo costiero, presentando la natura strutturale del comparto dei porti turistici e marine italiani, presentando punti di forza e criticità. Il tema centrale di tale sezione è la sostenibilità, elemento che ha fatto da collante tra i primi due capitoli prettamente teorici e il questionario presentato nell'ultimo capitolo, ricordando il triplice aspetto racchiuso nel termine "sostenibilità" nell'ambito dei porti turistici e marine. L'incontro tra i temi trattati nei primi due capitoli e la sostenibilità economica, sociale ed ambientale presentata nella terza sessione dell'elaborato sono state le linee guida per la stesura e la successiva somministrazione del questionario.

Per quanto riguarda l'applicazione di green strategies e di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili all'interno di porti turistici e marine, alla luce anche dei risultati ottenuti mediante questionario, possono essere tratte le seguenti conclusioni:

- L'ampia ed eterogenea varietà di green strategies applicabili in ambito marittimo non sembra essere sfruttato pienamente da parte dei porti turistici italiani in quanto solo le implementazioni di sistemi di illuminazione a basso consumo trovano un'applicazione massiccia e trasversale in tutte le categorie dimensionali (ci si riferisce ai posti barca). Purtroppo, sono ancora un miraggio sistemi di stoccaggio e bunkeraggio di gas naturale, mentre iniziano ad essere presenti, sebbene in modo modesto, impianti equivalenti ma che forniscono biocombustibili. Tuttavia, nei porti turistici e marine con un numero di imbarcazioni superiore alle 200 unità sono presenti in buon numero sistemi di mobilità intraportuale con mezzi elettrici e colonnine di ricarica per autovetture.

Una nota positiva è rappresentata dall'attenzione verso le risorse idriche. Infatti, sistemi di dissalazione e promozione dell'efficienza idrica attraverso l'installazione di impianti di risparmio idrico come sistemi di raccolta delle acque piovane e recupero delle acque di scolo, raccolgono circa il 34% di applicazioni

- Passando all'introduzione di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili, si osserva come nei porti turistici e marine italiane la strada da percorrere per un'introduzione massiccia sia ancora lunga. Non trovano applicazioni nei 32 porti di natura turistica campionati né impianti eolici né impianti che sfruttano l'energia del mare. Le uniche poche implementazioni riguardano impianti fotovoltaici che mediamente coprono al massimo il 50% del fabbisogno energetico portuale, rendendo vano ogni discorso sulla gestione dei surplus energetici. Per quest'ultimo tema è evidente come le strutture del Paese non siano ancora pronte, in quanto il 100% dei porti turistici e marine facenti parte del campione non hanno introdotto una Comunità Energetica Portuale volta alla condivisione energetica. La scelta di utilizzare il fotovoltaico è probabilmente di natura economica e strutturale, in quanto le installazioni di pannelli fotovoltaici possono sfruttare strutture preesistenti come i tetti degli edifici e le pensiline dei parcheggi.

Per concludere, pertanto, in relazione ai porti turistici e marine è possibile asserire che la gestione del vettore energetico non ha ancora assunto un ruolo propriamente strategico e molti passi devono essere ancora compiuti affinché la gestione dell'energia divenga una priorità. Ciò può essere ricondotto alle seguenti motivazioni:

- In primo luogo, la maggior parte dei porti turistici e marine non ha un dipartimento o un soggetto che si occupi di energy management e gestisca i flussi energetici all'interno del porto turistico e marina, e questa mancanza, soprattutto nelle strutture di grandi dimensioni, difficilmente può garantire che la gestione energetica sia ottimale
- Secondariamente manca una massiccia gestione dell'efficienza energetica secondo una logica di processo; troppi porti turistici e marine non la utilizzano e

molti non la completano, seguendo solo alcune fasi, il che non può permettere un'accurata conoscenza della propria gestione energetica.

- I porti turistici e marine non sembrano motivati dall'interesse della propria clientela; li stessi rispondenti hanno dichiarato che non credono che la clientela sia così attenta alle tematiche ambientali. Lo testimonia il fatto che, tra gli obiettivi che muovono più fortemente l'organizzazione portuale ad efficientare il proprio processo di gestione energetica, figura in modo residuale l'opzione "migliorare il rapporto con i segmenti di clientela attenti alla sostenibilità ambientale". Tuttavia, è incoraggiante notare che c'è un crescente impegno e un aumento dell'attenzione per queste tematiche, e potrebbe esserci spazio per sviluppare iniziative che promuovano una maggiore sinergia tra i porti e i clienti sensibili all'ambiente.

Altro elemento riguarda l'importanza riscontrata dai risultati del questionario rispetto alla sostenibilità sociale. In termini sociali, è cruciale esaminare se queste infrastrutture sono veramente considerate dalla comunità locale come elementi che contribuiscono alla crescita economica, all'occupazione e al reddito. Nelle aree in cui vengono costruiti porti turistici, è evidente come spesso la creazione di tali strutture sia principalmente un importante investimento nel settore immobiliare. Tuttavia, la popolazione locale è spesso scarsamente coinvolta in tali decisioni che hanno un impatto così significativo sul loro territorio, e i benefici effettivi sembrano essere ancora limitati. Pertanto, è opportuno interrogarsi sulla reale percezione del turismo nautico come motore di sviluppo da parte della comunità locale. L'attenzione verso le comunità locali e l'ottimizzazione del rapporto con esse, è all'ultimo posto negli obiettivi di un efficientamento energetico secondo i dati raccolti dai rispondenti, il che porta a pensare come per i porti turistici e marine campionati un miglioramento del rapporto con le comunità adiacenti alle zone portuali non siano una priorità

Riassumendo e concludendo, è chiaro come un processo di introduzione di pratiche, misure e politiche volte alla sostenibilità sia indubbiamente in atto, la domanda che ci si pone è se la velocità di tali implementazioni sia sufficiente oppure servirebbero incentivi per accelerare tale procedimento. L'utilizzo di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabile, l'adozione di una logica di processo della gestione energetica, l'attenzione verso un corretto energy management,

l'implementazione di CER e un occhio di riguardo verso le comunità locali, i clienti attenti alla sostenibilità e la formazione dei propri dipendenti in materia di sostenibilità, non sembrano ad oggi temi affrontati con la piena consapevolezza da parte dei porti turistici e delle marine italiane. Tuttavia, con l'impegno condiviso e la collaborazione di tutti gli attori coinvolti, è possibile intraprendere un percorso positivo verso una gestione energetica sostenibile che porterà benefici tangibili per l'ambiente, l'economia locale e la reputazione internazionale dei porti turistici e delle marine del nostro Paese.

BIBLIOGRAFIA

- Acciaro, M., Vanelslander, T., Sys, C., Ferrari, C., Roumboutsos, A., Giuliano, G., Kapros, S., 2014, “Environmental sustainability in seaports: a framework for successful innovation. *Maritime Policy & Management*”, 41(5), 480-500.
- Adams, M., and Acciaro, M., 2020, “A review of corporate sustainability drivers in maritime ports: a multi-stakeholder perspective”. *Maritime Policy & Management*, 47(8), 1027-1044.
- Agostinelli S., Cumo F., Nezhad M.M., Orsini G., Piras G., 2022, “Renewable Energy System Controlled by Open-Source Tools and Digital Twin Model: Zero Energy Port Area in Italy”.
- Agostinelli S., Neshat M., Majidi Nezhad M., Piras G., Astiaso Garcia D., 2022, “Integrating Renewable Energy Sources in Italian Port Areas towards Renewable Energy Communities”.
- Alamoush, A. S., Ölçer, A. I., and Ballini, F., 2021, “Port greenhouse gas emission reduction: Port and public authorities' implementation schemes. *Research in Transportation Business & Management*”
- Aluisio B., Dicorato M., Forte G., Sbrizzai R., Trovato M., Mega M., 2017, “Energy efficiency improvements in port areas: Towards an integrated energy management”.
- Benevolo, C., 2011, “Problematiche di sostenibilità nell’ambito del turismo nautico in Italia”.
- Bailey, D., and Solomon, G., 2004, “Pollution prevention at ports: clearing the air. *Environmental impact assessment review*”, 24(7-8), 749-774
- Boile M., Theofanis S., Sdoukopoulos E., Plytas N., 2016, “Developing a port energy management plan: Issues, challenges, and prospects”.
- Davarzani, H., Fahimnia, B., Bell, M., and Sarkis, J., 2016, “Greening ports and maritime logistics: A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*”, 48, 473-487.

- Dedes EK, Hudson DA, Turnock SR., 2012, “Assessing the potential of hybrid energy technology to reduce exhaust emissions from global shipping”.
- Dinwoodie, J., Tuck, S., Knowles, H., Benhin, J., and Sansom, M., 2012, “Sustainable development of maritime operations in ports. Business Strategy and the Environment”, 21(2), 111-126.
- Esteve-Pérez, J. a , Gutiérrez-Romero, J.E., 2015, “Renewable energy supply to ships at port”
- Fruth M., Teuteberg F., 2017, “Digitization in maritime logistics_What is there and what is missing?" Cogent Bus. Manage., vol. 4, no. 1.
- Geerlings H., Heij R., and van Duin R., 2018, “Opportunities for peak shaving the energy demand of ship-to-shore quay cranes at container terminals," J. Shipping Trade, vol. 3, no. 1, pp. 1-20.
- Iris C. and J. S. L. Lam, 2019, “A review of energy ef_ficiency in ports: Operational strategies, technologies and energy management systems," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 112, pp. 170-182.
- Kanellos F.D., 2014, “Optimal power management with GHG emissions limitation in all-electric ship power systems comprising energy storage systems”. IEEE Trans Power Syst;29(1):330–9
- Kanellos F.D., 2017, “Real-time control based on multi-agent systems for the operation of large ports as prosumer microgrids," IEEE Access, vol. 5, pp. 9439-9452.
- Martínez-Moya, J., Vazquez-Paja, B., and Maldonado, J. A. G. ,2019, “Energy efficiency and CO2 emissions of port container terminal equipment: Evidence from the Port of Valencia”. 312-319.
- Nebb OC, Zahedi B, Lindtjorn JO, Norum L., 2012, “Increased fuel efficiency in ship LVDC power distribution systems”. Vehicle power and propulsion conference.
- Nuchturee C., Li T., and Xia H., 2020, “Energy ef_ficiency of integrated electric propulsion for ships_A review," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 134.
- Parise G, Parise L., Malerba A., Pepe F.M., Honorati A. and Chavdarian P.B., 2017, “Comprehensive peak-shaving solutions for port cranes," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 53, no. 3, pp. 1799-1806.

- Petri, A. Alzahrani, J. Reynolds, Y. Rezgui, 2020, “Federating smart cluster energy grids for peer-to-peer energy sharing and trading”.
- Qiang Dai, Jarod C. Kelly , Linda Gaines, and Michael Wang, 2019, “Life Cycle Analysis of Lithium-Ion Batteries for Automotive Applications”.
- Sadiq M., Ali S.W., Terriche Y., Mutarraf M.U., Hassan M.A., Hamid K., Ali Z., Sze J.Y., Su C.-L., Guerrero J.M., 2021, “Future Greener Seaports: A Review of New Infrastructure, Challenges, and Energy Efficiency Measures”.
- Satta G., Vitellaro F., Ganir Njikatoufon A. e Risitano M, “Green strategies of port managing bodies: Empirical evidence of stakeholder prioritization in Italian ports.”
- Seddiek I.S., 2020, “ Application of renewable energy technologies for eco-friendly seaports”.
- Sdoukopoulos, E., Boile, M., Tromaras, A., and Anastasiadis, N., 2019, “Energy efficiency in European ports: State-of-practice and insights on the way forward. Sustainability”, 11(18), 4952.
- Tawfik M., Shehata A.S., Hassan A.A., Kotb M.A., 2023, “Renewable solar and wind energies on buildings for green ports in Egypt”.
- Trevisan R., Ghiani E., Ruggeri S., Mocci S., Pisano G., Pilo F., 2022, “Optimal sizing of PV and Storage for a Port Renewable Energy Community”.
- Uddin M, Romlie M.F., Abdullah M.F., Halim S. H., Bakar A. H. A., and T. C. Kwang T. C., 2018, “A review on peak load shaving strategies," Renew. Sustain. Energy Rev”, vol. 82, pp. 3323-3332.
- Wilmsmeier G. and Spengler T., 2016, “Energy consumption and container terminal efficiency," FAL Bull., vol. 329, nos. 350-356.
- Yang Y.-C. and C.-L. Lin, 2013, “Performance analysis of cargo-handling equipment from a green container terminal perspective," Transp. Res. D, Transp. Environ., vol. 23, pp. 9-11.
- Zhou Z, Benbouzid M, Charpentier JF, Scuiller F, Tang T. A, 2013, “review of energy storage technologies for marine current energy systems. Renew Sustain Energy Rev”, 390–400.