

Contributo del prof. Michele Mossa (Co.N.I.S.Ma. – UO Politecnico di Bari) per il CIPOM (Il Comitato interministeriale per le politiche del mare) ai fini dell'elaborazione e approvazione del Piano del mare con cadenza triennale.

Procedura di consultazione avviata dal Dipartimento per le Politiche del Mare del Ministero della Protezione Civile e le Politiche del Mare dei portatori di interesse al fine di acquisire osservazioni, proposte o elementi conoscitivi ritenuti utili ai fini della elaborazione del nuovo Piano 2026-2028.

PORTI: Stato dell'Arte, Sfide e Prospettive di Ricerca

1. Introduzione e contesto attuale

Nel contesto globale di crescente consapevolezza sui cambiamenti climatici e sull'urgenza della transizione ecologica, i porti marittimi sono chiamati a svolgere un ruolo chiave nella decarbonizzazione dei trasporti, nella resilienza costiera e nella tutela degli ecosistemi. L'European Sea Ports Organization (ESPO) identifica i porti come nodi strategici della catena logistica e della politica ambientale europea, promuovendo lo sviluppo di soluzioni sostenibili, tra cui l'utilizzo di fonti rinnovabili, la digitalizzazione e la tutela della biodiversità.

La crescente pressione ambientale, l'aumento del traffico marittimo e l'intensificarsi degli eventi meteo-marini estremi impongono alle Autorità Portuali e agli operatori logistici un profondo ripensamento delle strategie di sviluppo, orientate a modelli di economia circolare e gestione integrata delle risorse.

2. Stato dell'arte: soluzioni attuali e gap di ricerca

Uno sviluppo portuale realmente sostenibile deve basarsi su una visione olistica che integri:

- **Progettazione e gestione ambientale:** inserimento della componente ecologica in tutte le fasi di progettazione, manutenzione e operatività;
- **Tecnologie verdi e digitali:** uso di tecnologie per la gestione dei rifiuti, il risparmio idrico, il monitoraggio della qualità delle acque, del rumore e delle emissioni;
- **Riduzione dell'impatto ambientale:** mitigazione dell'inquinamento idrico, atmosferico, acustico e biologico (es. specie aliene);
- **Transizione energetica:** abbandono progressivo dei combustibili fossili a favore di fonti a basse emissioni di CO₂.

Tuttavia, **persistono alcuni gap** nella ricerca applicata, tra cui:

- Integrazione tra infrastrutture verdi e blu;
- Metodologie snelle per valutare l'impatto ambientale delle soluzioni tecnologiche;
- Sistemi adattivi per far fronte all'innalzamento del livello del mare e alla maggiore frequenza di eventi estremi;
- Scarsità di dati interoperabili e open source per l'ottimizzazione ambientale-logistica.

3. Le principali sfide: dalla teoria alla pratica

3.1 Protezione costiera e infrastrutture resilienti

Alla luce dell'innalzamento del livello del mare e dei fenomeni meteorologici estremi, è prioritario:

- Sviluppare modelli accoppiati **idrodinamico-ecologici** per la progettazione e gestione portuale;
- Monitorare le **opere sommerse** (banchine, dighe) soggette a erosione e carichi crescenti (meganavi, megagrù);
- Progettare **infrastrutture a impatto ridotto**, che minimizzino dragaggi e tutelino la biodiversità;
- Integrare **Nature-Based Solutions** (e.g. barriere vegetali, zone umide) per ridurre gli impatti antropici.

3.2 Acqua, biodiversità e qualità ambientale

Un altro filone prioritario di ricerca riguarda:

- Tecnologie di **trattamento delle acque di zavorra e di rimessaggio** sicuro;
- Sistemi di **dragaggio ecocompatibile**, in grado di ridurre la proliferazione algale e l'attivazione di specie invasive;
- Tecnologie per la **depurazione e il monitoraggio continuo** della qualità delle acque interne al bacino portuale.

4. Transizione energetica ed economia circolare

La trasformazione dei porti in **hub energetici autosufficienti** è uno degli obiettivi strategici più rilevanti:

- Elettrificazione delle banchine (cold ironing);
- Impianti per lo stoccaggio e la distribuzione di **energia rinnovabile** (e.g. eolico offshore, fotovoltaico, idrogeno verde);
- Alimentazione a GNL e idrogeno per veicoli, navi e mezzi portuali;
- Sistemi di **valutazione tecnico-economica** semplificata per supportare le decisioni delle autorità portuali nella scelta delle soluzioni energetiche.

L'adozione di un modello basato sull'**energia pulita**, supportato da strumenti analitici e indicatori ambientali, consente ai porti di diventare **poli attivi della transizione ecologica urbana e industriale**.

5. Digitalizzazione e innovazione per la sostenibilità

La digitalizzazione rappresenta un **fattore abilitante trasversale** per la sostenibilità portuale:

- Sviluppo di **Port Community Systems (PCS)** per l'integrazione dei dati tra attori logistici e istituzionali;

- Uso di **IoT, big data, sensoristica avanzata e intelligenza artificiale** per il monitoraggio ambientale e operativo;
- Creazione di **cruscotti di performance ambientale** e piattaforme per il supporto decisionale;
- Promozione dell'**open data** per migliorare la trasparenza, l'efficienza e la cooperazione tra enti pubblici e privati.

6. Conclusioni e prospettive future

Per affrontare efficacemente le sfide ambientali e climatiche, i porti devono attuare una **trasformazione sistematica**, che coniungi crescita economica e tutela ambientale. Ciò implica:

- Investimenti in ricerca multidisciplinare e infrastrutture resilienti;
- Cooperazione tra università, industria, pubblica amministrazione e società civile;
- Un framework normativo e finanziario europeo favorevole all'innovazione sostenibile (es. **Green Deal, Fit for 55, CEF e Horizon Europe**).

In questo scenario, l'**ecoporto** del futuro non sarà soltanto un nodo logistico, ma un **motore di innovazione ambientale**, capace di generare valore economico e benefici ecologici su scala locale e globale.

Sviluppo di modelli e tecnologie per la corretta progettazione e gestione delle aree portuali nel rispetto dell'ambiente (figura 1)

Azione	TRL
Analizzare gli effetti climatici e delle pressioni antropiche sulla capacità dei porti di proteggere i natanti	1-5
Sviluppare modelli accoppiati idrodinamici ed ecologici di ausilio ad una corretta progettazione e manutenzione dei porti	1-6
Identificare soluzioni naturali per la mitigazione degli impatti delle aree portuali sugli ecosistemi, fissando obiettivi misurabili e criteri capaci di individuare e quantificare l'interazione tra il sistema portuale e quello ambientale	1.6
Realizzare sistemi informativi portuali che rilevino parametri fisico-chimici funzionali anche alla salvaguardia degli ecosistemi	1-6
Installare impianti di rifornimento di combustibili a basso impatto ambientale	3-8
Costruire sistemi ed impianti per l'efficientamento energetico che prevedono anche l'impiego di energie rinnovabili	1-8
Implementare sistemi digitali avanzati e tecnologie ICT innovative per il monitoraggio e la gestione ottimale dei flussi fisici	3-8

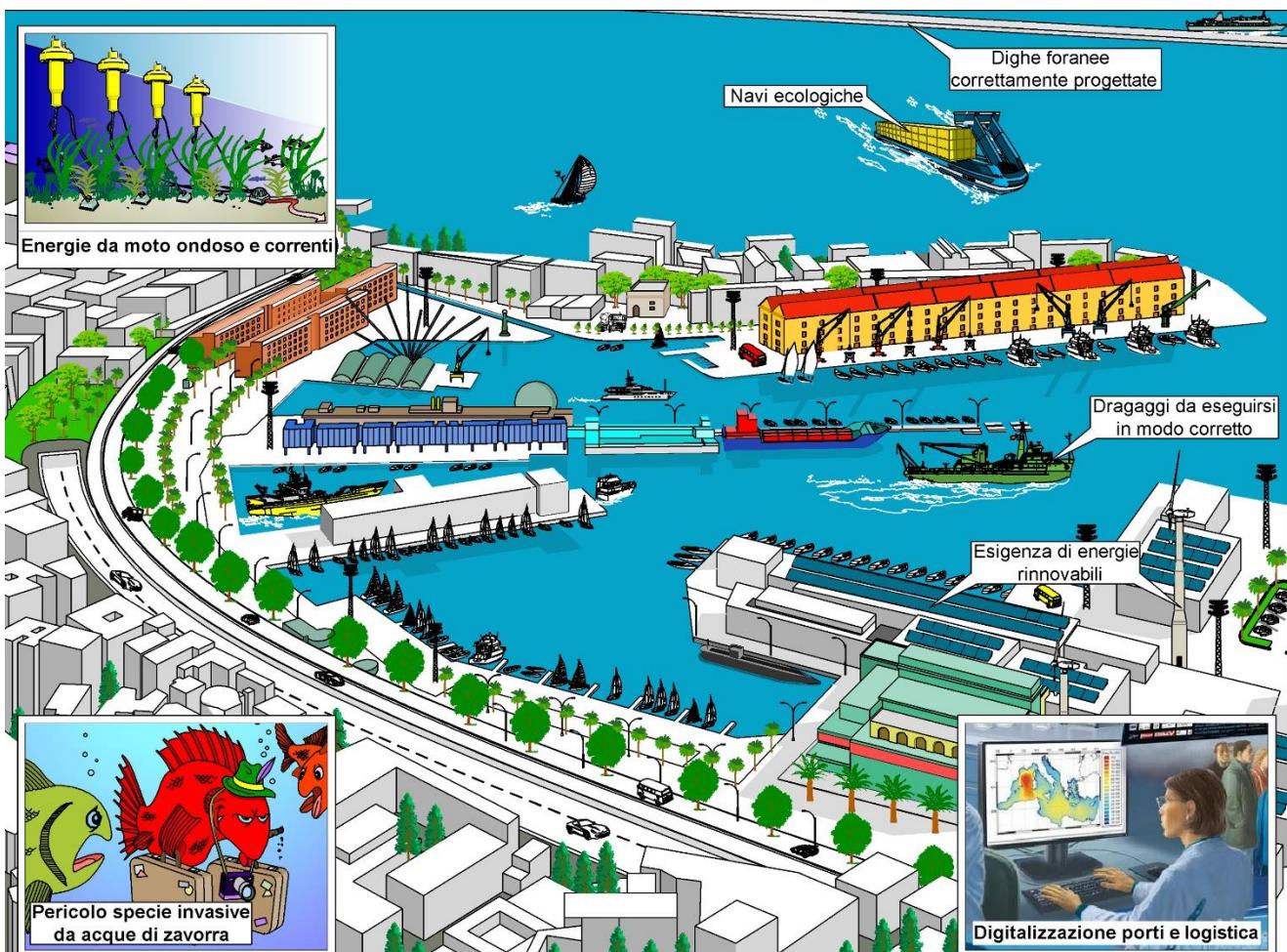


Figura 1 – Alcune indicazioni sulla corretta progettazione e gestione dei porti, con una sintesi delle linee di ricerca.

P.S.: Si autorizza la pubblicazione del presente contributo sul sito istituzionale del Dipartimento per le Politiche del Mare (<https://www.dipartimentopolitichemare.gov.it/it/>)